

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Розинов Н. С.

Аннотация:

Согласно анализу научно-технической литературы, в результате процесса меднения в гальваническом производстве образуются сточные воды с концентрацией загрязняющих веществ, в том числе меди(II) в количестве 150 мг/л, что превышает ПДК меди в воде (1 мг/л) в 150 раз, что является основанием для разработки технологической схемы очистки сточных вод.

Разработанная технологическая схема очистки сточных вод, включает электрокоагулятор со стружечным анодом и имеет ряд преимуществ: отсутствие засоления стоков, возврат воды в производство, рН=8.5-9, допустимые нормы Cu^{2+} достигается уже через 10–20 мин. Согласно расчету конструктивных параметров электрокоагулятора со стружечным анодом для очистки стоков гальванического производства, содержащих 150 мг/л ионов меди (II) необходим электрокоагулятор с объемом 6,1 м³, высотой 2,4 м, диаметр 1,8 м, при этом эффективность очистки составит 99.33%.

Предприятие относится к первой категории, так как осуществляет обработку металлов и пластических материалов с использованием электролитических или химических процессов в технологических ваннах суммарным объемом 30 куб. метров и более. Данная деятельность соответствует критериям, установленным для объектов I категории негативного воздействия на окружающую среду.

Цеха и участки гальванических производств существенно различаются по мощности, оборудованию, номенклатуре покрытий, условиям водопотребления и водоотведения. По оценке специалистов, в настоящее время в Российской Федерации действуют гальванические цеха, в которых наносятся сотни тысяч квадратных метров покрытий в год из более 200 видов металлических и неметаллических неорганических покрытий (металлов, сплавов и конверсионных слоев (фосфатных, оксидных и др.)). Гальванические участки обычно насыщены самым разнообразным оборудованием. Требования, предъявляемые к качеству используемой воды, высоки [1].

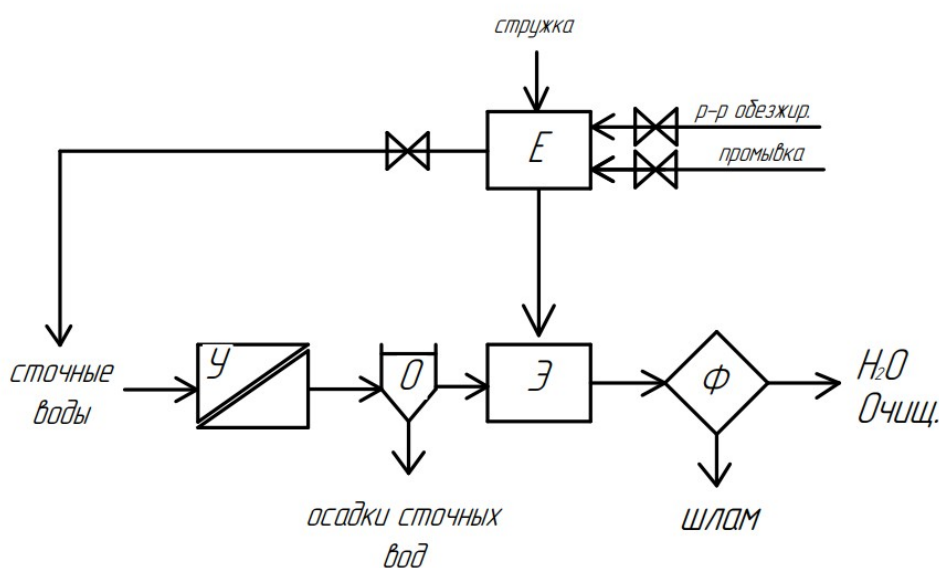
Сточные воды гальванического производства характеризуются сложным химическим составом, включающим тяжелые металлы (цинк, никель, хром, медь, кадмий, свинец), кислоты (серная, соляная, азотная), щелочи (гидроксид натрия, калия), цианиды, соли металлов (сульфаты, хлориды), поверхностно-активные вещества, органические загрязнители (масла, жиры) и взвешенные частицы. Они отличаются высокой токсичностью, повышенной минерализацией, значительными колебаниями рН (от сильноокислых до сильнощелочных значений) и могут содержать устойчивые комплексные соединения, что требует применения многоступенчатых методов очистки, таких как нейтрализация, осаждение, окисление, ионообменные и электрохимические процессы. Согласно анализу научно-технической литературы, в результате процесса меднения в гальваническом производстве образуются сточные воды с концентрацией загрязняющих веществ, в том числе меди(II) в количестве 150 мг/л, что превышает ПДК меди в воде (1 мг/л) в 150 раз, что является основанием для разработки технологической схемы очистки сточных вод.

Широко используемой является реагентная, при которой тяжелые металлы (Cr^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} и др.) посредством щелочного реагента переводятся в практически нерастворимые гидроксиды этих металлов и выделяются из водной среды отстаиванием и фильтрованием [2].

В качестве щелочных реагентов, вводимых в очищаемый сток, используются сода (кальцинированная или каустическая) или гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известковое молоко).

Разработана технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства, где ключевым элементом является электрокоагулятор. Ферритная стружка

заранее подготавливается и проходит такие процессы, как обезжиривание, промывку, и поступает в электрокоагулятор. Первой стадией является поступление сточной воды в усреднитель, где выравниваются их качественные и количественные показатели - концентрация загрязнений, рН и температура, что обеспечивает стабильность последующих стадий обработки. Далее вода попадает в отстойник, где происходит механическое осаждение крупных взвешенных частиц. Образующийся при этом осадок периодически удаляется для дальнейшей утилизации. Основной этап очистки происходит в электрокоагуляторе, где под действием электрического тока происходит растворение металлических электродов. Образующиеся ионы металлов Fe^{3+} выполняют роль коагулянтов, связывая растворенные тяжелые металлы (медь) в нерастворимые хлопьевидные гидроксиды. Затем смесь поступает в фильтр, где происходит разделение суспензии на очищенную воду и шлам.



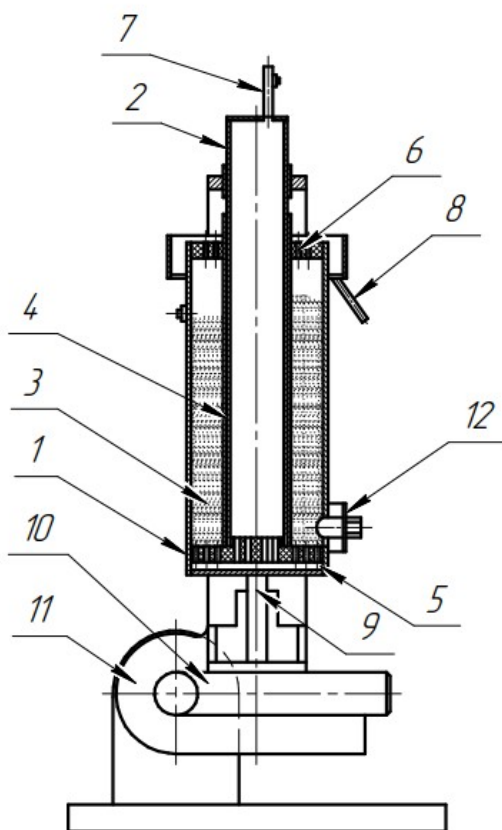
Е – емкость накопительная, У – усреднитель, О - отстойник, Э – электрокоагулятор, Ф - фильтр

Рисунок 1 - Технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства

Предложено использование в качестве основного осаждающего реагента наноконпозиции ферроферригидрозоля, полученной анодным растворением железной стружки. ФФГ — это нечетко определённая композиция и структура, сформировавшаяся в процессах гидролиза ионов железа и полимеризации в водном растворе электролита. Такие системы имеют переизбыток энергии, поэтому отличаются особенной реактивностью и адсорбирующими свойствами. Показано, что полученный осадок в виде структурно прочного феррита (шпинели) относится к шламам 4 класса токсичности и имеет размер 0,2-0,8 мкм.

Электрокоагулятор со стружечным анодом – это усовершенствованная конструкция электрокоагулятора для очистки промышленных сточных вод. Изобретение направлено на повышение эффективности электрохимической обработки стоков за счет оптимизации конструкции электродной системы и гидродинамических характеристик аппарата. Работа установки основана на анодном растворении металлов с последующим формированием их гидроксидов, выступающих в качестве эффективных коагулянтов. Образующиеся хлопья захватывают взвешенные частицы, коллоидные системы и растворенные ионы тяжелых металлов, формируя легко осаждаемые агрегаты. Особенностью данного изобретения является возможность регулирования процесса коагуляции путем изменения угла наклона

электродов, что позволяет адаптировать аппарат к различным составам сточных вод без изменения его основных геометрических параметров. Электрокоагулятор со стружечным анодом представлен на рисунке 2.



1 – корпус-анод; 2 – трубчатый катод; 3 – металлическая стружка; 4 – диэлектрическая перегородка; 5 – перфорированное днище из диэлектрического материала; 6 – перфорированная крышка из диэлектрического материала; 7 – штуцер для подачи сточной воды; 8 – штуцер для отведения воды на последующее осветление; 9 – вал для соединения с редуктором и электродвигателем; 10 – редуктор; 11 – электродвигатель; 12 – люк для загрузки и удаления стружки

Рисунок 4 – Электрокоагулятор со стружечным анодом

Разработанная технологическая схема очистки сточных вод, включает электрокоагулятор со стружечным анодом и имеет ряд преимуществ: отсутствие засоления стоков, возврат воды в производство, $pH=8.5-9$, допустимые нормы Cu^{2+} достигается уже через 10–20 мин. Согласно расчету конструктивных параметров электрокоагулятора со стружечным анодом для очистки стоков гальванического производства, содержащих 150 мг/л ионов меди (II) необходим электрокоагулятор с объемом $6,1 м^3$, высотой 2,4 м, диаметр 1,8 м, при этом эффективность очистки составит 99.33%.

Согласно результатам расчета экономической эффективности срок окупаемости системы обезвреживания сточных вод составит 11 месяцев, исключительно быстро благодаря высокой стоимости сверхнормативных платежей, на каждый вложенный рубль система приносит 1,06 рубля экономии, что выгодно даже с учетом эксплуатационных расходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ИТС НДТ 36-2024 Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов.
2. Очистка сточных вод гальванических производств реагентным методом / А.В. Никулин, Ю.С. Мороз, Н.А. Третьякова // Современные проблемы науки и образования. — 2020. — С. 65-72.
3. Ферроферригидрозоль из наночастиц и его применение для очистки сточных вод гальванопроизводств / Л. Будкина, С. Шкундина // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. — 2011. — № 2. — С. 59-64.
4. Современное гальваническое производство и его экологизация / А.Н. Смирнов, И.В. Кузнецова // Экология и промышленность России. — 2023. — № 5. — С. 34-41.
5. Ферроферригидрозоль из наночастиц и его применение для очистки сточных вод гальванопроизводств / А.С. Петров, В.Г. Сидоров // Промышленная электроника. — 2011. — № 2. — С. 59-64.

1. Евдокимов Ю.К. Распределенные измерительные среды и континуум-измерения: принципы, топология, алгоритмы // Нелинейный мир. 2007. Т. 5. № 10–11. С. 639–656.
2. *Tayfun Cimen*. State-dependent riccati equation (SDRE) control: A survey // Proc. of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control, July 6–11, 2008. Seoul, Korea, 2008.
3. Козлов К.Д. Факторы эффективности эксплуатации нетрадиционных источников электрической энергии [Электрон. ресурс] / К.Д. Козлов. // Электроэнергетика онлайн. – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.electro-online.ru>.
4. Необходимая информация о языке программирования Python. – Текст: электронный. – 2024. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/python> (дата обращения: 22.02.2024).

Abstract:

According to the analysis of scientific and technical literature, as a result of the copper plating process in electroplating, wastewater is formed with a concentration of pollutants, including copper(II) in the amount of 150 mg/l, which exceeds the maximum permissible concentration of copper in water (1 mg/l) by 150 times, which is the basis for the development of a technological treatment scheme. waste water. The developed technological scheme for wastewater treatment includes an electrocoagulator with a chip anode and has a number of advantages: no salinization of wastewater, return of water to production, pH=8.5-9, permissible Cu²⁺ levels are reached after 10-20 minutes. According to the calculation of the design parameters of an electrocoagulator with a chip anode, an electrocoagulator with a volume of 6.1 m³, a height of 2.4 m, and a diameter of 1.8 m is required to purify electroplating effluents containing 150 mg/l of copper (II) ions, with a cleaning efficiency of 99.33%.