

фізико-хімічними дозволяє одержати гарантовану якість води, скоротивши при цьому витрати на її очищення.

Запропонована технологічна схема комбінованого очищення пройшла випробування в лабораторних умовах для очищення води каналу Сіверський Донець.

Блок біологічного предочищення являв собою триступінчастий реактор. Час перебування води в реакторі – 2,5 години. У процесі біологічного очищення природної води ефективність по нафтопродуктах становила 98%, по ХПК – 75%, по залізу – 70%, по солевмісту – 30%, спостерігалось також зниження кольоровості і мутності води.

Після біологічного очищення у воді залишалися головним чином гумінові речовини і неорганічні дрібнодисперсні частки. Наступна обробка в блоці фізико-хімічного очищення забезпечувала необхідну якість води.

Таким чином, у зв'язку з забрудненням природних водяних джерел необхідно використовувати для водоочищення комбіновані технології, які включають біологічні і фізико-хімічні методи.

1. Дослідження по визначенню забруднювачів природних джерел України та реального рівня очистки стічних вод, які скидаються у водойми // Програма семінару "Основні положення проекту закону України "Про питну воду". – 24.02.2000р.

2. Програма охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки Донецької області на 2001-2005 рр. – Донецьк: Новый мир, 2001. – 176с.

3. Кузьменко М.И. Роль водорослей в трансформации органических веществ / Сб.: Микробиология очистки воды. – К.: Наукова думка, 1982. – С.127.

4. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 1980 – 278с.

5. Dirk van Kooy D., Veenendaal H.R. // Water Supply. – 1994. – 12, N 12. – P. 1-7.

6. Dirk van Kooy D. et al. Determining the Concentration of Easily Assimilable Organic Carbon in Drinking Water. // S.AWWA. – 1982. – 74, N10. – P.540.

7. Miltner R.J. et al. Treatment of Seasonal Pesticides in Surface Waters. // S.AWWA. – 1989. – 81, N1. – P.43.

8. Гончарук В.В., Клименко Н.А., Савчина Л.А. и др. // Химия и технология воды. – 2000. – 22, №5. – С.487-503.

Отримано 27.09.2002

УДК 628.349.08

Ю.В.ЛЕВЧЕНКО

ООО "Экотех", г.Харьков

## **СХЕМА ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ГП ХМЗ "ФЭД" (г.ХАРЬКОВ) НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Разработана аппаратурно-технологическая схема безреагентной электроимпульс-

ной очистки промывных гальванических сточных вод с замкнутым водооборотом, позволяющая до 90% очищенной воды повторно вернуть на операции промывки. Выполнено технико-экономическое обоснование, показавшее перспективность применения электроимпульсной очистки отработанной воды. Проведены экспериментальные исследования, позволившие определить удельные энерготехнологические показатели процесса.

Технология очистки гальванических сточных вод разработана на базе безреагентного электроимпульсного метода очистки воды [1]. Электроимпульсный метод позволяет осуществлять очистку воды от различных загрязнений до предельно допустимых норм в широком интервале составов и концентраций, и вернуть в оборотный цикл до 90% воды.

Метод основан на обработке воды в слое гранулированного металла током импульсных разрядов, эффективно разрушающих и нейтрализующих загрязнения, содержащиеся в воде, с последующей их сорбцией активным оксигидратом металла, создаваемым этими же разрядами. Плазменный разряд между частицами металла сопровождается высокой температурой, ударной волной, кавитационными процессами и электромагнитным излучением. Воздействие этих жестких физических факторов на воду и содержащиеся в ней загрязнения вызывает разрушение структуры воды и загрязнений и активирует их фрагменты с образованием возбужденных и ионизированных атомов и молекул, радикалов, свободных электронов, с последующим образованием озона и пероксида водорода, что приводит к нейтрализации загрязнений в окислительно-восстановительных реакциях. Одновременно в импульсном разряде происходит поверхностное плавление металла и его жидкофазное диспергирование в воду. Частицы жидкого металла окисляются водой с образованием активных гидроксидов металла и водорода. Нейтрализованные загрязнения сорбируются гидроксидом металла и извлекаются из воды в процессе коагуляции.

Достоинством электроимпульсного метода очистки воды является его универсальность, позволяющая производить очистку воды различных категорий от любых загрязнений и их композиций, отсутствие химических реагентов, малостадийность процесса, компактность оборудования.

Эффективность электроимпульсной очистки, по данным экспериментов, характеризуется снижением загрязнений в воде по ионам тяжелых металлов ( $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ) на 95-99%.

Электроимпульсный метод чрезвычайно эффективен для обеззараживания воды от высокотоксичных соединений хрома и цианидов. Реакции восстановления шестивалентного хрома и окисления циани-

дов до безопасных ферро- и феррицианидов в электроразрядном реакторе протекают с высокими скоростями и полностью в кислой, нейтральной и щелочных средах.

Высокая эффективность и универсальность электроимпульсной очистки обусловлена химической активностью электродиспергированного металла, связанной с формированием мелкокристаллической структуры оксигидратного комплекса в метастабильном состоянии с большой концентрацией дефектов структуры, образующихся при высоких скоростях охлаждения капель; высокой химической активностью коагулянта и быстрым его формированием, малым временем процесса коагуляции с образованием плотного осадка малого объема. Все это позволяет создать высокоскоростной процесс очистки воды со временем пребывания ее в активной зоне несколько секунд, для реализации которого требуется малогабаритное высокопроизводительное оборудование.

Особенностью электроимпульсного безреагентного метода очистки воды является то, что он базируется на дешевом сырье (металлизированные железорудные окатыши или металлическая стружка) и характеризуются малой материалоемкостью, низкими капитальными и эксплуатационными затратами, легкостью управления и автоматизацией.

Эффективность и универсальность метода обусловлены оптимальными характеристиками импульсных разрядов в воде и высокой активностью электрогенерированного оксигидратного комплекса, с высокой сорбционной емкостью.

Аппаратурно-технологическая схема установки электроимпульсной очистки сточных вод состоит из двух линий для обработки кислотнo-щелочных и хромсодержащих стоков ( $140 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ) и очистки цианистых стоков ( $10 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ).

Необходимость двух линий очистки обусловлена спецификой цианистых и кислотнo-щелочных стоков, требующих разных энерготехнологических режимов.

Основными загрязнителями в кислотнo-щелочных стоках являются, никель —  $34 \text{ мг/л}$ , медь —  $47 \text{ мг/л}$ , железо —  $16 \text{ мг/л}$ , хром —  $3 \text{ мг/л}$ , хлориды —  $1500 \text{ мг/л}$ , сульфаты —  $1300 \text{ мг/л}$ ,  $\text{pH} = 6$ , электропроводность  $0,9 \text{ мСм/см}$ . Цианистые стоки содержат: цианиды  $8,4 \text{ мг/л}$ , тяжелые металлы — в сумме  $5 \text{ мг/л}$ , хлориды  $80 \text{ мг/л}$ , сульфаты  $160 \text{ мг/л}$ ,  $\text{pH} = 8,8$  и электропроводность  $0,85 \text{ мСм/см}$ .

После очистки на экспериментальном электроимпульсном оборудовании фирмы «Экотех» в воде содержится ( $\text{мг/л}$ ): хром (III) —  $0,05$ ; хром (VI) —  $0,005$ ; никель, медь, железо —  $0,05$ ; хлориды —  $100$ ; сульфа-

ты-50; цианиды – не обнаружены; рН = 8,0; электропроводность – 0,39 мСм/см.

Очищенная вода соответствует нормам на промывную воду для гальванических производств и возвращается на стадии промывки.

Технологическая схема установки очистки состоит из двух накопителей-усреднителей; трех электроразрядных реакторов, питаемых от генераторов импульсных токов; накопителя обработанной воды; отстойника; двух фильтров-осветлителей; сборника и сепаратора осадка; резервуара чистой воды; насосов; запорно-регулирующей аппаратуры; приборов контроля и управления.

Аппаратура может работать в режиме ручного и автоматического управления.

Сырьем для процесса служит стальная стружка.

Удельный расход электроэнергии и стружки составляет 1,2-1,5 кВтч и 50-70 г стружки на 1 м<sup>3</sup> очищенной воды соответственно.

Стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> сточных вод в 1,8 раза ниже, чем при сбросе на очистные сооружения ХАЗа. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на строительство установки – 4,8 года.

Технико-экономический анализ показывает, что применение электроимпульсной технологии обеспечивает комплексную очистку сточных вод на базе высокоэффективного и малогабаритного оборудования, позволяет вернуть 90% воды для повторного использования, повысить экологическую чистоту производства.

1. Левченко Ю. Электроимпульсный метод обработки сточных вод // Сборник научных трудов ДПИ. – Макеевка, 2001. – С. 231.

*Получено 26.09.2002*

УДК 504.4.054.001.5

Е.А.ДМИТРИЕВА, канд. техн. наук, А.А.ВЕРНИЧЕНКО, канд. биол. наук,  
О.В.РЫБАЛОВА, Н.Н.САВЧЕНКО

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г.Харьков*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВООЧЕРЕДНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

В статье рассмотрен гигиенический и экологический подход к определению допустимой антропогенной нагрузки на водные экосистемы. С целью идентификации региональных проблем водопользования авторами разработан комплексный эколого-гигиенический показатель потенциального состояния водных объектов. Оценка этого