

**К ВОПРОСУ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД,
СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ****Хакимов Д.Ф.****Научный руководитель канд. хим. наук,****профессор Т. И. Халтурина*****Сибирский федеральный университет***

Одной из главных задач улучшения состояния окружающей природной среды является разработка методов эффективной очистки сточных вод гальванических производств, содержащих ионы тяжелых металлов, которые относятся к группе высокотоксичных компонентов, обладающих широким спектром токсического действия.

В настоящее время наиболее эффективным безреагентным методом очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, является гальванокоагуляция [1,2]. Суть метода заключается в генерации коагулянта в форме двух – (железо) и трехвалентного – (алюминия) ионов непосредственно в сточной воде путем образования в загрузке, содержащей железный (алюминиевый) скрап (анод), бесконечного множества короткозамкнутых макро – и микро гальванических элементов на поверхности скрапа. В качестве катодной составляющей известно применение кокса [3]. Недостатком данного способа является низкая его эффективность в связи с постоянным расходом катодной части загрузки и образованием большого количества осадков, затрудняющих процесс растворения железной стружки.

Известен способ очистки сточной воды, включающий пропускание ее через загрузку из смеси железного скрапа и гранул активированного угля при одновременном воздействии на воду электрического тока, подаваемого от внешнего источника. [4] Для предотвращения зашламливания загрузки осуществляется диспергирование воздуха.

Однако этот способ характеризуется дороговизной и нестабильностью процесса очистки из-за возможного снижения эффективности по мере увеличения продолжительности работы электродов.

В статье представлены результаты исследований технологического процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, при использовании более дешевых расходных материалов. Для повышения производительности, достижения стабильности и эффективности процесса очистки использовано одновременное воздействие на сточную воду асимметричного переменного тока.

Исследования по интенсификации процесса очистки при наложении внешнего электрического поля проводились на кафедре «Инженерные системы зданий и сооружений» ИСИ Сибирского федерального университета в лабораторных условиях на гальванокоагуляционном модуле, объемом 0,6 л с гальванопарой: железо (Fe) – углеродминеральный сорбент (СГН) в соотношении 4:1, конструкция которого указана [5]. Масса железной стружки 0,9 кг; масса углеродминерального сорбента 0,22 кг; габаритные размеры: высота корпуса–0,18 м, диаметр корпуса–0,09м; высота загрузки–0,16 м; удельная поверхность стружки–6,38 м²/кг; удельная поверхность углеродминерального сорбента (СГН)–7,5-12,0 м²/кг; насыпной вес для железной стружки $d > 4\text{мм}$ $\gamma_{\text{ст}}=850\text{ кг/м}^3$; насыпной вес для СГН фракции 2,8-5мм $\gamma_{\text{СГН}}=443\text{ кг/м}^3$; интенсивность подачи воздуха в гальванокоагулятор составляла $-10\text{ л/с}\cdot\text{м}^2$. Модель сточной жидкости была приготовлена аналогичной натурным стокам $C_{\text{Cu}^{2+}} = 60\text{ мг/л}$, $C_{\text{Ni}^{2+}} = 15\text{ мг/л}$, усредненным $C_{\text{Zn}^{2+}} = 20\text{ мг/л}$. Данные исследования по наложению на процесс гальванокоагуляции постоянного тока проводились при условиях: сила тока, $J=0,5\text{А}$; напря-

жение, $U=10\text{В}$; плотность тока, $i=2,5 \text{ мА/см}^2$ и время контакта $t_{\text{конт.}}=3,5\text{мин}$. Полученные результаты по изучению эффективности непрерывной работы гальванокоагулятора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Т, ч	1	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
$C_{\text{ост}}^{\text{Cu}^{2+}}$, мг/дм ³	0,029	0,026	0,032	0,032	0,030	0,036	0,040	0,041	0,050	0,050	0,052
$C^{\text{Zn}^{2+}}$ мг/дм ³	0,15	0,15	0,152	0,152	0,154	0,156	0,158	0,158	0,16	0,165	0,165
$C_{\text{ост}}^{\text{Ni}^{2+}}$ мг/дм ³	0,13	0,132	0,139	0,14	0,14	0,142	0,145	0,145	0,146	0,146	0,148

Как видно из табл. 1, при воздействии на процесс гальванокоагуляции постоянного электрического тока, подаваемого от внешнего источника при длительной обработке, все же наблюдается некоторая нестабильность процесса очистки из-за возможной пассивации железного скрапа.

Известен способ обработки сточных вод асимметричным переменным током, который позволяет проводить процесс в стабильном режиме [6]. Асимметричный переменный ток – импульсный ток специальной формы с различными величинами амплитуд и длительностей положительных и отрицательных полярностей (рис. 1).

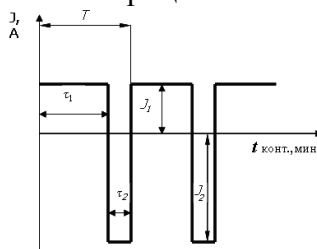


Рис. 1. Форма асимметричного тока: J_1 – амплитуда прямого тока, А; J_2 – амплитуда обратного тока, А; τ_1 – длительность прямого тока, с; τ_2 – длительность обратного тока, с; T – период, с; t – время контакта, мин

В настоящей работе изучалось влияние наложения асимметричного тока на эффективность гальванокоагуляционной очистки с использованием в качестве загрузки Fe – углеродминеральный сорбент (СГН) в диапазоне: плотность прямого тока (положительного импульса) $i_{\text{пр.}}=2,8\div 7 \text{ мА/см}^2$; плотность обратного тока (отрицательного импульса) $i_{\text{обр.}}=8\div 14 \text{ мА/см}^2$, при этом длительность положительного импульса составляла $\tau_1=50\div 100\text{с}$, а длительность отрицательного импульса $\tau_2=5\div 10\text{с}$. Известно [1], что для железа увеличение скорости растворения наблюдается в пределах плотности тока $i=1\div 10 \text{ мА/см}^2$.

Для сравнения влияния формы тока постоянного и асимметричного на эффективность растворения железного скрапа в процессе гальванокоагуляции были проведены исследования. Данные эксперимента приведены в табл. 2., где: 1 – без наложения внешнего электрического поля; 2 – при наложении внешнего электрического поля при обработке постоянным током; 3 – при обработке асимметричным переменным током.

Таблица 2.

№ опы та	pH _{исх}	$C_{\text{исх}}^{\text{Cu}^{2+}}$, мг/дм ³	Т, мин	$C_{\text{ост}}^{\text{Cu}^{2+}}$, мг/дм ³	$C^{\text{Fe}_{\text{общ.}}}$, мг/дм ³	$i_{\text{пр.}}$, мА/с м ²	$i_{\text{обр.}}$, мА/с м ²	τ_1 , с	τ_2 , с	Э, %
1	2,3	100	3,30	0,51	28,6	–	–	–	–	99,49
2	2,3	100	3,30	0,38	78,16	7,0	–	–	–	99,62

3	2,3	100	3,30	0,03	97,19	7,0	14,0	60	10	99,97
---	-----	-----	------	------	-------	-----	------	----	----	-------

Из таблицы видно, что при обработке асимметричным переменным током, эффективность растворения железной стружки значительно возрастает из-за депассивации ее поверхности.

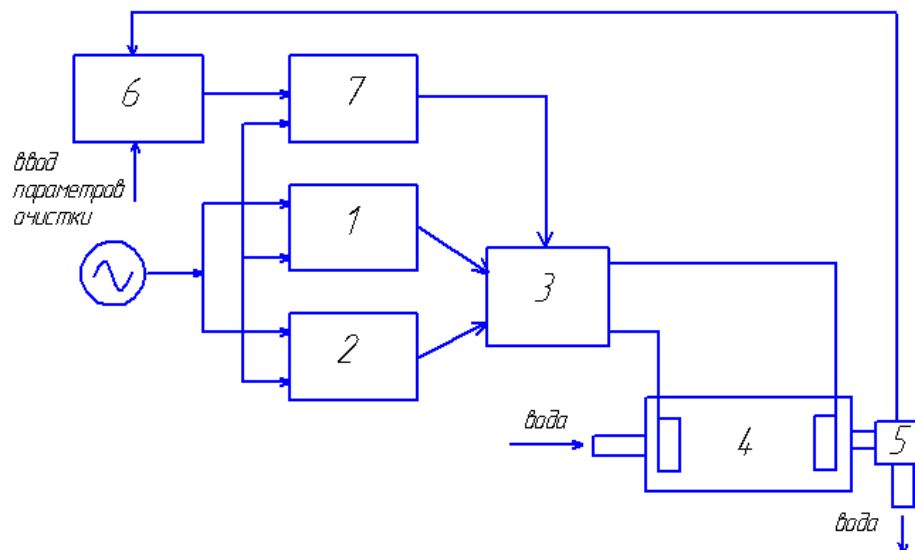


Рис.2. Схема устройства для получения асимметричного тока: 1 – управляемый источник прямого тока; 2 – коммутатор тока; 3 – электролизер; 4 – блок; 5 – датчики контролируемые параметры очистки сточных вод, компьютер; 6 – блок; 7 – управления коммутатором тока и источниками прямого и обратного тока электролизера

Для получения асимметричного тока разработано устройство, схема которого представлена на рис. 2 содержащее управляемые источники питания прямого и обратного тока, соединённые с коммутатором тока; блок управления коммутатором тока; соединённый с электродами гальванокоагулятора, гальванокоагулятор для очистки сточных вод и блок датчиков контролируемых параметров очистки сточных вод. Управляемые источники питания прямого и обратного тока электролизёра выполнены в виде импульсных преобразователей тока, а коммутатор тока выполнен в виде ключевого инвертора тока на полупроводниковых приборах [5]. Данное устройство обеспечивает увеличение ресурса работы установки и возможность автоматизации процесса очистки сточных вод. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности и возможности стабильной и эффективной очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, путем гальванокоагуляции при использовании углеродминерального сорбента при одновременном наложении асимметричного переменного тока.

Список литературы

1. Чантурия В.А. Гальванохимические методы очистки техногенных вод. Теория и практика/В.А. Чантурия, П.М. Соложенкин – М.: ИКЦ Академкнига, 2005г., 205 с.
2. Соложенкин П.М. Перспектива практического применения гальванохимических процессов для очистки сточных вод / П.М. Соложенкин // Химическая технология 2004, №4, с. 39–46.

3. Авт. свид. SU 1611886, дата приоритета 01.08.1988, опубл. 07.12.1990, Ганцевич Г.Л. и др.
4. Пат. 2057080 РФ, 6 C02 F1/46 Способ очистки сточных вод и устройство для его осуществления / А.А. Рязанцев, А.А. Батоева - № 93032344/26; заявл. 18.06.93; опубл. 27.03.96.
5. Пат. 2431231 РФ, Устройство для получения асимметричного тока / Т.И. Халтурина, Ю.В. Хомутова, О.В. Чурбакова, Т.А. Курилина - № 2010131777; заявл. 28. 07.2010; опубл. 10.10.2011.
6. Авт. свид. SU981240, дата приоритета 18.01.80, опубл. 15.12.82, Бю. №46; Халтурина Т.И. и др.