

Таким образом, к основным преимуществам технологии фотохимической очистки вентиляционных выбросов относятся высокая эффективность очистки вентиляционных выбросов от токсичных соединений, эффективное устранение специфических запахов, простота конструкции фотохимического реактора, высокая надёжность и простота эксплуатации технологического оборудования, высокая энергоэффективность и низкая себестоимость процесса очистки на фотохимическую очистку вентиляционных выбросов, которая в 10 - 20 раз ниже, чем при применении технологии «прямого дожига», лёгкая возможность встраивания в существующую вентиляционную систему.

### Выводы

Учитывая особенности эксплуатации систем и сооружений водоотведения для очистки, дезодорации и обеззараживания вентиляционных выбросов из канализационных очистных сооружений и насосных станций, разработанные технологические схемы с использованием установок серии ОБП08, обеспечат их рациональную

эксплуатацию и экологическую надёжность.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Эпоян С.М., Штонда И.Ю., Шаляпин С.М., Шаляпина Т.С., Зубко О.Л., Штонда Ю. И. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - 2015. - Вип. 1(79). - С. 237 – 241.
2. Эпоян. С.М., Штонда И.Ю., Штонда Ю.И., Шаляпин С.Н., Шаляпина Т.С., Зубко А.Л. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях при использовании ультрафиолетового излучения. // Motrol. Commission of motorization and energttics in agriculture. – Volume 15 №6. – Lublin - Rzeszow. – 2013. С. 85-92.
3. Шаляпин С.Н., Штонда И.Ю., Шаляпина Т.С., Зубко А.Л., Штонда Ю. И. Очистка вентиляционных выбросов канализационных насосных станций и малых очистных сооружений с использованием озона и ультрафиолетового излучения // Виробничо – практичний журнал «Водопостачання та водовідведення». – Київ – 2015. - №4/15. – С. 66-68.

УДК 628.3 (075.8)

**Эпоян С.М.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**Мовчан С.И.**

*Таврический государственный агротехнологический университет*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Постановка проблемы и актуальность исследований.** Большую часть сточных вод промышленных предприятий составляют сточные воды гальванических участков. Только со стоками гальванического производства в водные объекты попадают тысячи тон высокотоксичных отходов тяжёлых металлов. Среди них такие как цинк – 3,3 тыс.т, никель –2,4 тыс.т, хром – 0,5 тыс.т и др., которые способны накапливаться в природных водных объектах, существенным образом нарушая гидробиологические процессы и водный режим рек [1,2].

Кроме ионов тяжёлых металлов, гальванические отделения содержат взвешенные вещества, масла- и нефтепродукты, механические примеси и др. компоненты, которые существенным образом влияют на процесс работы систем оборотного водоснабжения, требуя дополнительных капитальных вложений в части очистки от имеющихся загрязнений и утилизации отходов, образующихся от предыдущих технологических операций.

Поэтому, разработка новых технических решения и модернизация существующих способов интенсификации работы

систем оборотного водоснабжения является актуальной задачей водохозяйственного комплекса страны.

**Обоснование направления исследований.** Эффективная работа систем оборотного водоснабжения возможна по различным направлениям. Одним из направлений является уменьшение использования воды в системах водоснабжения за счёт использования экстенсивных технологий и рационального ведения водного хозяйства отдельных производственных участков. Другое направление состоит в обеспечении экологической безопасности на каждом из этапов работы систем оборотного водоснабжения. Ещё одно направление позволяет извлекать ценные компоненты из сточных вод и утилизировать отходы этого же производства.

Разработан и апробирован комплексный подход к работе систем оборотного водоснабжения по трём взаимосвязанным направлениям, которые рассматриваются в работах [3, 4]. Комплексный подход состоит в повышении эффективности обработки сточных вод, определении качества очистки стоков и обеспечении экологической безопасности при обработке образующихся отходов от предыдущих технологических операций [4, 5].

При выборе интенсивного направления работы систем оборотного водоснабжения, поставленные задачи решались с учётом технических, технологических, экологических и экономических задач (рис. 1)



Рис. 1. Блок-схема направления исследований в системах оборотного водоснабжения

Обеспечение технической новизны разработанных способов определяет конкурентность, что создаёт условия для дальнейшего развития систем оборотного водоснабжения в части очистки сточных вод.

**Анализ последних достижений.** В последнее время, при обработке сточных вод с использованием реагентов, наметилась тенденция по следующим направлениям: коагуляции, нейтрализации и химическом осаждении (рис. 2) [1,6].

**Цель** данного исследования состоит в дальнейшем развитии теоретических основ рациональной эксплуатации систем

оборотного водоснабжения за счёт эффективной обработки сточных вод реагентами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи связанные с работой систем оборотного водоснабжения в части обработки сточных вод. Главная задача состоит в стабилизации обработки стоков на высоком уровне и дальнейшей оптимизацией компонентов, используемых реагентов (количества, состава и последовательности их введения).



Рис. 2. Основные этапы развития и сущность использования реагентов в технологических процессах.

**Результаты исследований.** Всё большее распространение в практике работы систем оборотного водоснабжения получает обработка сточных вод с использованием реагентов. Использование реагентов позволяет решать технические задачи, которые функционально связаны с работой системы водоснабжения и оптимальным использованием воды в системах оборотного водоснабжения.

Согласно разработанных технических решений предлагается блок-схема представленная на рис. 3.

Обязательным условием использования предлагаемой технологической схемы является разделение сточных вод на кислые, щелочные и промывные воды, что позволяет обрабатывать сточные с высокими начальными концентрациями.

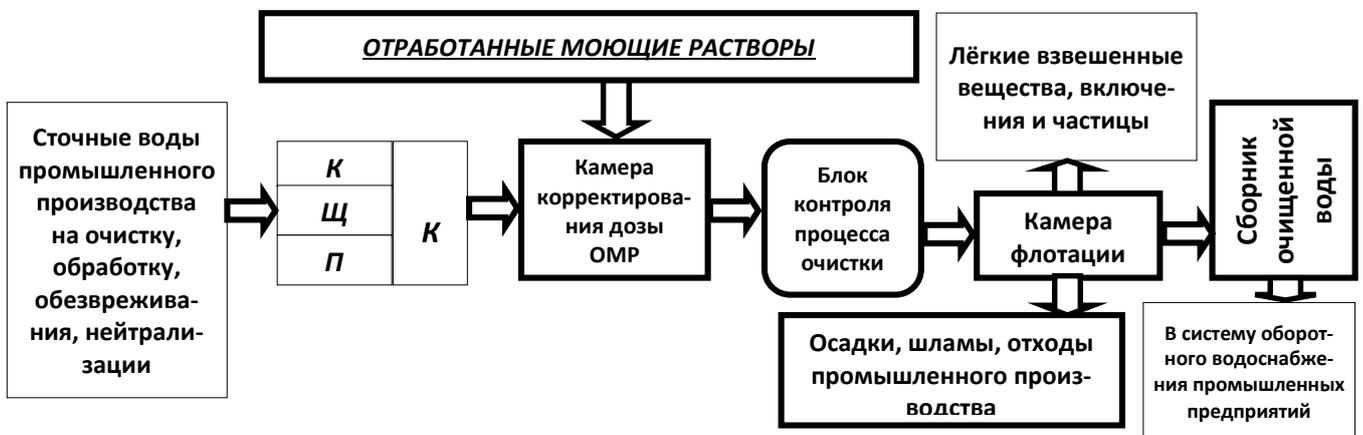


Рис. 3. Блок-схема технологии с использованием отработанных моющих растворов

Эффективную очистку сточных вод с ионами тяжёлых металлов проводили в несколько этапов. Их техническая новизна подтверждена патентами на полезную модель и апробирована в промышленных условиях (табл. 1).

Разработанные технические решения позволяют стабилизировать обработку сточных вод с высокими начальными концентрациями ионов тяжёлых металлов и наличием других загрязнений [7, 8].

Таблица 1 - Результаты исследований в граничных пределах и оптимальных значениях с использованием химических компонентов в качестве отработанного моющего раствора

Соотношение химических компонентов ОМР к шестивалентному хрому 1 к од. 4 (5, 6) на 1 к од 4 (5, 6)						Эффективность очистки от ионов тяжёлых металлов, %				
ПАР	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	NaOH	Cr <sup>6+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
0,05-0,5	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-1,5	-	-	99,9	99,2	98,0	70,0	-
0,05-0,5	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-1,5	-	-	100,0	99,5	98,5	75,5	68,0
-	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-0,5	0,05-1,5	-	100,0	99,4	98,0	98,0	-
0,05-0,5	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-1,5	0,05-0,5	0,05-0,5	100,0	99,6	98,5	98,0	72,0
0,05-0,5	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-1,5	0,05-0,5	0,05-0,5	100,0	99,2	99,5	99,5	80,0
0,05-0,5	0,05-0,5	0,25-2,5	0,15-1,5	0,15-0,5	0,05-0,5	100,0	99,6	99,5	99,5	84,0

Затраты электрической энергии и электрического заряда способствуют увеличению степени очистки создавая условия увеличения скорости флотации гидроксидов тяжёлых металлов в пенный слой [9, 10].

гальванического производства способствует адсорбционной способности изменяя условия взаимодействия с загрязнениями [3, 11].

Уменьшение количества отходов

Практическая реализация разработанных технических решений и их преимущества представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Технологическая сущность и практическая реализация обработки сточных вод химическими компонентами отработанного моющего раствора

Формула химических компонентов ОМР	Преимущества и их практическая реализация
Cr <sup>6+</sup> : Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> : Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : = = 1 : (0,15 ... 0,5) : (0,15 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5)	Уменьшается себестоимость обработки сточных вод за счёт упорядочения ведения водного хозяйства гальванических отделений им количества используемой воды.
Cr <sup>6+</sup> : Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> = 1 : (0, 05 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,25 ... 2,5) : (0,15 ... 1,5)	Способствует эффективному удалению масел, нефтепродуктов и других растворов и соединений на их основе
Cr <sup>6+</sup> : ПАР : NaOH : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> : Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> = = 1 : (0, 15 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,15 ... 0,5) : (0,15 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5)	Ограничено образование количества взвешенных веществ, ограничивает влияние на электродную систему камеры реакции и ускорению образованию флотокомплексов в пенном слое.
Cr <sup>6+</sup> : ПАР : NaOH : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> : Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> = = 1 : (0, 15 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,15 ... 0,5) : (0,15 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5) : (0,05 ... 0,5)	Уменьшается количество шламов, шламов и отходов гальванического производства, ограничивающих влияние на окружающую среду и обеспечивающих экологическую безопасность

Основными преимуществами разработанной технологии является повышение эффективности и стабилизация

очистки стоков; широкий спектр обработки с высокими начальными концентра-

циями; используются отходы гальванического производства; уменьшение образующихся объёмов и шламов.

Таким образом, определено соотношения и эффективные режимы и параметры обработки сточных вод с использованием реагентов, которые позволяют обеспечить снижение негативного действия ионов тяжёлых металлов на окружающую среду, значительно уменьшить использование воды в системах оборотного водоснабжения, значительно сократить производственные площади под оборудованием, и, значительно сократить затраты электрической энергии на обработку стоков путём стабилизации технологических операций.

**Выводы.** Основными выводами, имеющими практическую реализацию, являются следующее.

1. В лабораторных условиях исследовано, что химические компоненты используемые в качестве реагентов стабилизируют процесс обработки сточных вод гальванических отделений. Их количество, состав и порядок введения позволяют производить обработку стоков с высокими начальными концентрациями.

2. В производственных условиях исследованы эффективности обработки сточных вод в аппаратах электрофлоткоагуляции с введением реагентов. Получены зависимости между удельными затратами электрической энергии, электрического заряда и эффективностью обработки сточных вод, которые определяют работу водоочистного оборудования при оптимальных технологических режимах.

3. Установлено, что использование определённых реагентов возможно при различном их сочетании, при соблюдении количества и порядка их введения. Однако, необходимо придерживаться времени введения химических компонентов на минимальном уровне.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Запольський А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод/ А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздяк, Т.В. Князькова. // Підручник. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

2. Теоретические основы очистки воды: навч. посібн. / [В.Н. Чернышов, Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко]. – Донецк, «Ноулидж», 2009.- 127 с.
3. Мовчан С.И. Интенсификация работы оборотных систем водоснабжения / С. И. Мовчан. MOTROL. Commission of motorization and energetic in agriculture. – 2013, Vol. 15, No. 6, 157 – 164.
4. Сизова Н.Д. Использование моделирования в процессе очистки сточных вод для интенсификации работы оборотных систем водоснабжения/ Н.Д. Сизова, С.М. Епоян, С.І. Мовчан // Науковий вісник будівництва. – Харків ХНУБА ХОТВАБУ, 2014. – Вип. 2 (76). - С. 132 - 136.
5. Мовчан С.И. Обработка параметров частиц водных растворов при интенсификации работы оборотных систем водоснабжения / С.И. Мовчан. MOTROL. Commission of motorization and energetic in agriculture. – 2014, Vol. 16, No. 6. 141-150.
6. Мацнев А. І. Водовідведення на промислових підприємствах / А.І. Мацнев, Л.А. Саблій. – Рівне: Українська державна академія водного господарства, 1998. – 219 с.
7. Пат. № 9877А Україна, МПК<sup>7</sup> C02F1/46. Спосіб обробки стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств / С.І. Мовчан.- – Заявка № у 2005 03515; заявл. 14. 04.2005, опубл. 17.10.2005, Бюл. № 10.
8. Пат. № 45347 Україна, МПК<sup>7</sup> C02 F 1/46. Спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва / С.І. Мовчан. – Заявка № у 2009 04539, заявл. 07. 05. 2009; опубл. 10. 11.2009, Бюл. № 21.
9. Патент на корисну модель № 64255 Україна, МПК<sup>7</sup> C02 F1/46. Спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва комплексом хімічних компонентів / С.І. Мовчан, М.В. Морозов. – Заявка № у 2010 132249, заявл. 08. 11. 2010; опубл. 10. 11. 2011, Бюл. № 21.
10. Патент на корисну модель № 94243 Україна, МПК<sup>7</sup> C02 F1/46 (2006.01). Спосіб каскадного очищення стічних вод / С.І. Мовчан. – Заявка № у 2014 03882, заявл. 14.04.2014; опубл. 10. 11. 2014, Бюл. № 21.
11. Патент на корисну модель № 97943 Україна, МПК<sup>7</sup> (2014.11.09) C02 F11/00. Спосіб очищення стічних вод, які утворюються у гальванічних відділеннях / С.І. Мовчан. – Заявка № у 2014 11865; заявл. 09.10.2014, опубл. 10.04.2015, Бюл. № 7.