

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МАШИННЫХ ДВОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. В. КРУТОВ, к.т.н., **М. А. БОЙКО**, инженер, **А. П. МАРТИНОВИЧ**, студент
(УО БГАТУ)

Одним из многих источников, снижающих экологическую чистоту окружающей среды, и, в частности, водных ресурсов являются автотомо-ремонтные предприятия, машинные двory с постами заправки ГСМ, мойки автотракторной техники и сельхоз-машин. Зачастую, эти объекты хозяй-ствования без предварительной об-работки сбрасывают свои сточные воды в канализацию или на поля фильтрации, в овраги и т. п. Как пра-вило, их производственные сточные воды содержат минеральные загряз-нения и, особенно, нефтепродукты в дозах, превышающих допустимые показатели. Нефть и её производные оказывают на поверхностные и под-земные воды самое неблагоприятное воздействие. На поверхности рек и водоемов они образуют плёнки, от-ложения на дне, вызывают появление специфического запаха воды, кото-рый не устраняется после хлориро-вания и фильтрования. Известно, что 1 г нефтепродуктов загрязняет 10 м³ воды, а содержание 10 г их в 1 м³ воды делает её высокоядовитой, в ней гибнет рыба. [1].

Анализ состава сточных вод на-ружных постов мойки показывает, что в них содержится песок, остатки растительности, различные механи-ческие примеси, загрязнённые неф-тепродуктами, смытые с поверхнос-ти оборудования, агрегатов протёк-шие масло, топливо, охлаждающая жидкость, смазочные материалы. В отдельных случаях дополнительно к вышеперечисленным загрязнениям в

сточных водах могут присутствовать смытые с оборудования сельскохо-зяйственных машин минеральные удобрения, ядохимикаты, микроорга-низмы и микробные токсины, дру-гие нежелательные компоненты.

Чтобы избежать загрязнения ок-ружающей среды, необходимо обес-печить качественную очистку сточ-ных вод, утилизацию нефтепродуктов и нейтрализацию химикатов. Эти за-дачи могут быть решены примене-нием замкнутой системы водоснаб-жения очистных установок. В насто-ящее время реализуется ряд техни-ческих решений и схем оборотного водоиспользования с применением различных систем очистных соору-жений [2,3], в частности – электро-химических, с помощью электроко-агуляции [3,4,5].

По сравнению с традиционны-ми способами обработки воды элек-тротехнологические имеют свои пре-имущества:

- простота автоматизации рабо-ты очистных установок;
- повышение степени очистки сточных вод, уменьшение количества образующихся отходов;
- компактность размещения обо-рудования, сокращение требуемых для него производственных площадей.

Электрокоагулятор представляет собой электрохимическую систему с катодом и анодом, в которой каме-ра с помощью мембраны разделена на два объёма, соответственно катод-ный и анодный. Мембрана предот-вращает физическое смешивание

объёмов анодной и катодной воды, т.е. положительно и отрицательно за-ряженных ионов, образующихся при электролизе сточных вод.

Нами проведена серия опытов по электрохимической очистке неф-тесодержащих сточных вод. Первая их часть заключалась в том, что для электрохимической очистки исполь-зовались сточные воды с концент-рацией в них нефтепродуктов до 1%. Водородный показатель загряз-ненной воды до очистки составлял

$$pH = 7,5 \pm 0,02.$$

В качестве элек-тродов применялись пластины из алюминия АМцМ, мембрана – брез-ент. Плотность тока поддерживалась

$$\text{в пределах } j = 120 \dots 170 \frac{A}{m^2}$$

при напряжённости электрическо-

$$\text{го поля } E = 1,7 \frac{kB}{m}.$$

После элек-тротехнологической очистки содержание нефтепродуктов в анолите состави-ло 0,006%, в католите – 0,003%. В ряде опытов содержание загрязне-ний снижалось до 0,002%.

Во второй серии опытов для очистки использовалась вода с со-держанием в ней нефтепродуктов до 3,6...3,7%. При этой concentra-ции загрязнений сточные воды имели несколько выше pH (8,11...8,28). Для электролиза при-менялись электроды из нержавеющей стали Х1810НТ. Анодные и ка-тодные камеры были разделены также брезентовой мембраной.

Опыты по очистке проводились при плотности тока

$$j = 300 \dots 900 \frac{A}{м^2}, \text{ напряжённости электрического поля}$$

$$E = 3,2 \frac{кВ}{м}.$$

В результате электролиза в катодной камере образовалась щелочная среда за счёт превращения содержащихся в сточной воде растворённых солей и разложения электрода в гидроксиды. Гидроксиды металлов, имея положительный заряд, проходили через мембрану и концентрировались у катода. В катодной камере интенсивно происходила коагуляция загрязнений, содержащихся в сточной воде, и вместе с образующимся на катоде водородом коагулировавшиеся частицы загрязнений в виде хлопьев поднимались на поверхность, где собирались и утилизировались.

В анодной камере увеличилась кислотность воды за счёт образования различных кислот (серной, соляной и др.), а также перекиси водорода

и других соединений кислотной группы. Анолит оказался насыщен высокоактивными окислителями. В анодной камере происходило электрокаталитическое окисление органических примесей воды, их деструкция и уничтожение микроорганизмов.

В результате электрохимической обработки воды достигалась ее очистка от загрязнений до 99,8% (химические способы очистки – до 95% [2]). При этом катодная вода (католит), обладающая высокими pH и, соответственно, моющими свойствами, может направляться на моечную установку, а анодная вода (анолит), обладающая бактерицидными свойствами, может использоваться для обеззараживания токсичных и инфицированных сточных вод.

В последней серии опытов результаты очистки оказались хуже. Если в анолите остаток нефтепродуктов составляет 0,002%, то в католите – 0,23%. Причиной этому является, с одной стороны, то, что обрабатываемые стоки здесь содержали в 3,6 раза большую концентрацию нефтепродуктов, чем в первом случае, а с

другой – применялись слаборастворимые электроды (нержавеющая сталь). При этом и процесс электролиза шёл более интенсивно (при большей плотности тока и напряжённости электрического поля). Изменение кислотности воды (анолита и католита) в зависимости от количества электричества показано на рис.1. Зависимости построены по экспериментальным данным.

Применение электрохимического способа очистки сточных вод в сочетании с другими электротехнологическими методами (например, электрофлотация) позволяет достигать высокой степени обеззараживания сбрасываемых стоков. А использование очищенной воды для повторного водоснабжения сохраняет водные ресурсы и экономически выгодно. Создание на постах мойки сельскохозяйственной техники бессточных и оборотных систем водоснабжения определяется санитарными требованиями к сбрасываемым сточным водам, содержащим токсичные и инфицированные

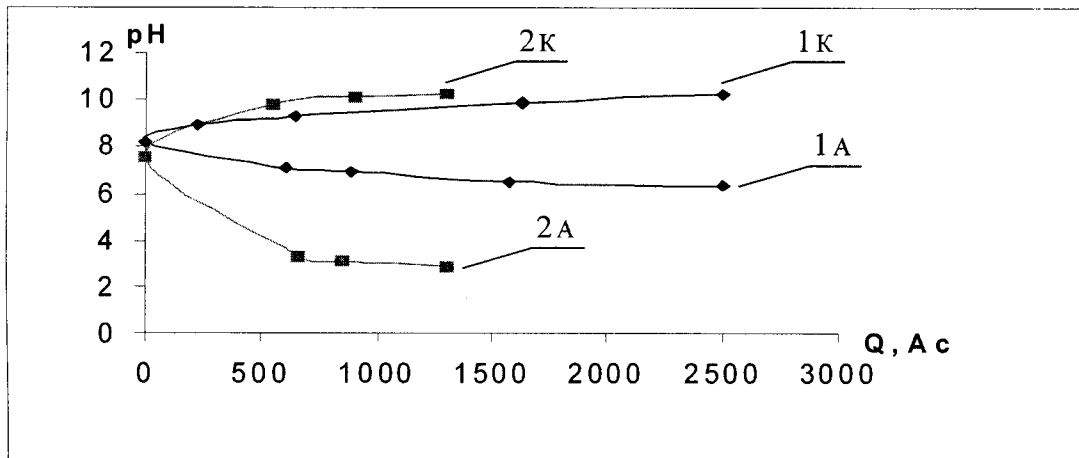


Рис.1. Зависимость изменения pH анолита и католита от количества и параметров электрического поля:

$$1а, 1к - \text{для электродов из алюминия } АМ_{цМ} \text{ при } E = 1,7 \frac{кВ}{м} \text{ и } j = 120 \dots 170 \frac{A}{м^2};$$

$$2а, 2к - \text{для электродов из стали } X1810HT \text{ при } E = 3,2 \frac{кВ}{м} \text{ и } j = 300 \dots 900 \frac{A}{м^2}.$$

ингредиенты, нефтепродукты и другие вещества, отрицательно влияющие на окружающую среду. Допустимая концентрация указанных веществ в оборотной воде при струйной очистке не должна превышать 20 мг/л по нефтепродуктам и 70 по взвешенным веществам (для высоконапорных струйных аппаратов соответственно 3 и 7 мг/л). Полученные результаты исследования электрохимической очистки загрязненных нефтепродуктами вод, показывают, что этот метод позволяет обеспечить вышеуказанные требования и использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения машинных дворов сельскохозяйственных организаций.

На основе проведенных исследований и [6-8] предложена методика расчета электрокоагулятора, которая приводится ниже. С учетом экономической целесообразности рекомендуется в качестве электродов коагулятора использовать пластины из стали Ст3, как наиболее дешевой. Величина активной поверхности электрода определяется по формуле:

$$F_a = \frac{G}{g_a},$$

где G – расчетный расход сточных вод, м³/ч;

g_a – удельная нагрузка на единицу активной поверхности электродов, м³/(м²ч).

Как показали результаты исследований, удельную нагрузку следует принять равной 4 м³/(м²ч).

По полученной величине активной поверхности электродов определяется общее число электродных пластин:

$$n_{\text{э}} = \frac{F_a}{f} + 1,$$

где $n_{\text{э}}$ – число электродных пластин;

f – площадь поверхности одной электродной пластины, м²;

В свою очередь:

$$f = b_0 h,$$

где b_0 и h – ширина и высота пластины, соответственно, м.

Величина b_0 выбирается конструк-

тивно, а высота пластины h определяется из выражения:

$$h = (1,5 \dots 2) b_0,$$

ширина электрокоагулятора:

$$b_{\text{э}} = S_1 n_{\text{э}} + S_2 (n_{\text{э}} - 1),$$

где S_1 – толщина электродных пластин, принимается 4...6 мм;

S_2 – зазор между пластинами, мм.

Для исключения быстрого зашламления межэлектродного пространства S_2 рекомендуется принимать равным не менее 6...8 мм.

Потребляемый электрокоагулятором ток (I, A) и его установленная мощность ($P, Вт$) определяются по формулам:

$$I = j \cdot F_a \text{ и } P = UI,$$

где j – плотность тока, А/м² (принимается по результатам выполненных исследований $j = 150 \text{ А/м}^2$);

U – напряжение питания, В (принимается в целях безопасности 10...15 В).

Далее определяем удельное количество металла электродов, переходящего в раствор:

$$q_{\text{мс}} = k_T \mathcal{E}_x Q,$$

где $k_T = 0,96$ – коэффициент выхода по току;

\mathcal{E}_x – электрохимический эквивалент, кг/Кл (для $\text{Fe}^{+3} = 289 \cdot 10^{-9}$);

Q – количество затраченного электричества, Кл/м³, ($Q = (12 \dots 16) 10^4 \text{ Кл/м}^3$).

Масса металла электродов, которая растворяется при электролизе:

$$M = \rho k_2 f S_1 n_{\text{э}},$$

где ρ – плотность металла электродов, кг/м³;

S_1 – толщина электродных пластин, м;

$k_2 = 0,8 \dots 0,9$ – коэффициент использования металла электродов.

Срок службы электродной системы в часах:

$$T = \frac{M}{q_{\text{мс}} G}.$$

Объем водорода, выделяющегося в атмосферу (V_{H_2}), необходимый для расчета вентиляционного устройства, определяется из соотношения:

$$V_{H_2} = V_t - V_B,$$

где V_t – объем водорода, выделившегося на катоде, м³/ч;

V_B – объем водорода, растворяющегося в сточной воде, м³/ч.

V_t и V_B находят из следующих зависимостей:

$$V_t = 3600 k_n C_v I \frac{T}{273},$$

где k_n – катодный выход водорода по току (0,9...0,95);

C_v – объемный электрический эквивалент водорода, равный $117 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/\text{Кл}$;

T – температура воды, К.

$$V_B = V_p G \frac{T}{273} 10^{-3},$$

где V_p – количество водорода, растворяющегося в 1 м³ воды при $T=273 \text{ К}$ и давлении 0,1 МПа ($V_p=21,4 \text{ л}$).

Расчеты по приведенной методике показали, что при производительности очистки сточных вод 10 м³/сут габаритные размеры электрокоагулятора составляют 600x300x100 мм, а срок службы электродов из стали Ст3 толщиной 4 мм – 87 суток.

ВЫВОДЫ

1. Электрохимический способ очистки нефтесодержащих вод позволяет обеспечить их более качественную очистку (до 99,0...99,8%) по сравнению с химическими методами и использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения, например, постов наружной мойки машинных дворов в сельском хозяйстве.

2. При использовании электродов из алюминия достигается более высокая степень очистки, по сравнению с электродами из нержавеющей стали, в силу того, что последние слабо растворяются при электролизе. Целесообразно в качестве электродов

использовать сталь Ст3, как из наиболее дешевого металла.

3. Предложена методика и приведены результаты расчета электрокоагулятора при производительности очистки загрязненной воды 10 м³/сут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутов А.В. К вопросу моделирования процесса очистки нефтесодержащих сточных вод. Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий: Материалы междунардн. научн.-техн. конф. Часть 2. Мн.: БАТУ, 1998. – С.128-130.

2. Гуревич Д.Ф., Цырин А.А. Ремонтные мастерские совхозов

и колхозов: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. –Л.: Агропромиздат. 1988. –336 с.

3. Крутов А.В., Бойко М.А., Мартинович А.П. Электротехнологический способ очистки сточных вод наружного поста мойки сельскохозяйственной техники// Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники. Материалы междунардн. научно-практ. конф. Мн.: УМЦ МСХП РБ, 2004. – С.100-103.

4. Ильин В.И., Колесников В.А. Электрохимическая очистка промышленных сточных вод с оборотным циклом //Химическая технология. 2002. №1. С.31-35.

5. Бойко М. А., Мартинович А. П. Исследование электрокоагуляции нефтесодержащих сточных вод// «НИРС-2003». УШ Республи-

канская научно-техническая конф. студентов и аспирантов. 9-10 декабря 2003 г. Минск. Тезисы докладов. В 7-ми частях. Часть 4. Мн.: БНТУ, 2003. С.214-215.

6. Карасенко В.А. Заяц Е.М., Баран А.Н., Корко В.С. Электротехнология.- М.: Колос, 1992.- 304с.

7.Электротехнический справочник. Том 3, книга вторая.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 657с.

8.Кожуро Л.М., Крутов А.В., Чистосердов П.С. «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном машиностроении и ремонтном производстве» //Монография. Мн.: Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2003. – 248 с.

УДК 631.151.6

СТАНОВЛЕНИЕ КООПЕРАТИВНО - ИНТЕГРАЦИОННЫХ СТРУКТУР В ОТРАСЛЯХ АПК

В.М. СИНЕЛЬНИКОВ, аспирант (УО БГАТУ)

Наиболее высокий уровень интеграционных процессов достигнут в птицеводстве. К примеру, в США, где к 1960 году этот процесс был полностью завершен, свыше 95% бройлеров производится интегрированными формированиями. К настоящему времени производство мяса птицы составило около 30% в мясном балансе страны. Оно имеет низкую себестоимость, высокую рентабельность. Добиться этого помогла интеграция отрасли, где удалось централизовать управление, специализировать производственный процесс, осуществить оперативное (текущее) и перспективное планирование. Сейчас 20 фирм

США контролируют около 60% всего производства и реализации бройлеров.

В Японии, Великобритании производство бройлерного мяса строго контролируется по качеству, другим заранее запрограммированным требованиям. Отличительной особенностью этих стран в кооперативно – интеграционном процессе является то, что в Японии эти структуры созданы в основном на контрактной основе, в Великобритании сама фирма занимается производством, переработкой и реализацией бройлеров, т. е. вся вертикальная цепочка сосредоточена в руках одного собственника. Подобно формированиям в бройлерном произ-

водстве организованы кооперативно – интеграционные структуры в яичном птицеводстве.

В Беларуси взят курс на присоединение к птицефабрикам хозяйств, что позволило обеспечить их собственным зерном, которое идет для приготовления комбикормов. В Минской области 21 птицефабрика обеспечена зерном собственного производства на 58%. Использование комбикормов собственного производства позволило снизить себестоимость мяса птицы и яйца, повысить их конкурентоспособность. Следует отметить и то, что производство продукции птицеводства и