

выходной патрубок продукт поступает на выдачу. Особенностью излучателя является его компактность, многофункциональность и технологичность, позволяющая легко вписывать в существующие линии по переработке пищевых жидких продуктов. Конструкция позволяет рассматривать один излучатель как отдельный модуль, а сама установка может состоять из одного или нескольких модулей, соединенных между собой последовательно, параллельно или комбинированно. Это позволяет изменять производительность и экспозицию обработки продукта.

Проведенные в ГНУ ВИЭСХ с ГНУ ВНИМИ испытания на молоке, показали, что совместное воздействие ИК и УФ излучение помимо пастеризации продукта приводит к обогащению молока витамином D.

Представленная установка может быть рекомендована для пастеризации молока и применяться непосредственно на молочных фермах. Модульная конструкция позволяет расширить спектр ее применения, начиная от малых фермерских хозяйств до более крупных специализированных сельскохозяйственных предприятий.

Разработанная ИК и УФ установка обеспечивает снижение энергозатрат до 20% по сравнению с серийно выпускаемыми традиционными образцами пастеризаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев А.В., Тихомиров Д.А., Ламонов Н.Г. Модульная установка для обработки жидкости инфракрасным излучением. Патент №2389897 от 06 ноября 2008г.
2. Кузьмичев А.В., Тихомиров Д.А., Ламонов Н.Г., Лямцов А.К. Модульная установка для обработки жидкости инфракрасным и ультрафиолетовым излучением. Патент №2396059 от 11 декабря 2008г.

УДК 66.087.4:628.358

### ДООЧИСТКА СТОКОВ ПОСТОВ МОЙКИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОФЛОТКОАГУЛЯЦИИ

Крутов А.В., к.т.н., доцент, Бойко М.А., ст. преподаватель, Суворов М.М.

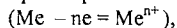
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Анализ состава сточных вод наружных постов мойки показывает, что в них содержится песок, остатки растительности, различные механические примеси, загрязненные нефтепродуктами, смывые с поверхности оборудования, агрегатов протекшие масло, топливо, охлаждающая жидкость, смазочные материалы. В отдельных случаях дополнительно к выше перечисленным загрязнениям в сточных водах могут присутствовать смывые с оборудования сельскохозяйственных машин минеральные удобрения, ядохимикаты, микроорганизмы и микробные токсины, а также другие нежелательные компоненты. В сточных водах машинных дворов сельскохозяйственных организаций установлено содержание нефтепродуктов от 200 до 350 мг/л, взвешенных веществ от 2300 до 3300 мг/л. Динамика изменения содержания нефтепродуктов в сточных водах не одинакова в течение года. Это объясняется, прежде всего, различной интенсивностью использования техники по сезонам сельскохозяйственных работ. Наибольшее содержание нефтепродуктов (330-500 мг/л) отмечается в июле-августе и наименьшее (120-180 мг/л) – в декабре-феврале.

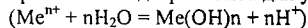
После отстоя и грубой очистки сточных вод постов мойки сельскохозяйственной техники предлагается проводить их доочистку в электрическом поле постоянного тока, применяя так называемый метод электрофлотокоагуляции. Применение синтетических моющих средств в процессе мойки ведет к эмульгированию нефтепродуктов и требует при очистке этих стоков кроме отстоя, коагуляции вносимыми реагентами и фильтрации использовать электрофлотокоагуляцию.

Нами опробована подобная обработка стоков, содержащих нефтепродукты, воздействием на них электрического поля постоянного тока с использованием растворимых элек-

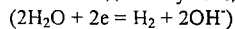
тродов. В качестве растворимых электродов использовались алюминиевые и железные электроды, ионы которых, выходя в раствор при электролизе, обладают хорошими коагулирующими свойствами. На растворимых электродах происходит ионизация металла анода с переходом в раствор его ионов:



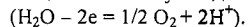
которые гидролизуются, образуют гидроксиды металлов, являющиеся хорошими коагулянтами загрязнений и адсорбентами для уже скоагулированных частиц:



Одновременно при электролизе происходит разложение воды с подщелачиванием обрабатываемой жидкости у катода:



и подкислением у анода:



Электрокинетический потенциал эмульсии, находящейся в электрическом поле, снижается, а эмульсия теряет свою устойчивость. Пузырьки газа, которые образуются при электролизе; осуществляют флотацию загрязнений.

Электрофлотокоагулятор представляет собой установку, состоящую из прямоугольной формы пластмассового резервуара, (винипласт или другой кислотостойкий материал). Дно резервуара имеет уклон в сторону выпуска сточных вод. Подача сточной воды осуществляется сверху, отвод очищенной воды предусмотрен снизу резервуара. Камера резервуара разделена на два объема с помощью мембраны. В образованных двух отсеках размещены электроды, соответственно катод и анод. Мембрана предотвращает физическое смешивание объемов анодной и катодной воды, т.е. положительно и отрицательно заряженных ионов, образующихся при электролизе сточных вод. В верхней части электролизера установлено пеноудалющее устройство. Блок электродов подключен к источнику постоянного тока.

Процесс электрофлотокоагуляционной очистки сточных вод автоматизирован. Предусмотрено автоматическое измерение величины рН анолита и католита, расхода жидкости, значений тока и напряжения, степени очистки.

К числу основных факторов, определяющих качество очистки при электрофлотокоагуляционном методе, относятся следующие: плотность тока на электродах; производительность обработки сточных вод; материал и конструкция электродов, размер пузырьков газа.

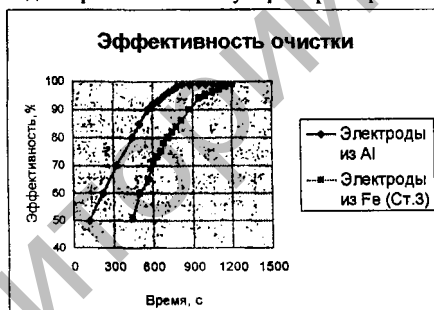
Электролиз модельных сточных вод, содержащих до 50 мг/л углеводородных примесей, проводился в электрическом поле постоянного тока с алюминиевыми электродами при плотности тока 120 — 170 А/м<sup>2</sup>, напряжении на электродах 80 — 100 В (напряженность электрического поля 1700–2000 В/м), а также с железными электродами (Ст3) при плотности тока 200 — 300 А/м<sup>2</sup>, напряжении на электродах 80 — 100 В (напряженность электрического поля 2400–3000 В/м). Продолжительность электрообработки стоков составляла 20 мин, их объем – 2 л.

В результате электролиза в катодной камере образуется щелочная вода за счёт превращения содержащихся в сточной воде растворённых солей в гидроксиды, возрастает концентрация водорода. Кроме того, в процессе электролиза происходит растворение электродов (в основном анода) и также образуются гидроксиды соответствующих металлов. Гидроксиды металлов, имея положительный заряд, не проходят через мембрану и концентрируются у катода. В катодной камере интенсивно происходит коагуляция загрязнений, содержащихся в сточной воде, и вместе с образующимся на катоде водородом скоагулировавшиеся частицы загрязнений в виде хлопьев уносятся на поверхность, где собираются и утилизируются.

В анодной камере увеличивается кислотность воды за счёт образования различных кислот (серной, соляной и др.), а также перекиси водорода и других соединений кислотной группы. Анолит насыщен высокоактивными окислителями. В анодной камере происходит электрокаталитическое окисление органических примесей воды их деструкция и уничтожение микроорганизмов.

В результате электрообработки очистка стоков от углеводородных и других органических загрязнений составила 99-99,8% (см. рисунок). Исходная и обработанные пробы были исследованы на степень загрязнения органическими примесями в аналитической лаборатории университета. При этом катодная вода (католит) обладала высокими pH и, соответственно, моющими свойствами. Она может направляться на повторное использование в моечную установку, а анодная вода (анолит), обладающая бактерицидными свойствами, собирается для обеззараживания инфицированных сточных вод, обработки сельскохозяйственной техники, задействованной на вывозке органических удобрений или в других целях, как дезинфицирующее средство.

Процесс электрофлотации основан на всплытии частиц дисперсной фазы за счет пузырьков газа: водорода и кислорода. В очищаемой воде или моющем растворе при определенных условиях выделяется множество мельчайших пузырьков газа, которые при всплытии сталкиваются с частицами загрязнений и за счет действия молекулярных и электростатических сил, способствующих слиянию частиц загрязнений с газовыми пузырьками, транспортируются на поверхность раствора. Присутствующие в воде поверхностно-активные вещества способствуют слипанию газовых пузырьков с частицами загрязнений и образованию на поверхности раствора пенного слоя. Сюда же выносятся отдельные компоненты моющих средств, физически адсорбирующиеся на частицах загрязнений и образующие нерастворимые комплексы с загрязнителями или солями воды. Большое влияние на степень извлечения загрязнений имеет размер газовых пузырьков. Слишком большие пузырьки быстро всплывают на поверхность и вызывают турбулизацию жидкости. Известно, что при вакуумной флотации размеры воздушных пузырьков составляют 0,2–0,5 мм. При электрофлотационной обработке образуются мелкодисперсные газовые пузырьки размером 20–80 мкм [1].



Величина пузырьков газа зависит от ряда факторов, основным из которых является напряженность электрического поля. Чем выше напряженность, тем мельче пузырьки. Размер пузырьков водорода примерно в 2 раза меньше пузырьков кислорода, выделяющихся на аноде. Диаметр пузырьков водорода меняется в пределах от 20 до 40 мкм, тогда как диаметр пузырьков кислорода 30-70 мкм. На размер пузырьков влияет плотность тока, форма поверхности электрода, их взаимное расположение, pH и температура среды, поверхностное натяжение на границе раздела фаз электрод-раствор [2].

Применение алюминиевых электродов, по сравнению с стальными оказалось более эффективным. Электрокоагуляция загрязнений проходила примерно в 1,4 раза быстрее. Однако незначительная экономия затрат на электроэнергию при использовании алюминиевых электродов уступает их стоимости по сравнению с электродами из Ст.3.

Для обработки сточных вод в качестве источника питания использовался также переменный электрический ток. Применение в этом случае мембранной перегородки существенного эффекта не оказало. В обоих камерах pH был одинаковый, близкий к нейтральному. Но в этом случае для достижения того же эффекта очистки удельный расход электроэнергии увеличился почти в 1,5 раза.

## Выводы.

1. Электрофлотокоагуляция позволяет удалять из воды примеси, находящиеся в эмульгированном и суспендированном виде, взвешенные вещества и коллоидные частицы. Эффективность очистки стоков составляет 99-99,8 процента. Данный способ электрообработки может быть использован для доочистки сточных вод постов мойки автотракторной техники после их отстоя, грубой очистки.

2. Для обработки сточных вод возможно использование переменного электрического тока, однако в этом случае для достижения того же эффекта очистки удельный расход электроэнергии увеличивается на 40 — 50 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерная экология. /Под ред. В.Т.Медведева. – М.: Гардарики, 2002.
2. Ксенофонов, Б.С. Флотационная очистка сточных вод. – М.: Новые технологии., 2003.

## УДК 663.44

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОГО ЭТАНОЛА

Поздняков В.М., к.т.н., Расолько Л.А., к.б.н., доцент,  
Рублик П.В., студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь»*

Спиртовая промышленность тесно связана со многими отраслями народного хозяйства, в которых спирт служит основным или вспомогательным материалом. Главный потребитель спирта – пищевая промышленность, где он используется при производстве ликероводочных изделий, плодово-ягодных купажированных вин, на крепление виноматериалов, приготовление пищевых ароматизаторов и парфюмерно-косметических изделий. Спирт находит применение в производстве лекарственных препаратов, а также как дезинфицирующее средство [1].

На перерабатывающем предприятии в первую очередь необходимо анализировать возможности сокращения издержек и снижения уровня несоответствий производства. Анализ затрат на производство продукции перерабатывающего предприятия показывает, что наибольшими являются затраты на сырье и материалы, а также энергоресурсы, и это составляет более половины всех расходов. Снижение затрат при переработке растительного пищевого сырья возможно только при использовании энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий. Поэтому в рыночных условиях особое значение приобретают методы, направленные на ресурс- и энергосбережение, на устранение возможных потерь, связанных с изготовлением продукции.

Согласно технологической схеме производства спирта процесс включает следующие технологические операции: хранение зерна, очистка и измельчение зерна, приготовление растворов ферментных препаратов, приготовление замеса, гидроферментативная обработка замеса, разваривание массы, вакуум-охлаждение и осахаривание разваренной массы, приготовление дрожжевого сусла, приготовление производственных дрожжей, охлаждение осахаренного сусла до температурной «складки», спиртовое брожение, перегонка бражки.

На примере производственной деятельности ОСППЦ «Хотовской спиртзавод» РУП «Минск Кристалл» нами были проанализированы некоторые аспекты экономии энергозатрат при производстве этилового спирта-сырца. На ОСППЦ «Хотовской спиртзавод» РУП «Минск Кристалл» до недавнего времени использовали периодическое и непрерывное разваривание зерновой массы. Периодическое (одноступенчатое) разваривание использовали только на линии приготовления дрожжей. В этом способе основным аппаратом является разварник Генце, корпус которого состоит из цилиндрической и конической частей. Такая форма разварника при подаче пара в одну точку обеспечивает его равномерное распределение, а также быструю и полную выдувку разваренного сырья.