

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Гурова А. В.

**Научные руководители – профессор Халтурина Т.И.;
инженер Курилина Т.А.**

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Соединения меди, выносимые сточными водами гальванического производства, относятся к высокотоксичным соединениям, обладающими канцерогенными и мутагенными свойствами, что может вызвать тяжелое поражение живых организмов, в том числе человека. В связи с этим, работы по созданию и совершенствованию высокоэффективных методов очистки медьсодержащих сточных вод, имеют актуальное значение.

К настоящему времени разработаны и внедрены в практику различные способы очистки воды: химические, электрохимические, сорбционные, биологические.

Электрохимические методы, в частности гальванокоагуляционный метод и электрокоагуляция получили развитие как наиболее эффективные и прогрессивные. Преимущества метода гальванокоагуляции в том, что в качестве расходного материала используют отходы производства – металлическую стружку, и при этом не увеличивается солесодержание и образуется значительно меньшее количество осадка.

Механизм гальванокоагуляционной очистки медьсодержащих сточных вод определяется процессами, возникающими во время контактирования очищаемой воды и воздуха с нагрузкой. Основой метода являются электрохимические окислительно-восстановительные процессы, протекающие как между поверхностью железного скрапа и обрабатываемым раствором, так и за счет окислительно-восстановительных процессов в объеме очищаемой жидкости.

Экспериментальные исследования гальванокоагуляционного обезвреживания медьсодержащих сточных вод с использованием гальванопары: железо – углеродминеральный сорбент проводились на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» СФУ и было выявлено, что при продолжительной непрерывной работе гальванокоагуляционного модуля наблюдается ухудшение эффективности процесса очистки, т.е. с увеличением времени непрерывной работы повышается остаточная концентрация Cu^{2+} из-за возможной пассивации железной стружки, ухудшающей ее электролитическое растворение. Пассивность железной стружки объясняется образованием на ее поверхности окисной или гидроокисной пленок, препятствующих растворению, либо образованием монослоя или даже долей монослоя адсорбированного кислорода, который блокирует активные центры растворения.

Были проведены исследования по изучению возможности стабилизации процесса очистки медьсодержащих сточных вод при наложении постоянного тока.

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Табл. 1.

Т, ч	1	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
$C_{ост.}^{Cu^{2+}}$ 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

Как видно, 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. Асимметричный переменный ток – импульсный ток специальной формы с различными величинами амплитуд и длительностей положительных и отрицательных полярностей.

Изучалось влияние наложения асимметричного тока на эффективность гальванокоагуляционной очистки в диапазоне 0,5–1,5 кВт ч/м³.

Для сравнения влияния формы тока постоянного и асимметричного на гальванокоагуляцию были проведены эксперименты по изучению эффективности растворения железного скрапа. Полученные данные приведены в табл. 2.: 1 – без наложения внешнего электрического поля; 2 – с наложением внешнего электрического поля при обработке постоянным током 3 – при обработке асимметричным переменным током.

Табл. 2.

№ опыта	pH _{исх}	$C_{исх}^{Cu^{2+}}$, мг/дм ³	Т, мин	$C_{ост}^{Cu^{2+}}$, мг/дм ³	$C^{Fe_{общ.}}$, мг/дм ³	$i_{пр.}$, мА/с м ²	$i_{обр.}$, мА/с м ²	$\tau_{пр.}$, с	$\tau_{обр.}$, 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

Как видно из табл. 2 при обработке асимметричным переменным током, эффективность растворения железной стружки значительно возрастает из-за депассивации ее поверхности за счет выделяющегося водорода при асимметричной переполусовке, т.е.

наложение асимметричного переменного тока с определенными значениями длительностей и амплитуд положительных и отрицательных полярностей позволяет стабилизировать процесс гальванокоагуляционного обезвреживания.

Это объясняется механизмом действия асимметричного переменного тока, при котором амплитуда и длительность импульсов отрицательной полярности, должны быть, с одной стороны достаточно большими, чтобы обеспечить равномерный эффективный электрохимический процесс, с другой стороны они не должны превышать предельного значения, чтобы не достичь величины потенциала выделения кислорода. Амплитуда импульса отрицательной полярности должна быть в 1,5 – 2 раза больше амплитуды положительной полярности, чтобы обеспечить эффективное разрушение пассивной пленки, а длительность отрицательного импульса по сравнению с положительной полярностью должна быть меньше ~ в 5–6 раз.

Таким образом, наложение асимметричного переменного тока позволяет повысить эффективность гальванокоагуляционного процесса за счет увеличения выхода по $Fe_{\text{общ}}$ и изменения характера коагуляции. После корректировки величины pH наблюдалось быстрое образование осадка и стабилизация его высоты.