

нальных стандартов, устанавливающих обязательные требования. Также, начиная с 2020 г., осуществляется контроль ввозимой продукции на COVID-19, что привело к увеличению таможенных сборов, а также сроков проведения инспекции товаров.

Таким образом, новые контуры экспортной стратегии продвижения агропродовольственных товаров Республики Беларусь учитывают национальные приоритеты нашей страны и возможности расширения поставок в условиях экономических санкций, создавая условия для формирования положительного внешнеторгового баланса государства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Киреенко, Н. В. Методические подходы к классификации требований по доступу сельскохозяйственной продукции на рынки, используемые в мировой практике / Н. В. Киреенко // Аграр. экономика. – 2022. – № 4. – С. 63–79.

2. Международная конкурентоспособность реального сектора экономики Беларуси / А. Е. Дайнеко [и др.]; под науч. ред. А. Е. Дайнеко. – Минск: БНТУ, 2020. – 228 с.

УДК 628.33:629.3

## **ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОКОВ МОЕК АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

**А. В. Крутов**, канд. техн. наук,

**М. А. Бойко**, старший преподаватель

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

**Аннотация.** Рассмотрен способ очистки сточных вод постов мойки сельскохозяйственной техники в электролизере. Приведены зависимости удельной электрической проводимости модельных стоков от их температуры, а также изменения температуры стоков при обработке в однородном и неоднородном электрическом поле. Применение неоднородного электрического поля позволило снизить затраты электроэнергии на очистку стоков от топливно-смазочных фракций в 1,4 раза. Достигнутая степень их очистки позволяет использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения моек.

По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются на органические, минеральные, биологические. Органические загрязнения – это примеси растительного и животного происхождения. Минеральные загрязнения – это кварцевый песок, глина, щелочи,

минеральные кислоты и их соли, минеральные масла и т. д. Биологические и бактериальные загрязнения – это различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные – возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии и др. Как и любая биологическая среда, вода обладает определенными электромагнитными свойствами – электропроводностью, диэлектрической и магнитной проницаемостью, оптическими характеристиками. В результате воздействий на стоки электрических и электромагнитных полей происходят изменения химических, физических свойств воды, электрических зарядов находящихся в ней компонентов. Это позволяет значительную часть процессов обработки стоков осуществлять электротехнологическими способами, как наиболее эффективными. В их числе – электролиз, электродиализ, электрофлотация, электрофорез, электроосмос, электроактивация, электрокоагуляция, электрогидравлический удар, высокочастотное воздействие, электромагнитная обработка и, наконец, прямой или косвенный электрический нагрев. При этом могут применяться источники энергии постоянного или переменного тока в зависимости от способа и целей обработки.

С помощью электротехнологических приемов обезвреживают и очищают сточные воды, разнообразные по составу. Это стоки промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций, включающие такие загрязнители как: нефтепродукты, жиры, красители, железо, соли тяжелых металлов, другие соединения органического и неорганического происхождения.

Существуют различные технологии обеззараживания, используемые в местах потребления воды. К ним относятся: кипячение, обработка серебром, ультразвуковая обработка, ультрафиолетовая обработка, электроактивация воды и др. [1–4].

Обеззараживание воды по технологии электрохимической очистки позволяет в результате окислительно-восстановительных реакций, протекающих в специальных устройствах электроактивации, насыщать очищаемые стоки высокоактивными окислителями. При этом происходит активное электролитическое окисление, которое подвергает окислительной деструкции микроорганизмы всех видов и форм. Тем самым осуществляется полное обеззараживание воды.

Электрохимически активированные растворы – анолит и католит – метастабильные растворы, полученные путем электрохимической

обработки исходного раствора в диафрагменном электрохимическом реакторе, физико-химические параметры и каталитическая способность которых в окислительно-восстановительных реакциях изменяется во времени (релаксирует). В процессе электрокоагуляции путем растворения стальных электродов происходит образование коагулянтов, например хлорного железа. Хлорное железо гидролизует в воде с образованием хлопьев ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). На очистных сооружениях дозировка коагулянта (хлорного железа) составляет 30–80 г/м<sup>3</sup> [5]. Это количество коагулянта нарабатывает электролизная установка. Растворение 1 г металлического железа эквивалентно введению в воду 4,8 г хлорного железа [6]. Суть электродных процессов при электрокоагуляции сводится к следующему: генерация в процессе анодного растворения металла коагулянта – гидроксида соответствующего металла; подщелачивание воды в процессе электролиза; получение на катоде газообразного водорода, который может быть использован для обеспечения флотации скоагулированных примесей.

Электрокоагуляцию применяют преимущественно в системах локальной очистки сточных вод, загрязненных тонкодисперсными и коллоидными примесями, от масел, нефтепродуктов, некоторых полимеров, соединений хрома и других тяжелых металлов. Она находит применение в процессах осветления, обесцвечивания, обеззараживания и умягчения воды в системах водоподготовки. Электрокоагуляция применима главным образом для очистки нейтральных и слабощелочных вод. Технологическая установка для очистки сточных вод электрокоагуляцией содержит: очистное устройство, аппарат, в котором происходит разделение фаз, емкость для сбора воды и выделенной дисперсной фазы, насосы и трубопроводы, а также источник постоянного тока. Как правило, электрокоагулятор служит только для образования гидроксидов металлов и агрегации частиц; процесс разделения фаз проводят в других аппаратах – отстойниках, гидроциклонах и др. Есть конструкции, в которых эти процессы совмещены и протекают в одной установке. Нами предложено устройство очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, получен патент Республики Беларусь на изобретение № 21229 «Трехпродуктовый гидроциклон для очистки сточных вод». Результаты очистки стоков от нефтепродуктов составляют 99,0–99,8 %. Достигнутая степень очистки стоков позволяет

использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения моек. Для снижения энергозатрат на очистку использована электрообработка стоков в неоднородном электрическом поле проточного электрокоагулятора.

Таким образом, электротехнологический способ очистки сточных вод позволяет удалять из воды примеси, находящиеся в эмульгированном и суспендированном видах, взвешенные вещества и коллоидные частицы. Эффективность очистки стоков составляет 99–99,8 %, что позволяет использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения моек. Данный способ электрообработки может быть использован для доочистки сточных вод постов мойки автотракторной техники после их отстоя, грубой очистки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крутов, А. В. Обеззараживание сточных вод машинных дворов продуктами электрохимической активации / А. В. Крутов, М. А. Бойко // Перспективы и направления развития энергетики АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 22–23 нояб. 2007 г. – Минск: БГАТУ, 2007. – С. 246–249.
2. Мосин, О. В. Актуальные проблемы очистки нефтесодержащих сточных вод / О. В. Мосин // С.О.К. – 2007. – № 6. – С. 15–19
3. Воловников, Г. И. Электрохимическая очистка воды: учеб.-метод. пособие / Г. И. Воловников, М. И. Коробко. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2002. – 66 с.
4. Мосин, О. В. Технологический расчет установок электрокоагуляции воды / О. В. Мосин // С.О.К. – 2014. – № 4. – С. 24–28.
5. Справочник химика 21. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://chem21/info/info/149584>. – Дата доступа: 21.02.2023.
6. Очистка сточных вод промышленных предприятий: учеб.-метод. пособ. [Электронный ресурс] / сост. Т. И. Халтурина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – Режим доступа: URL: <http://elibr.stu-kras.ru/handle/2311/61478>. – Дата доступа: 12.05.2022.