

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Т.И. Халтурина, канд. хим. нау, профессор, **Е.А. Веснина**, аспирант
(ФГАОУ ВО «СФУ» г. Красноярск)

В работе представлены результаты исследования процесса обезвреживания хромсодержащих сточных вод гальванического производства по возможности утилизации отходов металлургического производства: железной стружки и гранулированного металлургического шлака, в качестве сырья для получения раствора коагулянта. Для определения математических моделей процесса очистки стоков от ионов Cr^{6+} применялось планирование эксперимента по методу Бокса-Хантера. Концентрация ионов хрома определялась на атомно-абсорбционном спектрометре 3300 производства фирмы Perkin-Elmer с пламенным атомизатором. Анализ химического состава осадка проводился термогравиметрическим методом на приборе NETZSCH STA 449F1 в режиме ДСК-ТГ, в атмосфере Ar , в диапазоне 30/20.0 (К/мин)/1000 и рентгенофазовым методом на дифрактометре ADVANCE-D8 фирмы Bruker-AXS (Germany).

Термогравиметрический и рентгенофазовый анализ позволили установить состав и структуру осадков, образующихся после нейтрализации сточных вод, прошедших фильтрацию или реагентную обработку смешанным коагулянтом для утилизации. Установлено, что осадок содержит гетит, магнетит, гематит, при этом дифракционные максимумы, относящиеся к Cr_2O_3 перекрываются линиями гематита. Наличие в осадках оксигидратных форм железа играет важную роль в процессе обработки хромсодержащих стоков, поскольку они имеют большую внутреннюю и поверхностную энергию, а следовательно, сорбционную способность. В результате исследований показана возможность утилизации отходов металлургического производства при обезвреживании хромсодержащих сточных вод.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ХРОМА

Т.И. Халтурина, канд. хим. наук, профессор (ИСИ СФУ, г. Красноярск), **А.Г. Бобрик**, аспирант (ИСИ СФУ, г. Красноярск)

Одним из эффективных методов обезвреживания хромосодержащих сточных вод является гальванокоагуляционная обработка. Однако, как и все методы очистки промышленных сточных вод, она имеет свои преимущества и недостатки, поэтому целью исследований была возможность интенсификации предлагаемого способа очистки сточных вод при использовании гальванопары: Fe – активированный уголь и применении рециркуляции части осадка.

Изучение процесса очистки сточных вод, содержащих ионы шестивалентного хрома, проводились путем гальванокоагуляции при использовании гальванопары: Fe – активированный уголь. Ввод рециркулируемого осадка осуществляли после гальванообработки. Доза вводимого осадка была установлена ранее и составляла 6% от объема стока.

Данные исследований показали, что добавление осадка положительно влияет на кинетику седиментации, значительно сокращая время осаждения хлопьев, что способствует улучшению качества очистки, при этом снижается время обработки в гальванокоагуляторе с 15 до 10 минут. Наличие в воде частичек осадка способствует укрупнению образующихся хлопьев, тем самым увеличивая их гидравлическую крупность. Это объясняется явлением контактной коагуляции, при поступлении на отстаивание скоагулированных частиц с различной степенью дисперсности, способность к слипанию под действием молекулярных сил взаимного притяжения – сил Ван-дер-Ваальса увеличивается.

Определение состава осадка было проведено с помощью дифференциально-термического анализа на приборе NETZSCH

СТА 449 F1, в диапазоне 30/20,0 (к/мин)/1000 в режиме ДСК–ТГ. Выявлено, что эндоэффект при $t=132,4^{\circ}\text{C}$, показывает удаление слабосвязанной воды. Эндотермический эффект при $t = 408,0^{\circ}\text{C}$, объясняется наличием в образце $FeOOH$.

Термический эффект при $t = 356,2^{\circ}\text{C}$, характерен для магнетита $FeO \cdot Fe_2O_3$ и мало гидратированного оксида хрома ($Cr_2O_3 \cdot H_2O$). При дальнейшем увеличении температуры наблюдается полиморфное превращение $\alpha\text{-Fe}_2O_3$ в $\gamma\text{-Fe}_2O_3$, а также возможно выделение конституционной воды и образование феррита хрома ($FeO \cdot Cr_2O_3$). Эффект при $t = 488,6^{\circ}\text{C}$, свидетельствуют о горении углерода

Установлено, что в большей мере осадок содержит оксигидратные соединения железа, играющие основную роль в процессе очистки стоков. Наличие углерода в составе осадка объясняется механическим разрушением активированного угля в процессе обработки при проведении гальванокоагуляционной очистки.

Данные исследований рекомендуются к использованию для разработки новых и реконструкции имеющихся технологических схем очистных сооружений сточных вод гальванического производства и перевода предприятий на бессточные системы водопользования с утилизацией образующихся осадков.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАГРУЗКАХ ФИЛЬТРОВ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Е.Л. Войтов, д-р техн. наук, доцент, **Ю.Л. Сколубович**, д-р техн. наук, профессор, **В.А. Кравченко**, студент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Наиболее часто распространенными сооружениями для доочистки сточных вод являются скорые песчаные фильтры. Данная работа посвящена оценке значимости процессов биохимического окисления в снижении общей биохимической и химической потребности кислорода в очищаемой воде.

Исследования проводились в натуральных условиях канализационных очистных сооружений на установке по технологическому моделированию фильтров. Качество воды в течение фильтроциклов анализировалось на содержание взвешенных веществ, биохимическую потребность в кислороде (БПК₅) общую и обусловленную растворенной органикой (в фильтрованной пробе), химическую потребность в кислороде (ХПК), содержание растворенного кислорода в воде. Установлено, что в загрузке фильтра протекают процессы биохимического окисления. В результате физико-химических и биохимических процессов в загрузках фильтров третичной очистки сточных вод происходит снижение общей BOD на 5-25% в зависимости от продолжительности фильтрования. Процессы биохимического окисления растворенной органики в зернистом слое загрузки фильтров характеризуются константами $K_1 = 0,05 - 0,11$ в сутки⁻¹ и аналогичны процессам в обычных биоокислителях при низких значениях BOD. Получены уравнения для расчета BOD₅, обусловленной растворенной органикой, и кислорода в загрузке фильтра в течение фильтроцикла. Кислородный режим в фильтрующей загрузке определяется плотностью ее насыщения осадком и продолжительностью фильтроцикла. Приведен порядок корректировки расчетных параметров фильтрования с учетом биохимических процессов.

ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В БИОРЕАКТОРАХ-ОСВЕТИТЕЛЯХ

Е.Л. Войтов, д-р техн. наук, доцент, **Ю.Л. Сколубович**, д-р техн. наук, профессор, **В.А. Кравченко**, студент (**НГАСУ (Сибстрин)**), г. **Новосибирск**)

Наибольшее распространение в мировой и отечественной практике получили методы доочистки биологически очищенных сточных вод на скорых фильтрах и контактных осветлителях, аналогичных по конструкции фильтрам, применяемым для водоподготовки. Однако, данные сооружения имеют несколько их серьезных недостатков. К ним относится быстрая кольматация загрузочного материала фильтров и контактных осветлителей, что снижает их производительность, а также высокий (до 15%) расход очищенной воды на регенерацию загрузки. Кроме того, сооружения имеют низкий эффект очистки по биохимической и химической потребности воды в кислороде (БПК и ХПК), неспособны удалять из сточной воды биогенные элементы. Ранее проведенные нами исследования показали, что процессы биохимического окисления растворенной органики в зернистом слое загрузки фильтров характеризуются константами аналогичны процессам в обычных биоокислителях при низких значениях БПК. С изменением плотности насыщения загрузки осадком увеличивается общее потребление кислорода и затормаживаются процессы биохимического окисления растворенной органики в воде. Возможно появление анаэробных зон в загрузке фильтров в течение фильтроциклов и ухудшение качества очищаемой воды. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований в НГАСУ (Сибстрин) разработан и испытан биореактор-осветлитель (БО) новой конструкции, обладающей рядом преимуществ по сравнению с существующими фильтрами доочистки городских сточных вод. БО обеспечивает полуторное увеличение производительности, снижение расходования промывной воды, биологическую доочистку сточных вод.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛООБРАБОТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАБОТАННЫМИ КИСЛЫМИ РАСТВОРАМИ

Т.И.Халтурина, кандидат химических наук, профессор
(СФУ, г. Красноярск), **И.А. Державина**, магистрант (СФУ,
г.Красноярск)

Целью настоящего эксперимента являлось изучение возможности утилизации кислых отработанных растворов для изменения свойств совместного осадка маслоэмульсионных и кислотнo-щелочных сточных вод и получения регенерированного раствора $Al_2(SO_4)$ для его использования в процессе очистки маслоэмульсионных стоков. Для экспериментальных исследований была запланирована серия опытов по методу *Бокса-Хантера*. В результате обсчета экспериментальных данных получены математические модели-, из которых выявлено, что на остаточный объем осадка в большей мере влияет нефтесодержание осадка, температура при кондиционировании, а время реакции и величина рН сказывается в меньшей степени. По уравнениям регрессии была проведена оптимизация по диссоциативно-шаговому методу, для получения регулировочных диаграмм. Установлено, что область совместной оптимизации в зависимости от нефтесодержания осадка смещается в сторону больших значений температур и меньшей величины рН. Изучены свойства осадка после обработки его отработанным кислым раствором. Установлено, что удельное сопротивление осадка фильтрации увеличилось, снизилось нефтесодержание, что благоприятно для последующей утилизации. Определен состав осадка после обработки его отработанным кислым раствором термогравиметрическим и рентгенофазовым методом анализа для последующего использования..

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛУАВТОНОМНОЙ ЭКО-УСАДЬБЫ ВБЛИЗИ АКАДЕМГОРОДКА

В.В.Зырянов, д.х.н, с.н.с (ИХТТМ СО РАН, Новосибирск)

Загородные дома с современным уровнем комфорта в чистой природной среде пока недоступны среднему классу в РФ. Климат, инфраструктура, конкуренция, цена и многие другие факторы заставляют осуществлять собственные разработки, далекие от предлагаемых на рынке готовых решений из развитых стран. Отдельные материалы, технологии или решения востребованы в РФ, но дом, особенно в наших условиях, должен включать полный пакет из лучших совместимых решений, адаптированных под запросы заказчиков, финансовые возможности, климат, инфраструктуру, грунт, короткий сезон. Поиск баланса между капитальными затратами и эксплуатационными расходами сложен сам по себе, но при отсутствии коммуникаций задача реально переходит из области бизнеса в НИОКР. В докладе представлен реализованный проект эко-усадьбы, который можно рассматривать как натуральный эксперимент, доведенный до конца в сложных условиях Сибири на переувлажненном глиняном грунте. Мы стремились построить экодом $\sim 200 \text{ м}^2$ и уложиться в цену 3-х комнатной квартиры в городе. Точные расчеты нереальны ввиду сложной динамики цен и оценки собственного труда, но капитальные затраты и стоимость обслуживания были одновременно снижены примерно в 3 раза. Поиск решения задачи оказался крайне сложным из-за переплетения различных позиций, включая выбор участка с подведённым электричеством, проект с привязкой, организацию работ, материалы, технологии, автономные инженерные системы, надежность, долговечность. Реализация отдельного эко-дома по организации работ априори далека от идеальной, но без практики строительства дискуссии по этой тематике носили много лет чисто декларативный характер. Собственный проект каркасного дома с высокой тепловой инерцией и усадьбы в целом не имеет

аналогов в РФ. Новые технологии создания подъездной дороги к участку, фундамента, конструкции стен, плоской кровли, инженерных систем апробированы и могут распространяться в РФ, особенно на проблемных грунтах и в сложных для строительства регионах. Стоимость фундамента на сваях из расширяющегося бетона без стальной арматуры примерно в 100 раз дешевле и лучше монолитной плиты, предлагаемой для подобных грунтов. В доме реализованы в совместимой комбинации известные пассивные подходы для достижения высокой энергоэффективности – 1 кВт на 6 градусов теплового напора: солнечная ориентация, тепловое зонирование, тепловой буфер для половины дома, отсутствие мостиков холода и инфильтрации, плоская кровля, принудительная вентиляция с подогревом входящего воздуха и кондиционирование. Реализован важный для Сибири проект с простой системой отопления на основе камина с водяной рубашкой. В доме реализовано собственное водоснабжение из скважины в подвале с пассивной очисткой воды для технических нужд. Сухой биореактор в подвале устраняет черные стоки, а серые используются для аккумулирования тепла с последующим сливом в дренаж без негативного воздействия на участок. После реализации проекта ряд технических решений был улучшен, так что при массовом строительстве экодома будут сдаваться быстрее и станут доступны среднему классу. На технические решения получено 2 патента и планируется подать еще десяток заявок. Основная деятельность автора – научная разработка наноматериалов и технологий для реализации распределенной мультигенерации, конкретно – кислородных мембран для сжигания некондиционных твердых топлив в обогащенной кислородом атмосфере. Строительство автономных поселений на территории без развитой инфраструктуры востребовано в РФ и ряде стран и регионов, но невозможно без мегаваттных источников с разумной ценой энергии. Успехи в разработке мембран – ключа к созданию микроТЭС, и в реализации

полуавтономного экодума показывают реальную перспективу инновационного развития территорий с суровым климатом без развитой инфраструктуры. Новый подход, принципиально отличающийся от западного, рассчитанного на относительно комфортный климат и развитую инфраструктуру, позволит нивелировать большую разницу в условиях для жизни, но сохранить конкурентные преимущества огромной территории, например, экологически чистую среду и природные богатства.

СНИЖЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПЕРЕД ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ

А.А. Рязанцев, д-р техн. наук, профессор, **Д.А. Коновалова**,
магистрант (СГУПС, г. Новосибирск)

Технологии обогащения полезных ископаемых основаны на использовании значительного количества воды для технологических целей. Основную часть технической воды составляют хвосты флотации. После осветления, воду отправляют на очистку для удаления примесей, снижающих эффективность флотации. Технологии, применяемые для очистки оборотных вод, включают коагуляцию, флокуляцию и такие методы разделения фаз, как баромембранные. Среди методов обработки воды, применяемых перед баромембранным разделением фаз, электрокоагуляция имеет преимущества, поскольку снижается минерализация воды и уменьшается объем осадка. Изучена эффективность удаления солей жесткости из модельных растворов методом электрокоагуляции с растворимыми Al и Fe электродами. Исследования проводили в непроточном реакторе с двумя электродами, контролируя плотность тока, температуру, pH раствора и жесткость. Электролиз сопровождается ростом pH и температуры растворов, на катоде выделяется водород и наблюдается флотация образующихся гидроксидов Al (Fe). Через 10-15 минут ($\text{pH} \geq 9$, $t > 30^\circ\text{C}$) появляется характерный запах аммиака, что указывает на восстановление нитратов. Наибольшее снижение жесткости наблюдается при электролизе (Al-анод, $J = 24 \text{ mA/cm}^2$, $\tau = 30$ мин.) раствора, в который перед экспериментом добавляли NaHCO_3 . При повышении pH раствора в процессе электролиза равновесие $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}$ смещается вправо, образуется нерастворимый карбонат кальция CaCO_3 , что приводит к практически полному осаждению солей жесткости путем адсорбции на гидроксидах алюминия.

РЕАГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА ИЗ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Е.Н. Матюшенко, аспирант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Одной из мировых проблем в области экологии и рационального природопользования на протяжении многих десятилетий остаётся эвтрофирование водных объектов. Эвтрофирование может быть вызвано естественным или антропогенным воздействием. Однако в современных условиях преобладающим остается антропогенное эвтрофирование, вызванное сбросом недостаточно очищенных сточных вод от биогенных элементов (азот, фосфор и сера). Однако лимитирующим веществом является фосфор. Наиболее интенсивно процессы эвтрофирования развиваются в замкнутых системах даже при очень низких значениях фосфора (более 0,2 мг/л).

Одним из наиболее доступных и широко применяемых способов очистки сточных вод от соединений фосфора остается реагентный метод.

На сегодня в отечественной и зарубежной практике очистки сточной жидкости для удаления фосфора используются следующие виды реагентов: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, оксихлорид алюминия (ОХА), $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, СаО. Наиболее часто в отечественной практике используют нормальные и основные сульфаты и хлориды алюминия, а также соли железа: сульфат железа (II) и хлорид железа (III).

В период с 2015 – 2018 гг. были проведены исследования с ОХА, солями железа, магния и известью, а также морской водой в сочетании с подщелачивающим реагентом. Были изучены и выявлены оптимальные дозы вводимых реагентов. Предложены технологические схемы очистки сточных вод. Выполнено технико-экономическое обоснование применения реагентов для различных стадий очистки городских и внутриплощадочных высококцентрированных сточных вод.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СВОЙСТВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.И.Халтурина, кандидат химических наук, профессор,
М.М.Орлова, аспирант, (ИСИ СФУ г.Красноярск)

Известно использование присадочных материалов для изменения жесткости структуры осадка и улучшения его водоотдающей способности, как основной прием подготовки к механическому обезвоживанию на центрифугах, вакуум-фильтрах и фильтрах прессах. Были проведены экспериментальные исследования по влиянию доломита Крутокачинского месторождения Красноярского края на водоотдающие свойства осадков сточных вод. Для изучения структуры и состава доломита был проведен рентгенофазовый анализ на приборе D8ADVANCE, который показал его состав: SiO_2 – 7,8 %; Al_2O_3 – 1,8%; Fe_2O_3 – 1,6 %; CaO – 31,4%; MgO – 17,5 %; потери при прокаливании (П.П.П.) – 39,9%. Термический анализ доломита, выполненный на приборе NETSCHSTA 449F1 в диапазоне 30/100 (К/мин)/1000 в режиме ДСК-ТГ позволил установить, что эндоэффекты при $t=766,6^\circ\text{C}$ и $t=800^\circ\text{C}$ характерны для соединений кальция и магния; при $t=820,0^\circ\text{C}$ термоэффект объясняется наличием продуктов разложения доломита – смеси окислов магния и кальция. С целью выявления факторов, влияющих на процесс обработки осадка сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты, был поставлен плановый эксперимент по методу Бокса и Хантера. В результате проведенных исследований установлено, что при обработке осадка нефтесодержащих сточных вод доломитом удельное сопротивление осадка фильтрации снижается в 6 раз, что позволит увеличить производительность обезвоживающих аппаратов и снизить эксплуатационные затраты.

КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЧИСТКИ МОЮЩИХ И ОБЕЗЖИРИВАЮЩИХ РАСТВОРОВ

А.А. Рязанцев, д-р техн. наук, профессор, **Д.В. Глазков**, канд. техн. наук, доцент (СГУПС, г. Новосибирск)

На ремонтных предприятиях РЖД различные щелочные моющие растворы широко используются для очистки роликовых подшипников, кожухов, корпусов букс и др. изделий от смазки. Отработанные моющие растворы, представляющие из себя жидкость, состоящую из смеси взвешенных веществ, неэмульгированных нефтепродуктов, моющего средства и эмульсии первого рода («масло в воде»), периодически подаются на заводские очистные сооружения вместе с другими сточными водами. Результат – залповый сброс нефтепродуктов, СПАВ, взвешенных веществ, который, как правило, нарушает работу очистных сооружений.

Идея данной работы – применить метод комбинированного воздействия на эмульгированные примеси путем диспергирования реагента-деэмульгатора с последующей адсорбцией образовавшихся комплексов «нефтепродукт – деэмульгатор» на поверхности твердой фазы адсорбента, синтезированного *in situ* в объеме обрабатываемого раствора. Реагент-деэмульгатор должен растворяться как минимум в одной из фаз нефтепродукта, обладать поверхностной активностью, изменять смачивание – сообщать гидрофильность поверхности компонентов адсорбционного слоя и обеспечивать переход их в одну из фаз, препятствовать новому образованию эмульсии, а реагент – адсорбент образовывать в объеме обрабатываемой жидкости мелкодисперсный осадок с развитой поверхностью. Для реализации предложенного метода очистки моющих растворов разработан и опробован комплекс, включающий моечную машину, реактор, узел дозирования реагентов, снабженный устройством для диспергирования деэмульгатора, и узел сбора и обезвоживания шлама. Процесс очистки моющего раствора осуществляется одновременно с процессом мойки и обезжиривания изделий.

СНИЖЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПЕРЕД ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ

А.А. Рязанцев, д-р техн. наук, профессор, **Д.А. Коновалова**, магистрант (СГУПС, г. Новосибирск)

Технологии обогащения полезных ископаемых основаны на использовании значительного количества воды для технологических целей. Основную часть технической воды составляют хвосты флотации. После осветления, воду отправляют на очистку для удаления примесей, снижающих эффективность флотации. Технологии, применяемые для очистки оборотных вод, включают коагуляцию, флокуляцию и такие методы разделения фаз, как баромембранные. Среди методов обработки воды, применяемых перед баромембранным разделением фаз, электрокоагуляция имеет преимущества, поскольку снижается минерализация воды и уменьшается объем осадка. Изучена эффективность удаления солей жесткости из модельных растворов методом электрокоагуляции с растворимыми Al и Fe электродами. Исследования проводили в непроточном реакторе с двумя электродами, контролируя плотность тока, температуру, pH раствора и жесткость. Электролиз сопровождается ростом pH и температуры растворов, на катоде выделяется водород и наблюдается флотация образующихся гидроксидов Al (Fe). Через 10-15 минут ($\text{pH} \geq 9$, $t > 30^\circ\text{C}$) появляется характерный запах аммиака, что указывает на восстановление нитратов. Наибольшее снижение жесткости наблюдается при электролизе (Al-анод, $J = 24 \text{ mA/cm}^2$, $\tau = 30$ мин.) раствора, в который перед экспериментом добавляли NaHCO_3 . При повышении pH раствора в процессе электролиза равновесие $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}$ смещается вправо, образуется нерастворимый карбонат кальция CaCO_3 , что приводит к практически полному осаждению солей жесткости путем адсорбции на гидроксидах алюминия.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОАГУЛЯЦИИ МАСЛОЭМУЛЬСИОННЫХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.И.Халтурина, кандидат химических наук, профессор (СФУ, г. Красноярск),
С.Г.Третьяков, аспирант (СФУ, г. Красноярск)

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью внедрения малоотходных технологий очистки сточных вод. Целью работы являлось математическое описание процесса при обработке маслоэмульсионных сточных вод $Aln(OH)mCl(3n-m)x$. Эксперимент спланирован по ротатабельному плану второго порядка Бокса и Хантера, для определения оптимальной дозы коагулянта полиалюминия хлорида POLYPACS-WHITE. В качестве переменных факторов, приняты: X_1 – исходная концентрация нефтепродуктов, мг/дм³; X_2 – доза реагента, мг/дм³; X_3 – величина рН. В число оценочных критериев реагентной обработки маслоэмульсионных стоков были включены: Y_1 – значение остаточной концентрации нефтепродуктов, мг/дм³; Y_2 – объем осадка, %;

В результате математической обработки данных эксперимента, были получены уравнения регрессии:

- для остаточной концентрации нефтепродуктов

$$Y_1 = 0,87 - 0,87 \cdot x_1 - 0,57 \cdot x_2 + 0,58 \cdot x_3 + 0,14 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,73 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,135 \cdot x_1 \cdot x_3 + 2,06 \cdot x_1^2 + 0,31 \cdot x_2^2 - 0,25 \cdot x_3^2$$

- для объема осадка, после обработки стоков

$$Y_2 = 9,09 + 0,61 \cdot x_1 - 0,24 \cdot x_2 - 0,44 \cdot x_3 + 0,72 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,77 \cdot x_2 \cdot x_3 - 1,55 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1,64 \cdot x_1^2 - 1,25 \cdot x_2^2 + 0,29 \cdot x_3^2$$

Для определения оптимальных режимов процесса, проведена оптимизация диссоциативно-шаговым методом, позволившая получить графические интерпретации, а также регулировочные диаграммы, полученные с помощью программы «MathCAD». Поверхности, спроецированные на плоскость образуют зоны отвечающие за максимальный эффект очистки и минимальный объем осадка, что позволяет автоматизировать процесс обработки. Доза полиалюминия хлорида POLYPACS-WHITE находится в пределах 137-210, мг/дм³, а величина рН составляет 7,4-8.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ ЛИТИЯ ИЗ ПОДМЕРЗЛОТНЫХ ВОД Г.ЯКУТСКА МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ОСМОСА

С.В. Федорова, м.н.с. (ИМЗ СО РАН, г. Якутск), **А.Н. Крыжановский**, канд. техн. наук, профессор (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Актуальность исследований продиктована проблемой обеспечения населения Республики Саха (Якутия) питьевой водой, которая может быть решена за счет вовлечения подмерзлотных вод Якутского артезианского бассейна в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Однако, их использование в хозяйственно-питьевых целях весьма затруднительно в связи с повышенным содержанием лития, концентрация которого в подмерзлотных водах Центральной Якутии достигает 25-35ПДК.

Авторами проведено изучение возможности применения обратноосмотического метода для удаления лития из подмерзлотных вод г. Якутска. Исследования проводились на действующей водоподготовительной системе, состоящей из двух обратноосмотических установок. Остаточная концентрация лития в очищенной воде при параллельном режиме работы обратноосмотических установок составила 0,032-0,072 мг/л (ПДК 0,03 мг/л) в диапазоне выхода пермеата от 40 до 70% и 0,015 мг/л при 30%. После переоборудования установок в последовательный режим работы, остаточная концентрация лития в очищенной воде составила 0,004-0,011 мг/л при выходе пермеата 28-52%.

Таким образом, допустимые для питьевого водоснабжения концентрации лития были получены лишь при двухступенчатой обработке воды на обратноосмотических установках. При таком режиме работы удалось уменьшить производственные потери воды с 70 до 48%, однако производительность системы водоподготовки снизилась практически вдвое. Компенсация снижения производительности системы водоподготовки планируется за счет установки дополнительной накопительной

емкости и увеличения продолжительности работы установок в течении дня.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.В. Фурсов, канд. техн. наук, доцент, **М.В. Балюра**, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г. Томск)

Сжигание углей на тепловых электростанциях приводит к большому выходу золошлаковых отходов, накапливающихся в золоотвалах, и требующих дальнейшей их утилизации.

Основой для разработки рекомендаций по использованию золошлаковых отходов в строительстве послужили многолетние лабораторные и полевые исследования, проведенные на ряде золоотвалов Сибири (Томская ГРЭС-II, Томская ТЭЦ, Кемеровская ТЭЦ, Новокемеровская ГРЭС и др.).

Зола представляет собой сыпучий материал серого цвета с преобладанием мелких фракций диаметром менее 0,1 мм. Она образовалась при сжигании каменных углей Черемховского, Хакасского и Ленинско-Кузнецкого месторождений.

Гранулометрический состав золы близок к супесям и пылеватым пескам. Золошлаки хорошо уплотняются и обладают более высокими прочностными и деформационными характеристиками по сравнению с местными глинистыми грунтами. Установлено, что золошлаки имеют малую степень морозоопасности, что позволяет их использовать взамен дорогостоящих и дефицитных гравийно-песчаных материалов в строительстве на территориях Сибири.

Золошлаки томских и кемеровских ТЭС в зависимости от показателя дисперсности и плотности сложения относятся к слабопучинистым и непучинистым грунтам. Оттаивающая зола может быть отнесена к малосжимаемым грунтам и близка к малольдистым пескам по характеру протекания осадок.

Использование золы и золошлаков ТЭС для инженерной подготовки территорий, в дорожном, промышленном и гражданском строительстве позволяет решать вопросы их утилизации, сберечь средства, расходуемые на содержание отвалов и строительство новых, сэкономить значительное

количество песчано-гравийных материалов, а также сохранить и оздоровить окружающую среду.

ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ОДНОВРЕМЕННЫМ НАЛОЖЕНИЕМ АСИММЕТРИЧНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Т.И. Халтурина канд. хим. наук., профессор (СФУ, г. Красноярск), **Н.И. Маркин** аспирант (СФУ, г. Красноярск)

Ионы тяжёлых металлов (Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}), характерные для сточных вод гальванического производства, являются высокотоксичными компонентами, обладающими широким спектром токсического действия. Работа по созданию малоотходных высокоэффективных технологий очистки сточных вод, содержащих ионы тяжёлых металлов, является актуальной.

Изучение технологического процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , проводилось при величине $\text{pH} = 6,5$, температуре $- 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, в диапазоне времени обработки от 8 до 22 мин. на гальванокоагуляционном модуле объёмом 0,6 л., с использованием активной загрузки $\text{Al} - \text{Al}$ и одновременным наложением асимметричного переменного тока, что позволило достичь высокий эффект очистки при меньшем времени обработки. С помощью термогравиметрического анализа установлено, что образующийся при гальванокоагуляции с использованием гальванопары $\text{Al} - \text{Al}$ осадок представлен в основном гидроксидом, а также, в состав его входят соединения цинка, меди, никеля и кальция. Наличие соединений кальция (CaO и CaCO_3) в составе осадка объясняется тем, что для нейтрализации обработанной жидкости до $\text{pH} = 7,8$ использовали суспензию $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Рентгенофазовый анализ и применение растровой электронной микроскопии, подтвердило данные термогравиметрического анализа. Элементный состав осадка показал содержание не только гидроксида Al , но также и соединения ионов тяжёлых металлов Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} с размером частиц 1 нм.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

О.В. Чурбакова канд. тех. наук., доцент(СФУ, г. Красноярск),
Е.С. Стороженко магистрант(СФУ, г. Красноярск)

В настоящее время одной из важных экологических проблем является решение вопросов предотвращения негативного воздействия на окружающую среду при размещении отходов промышленных предприятий. В процессах очистки сточных вод образуются осадки, обладающие низкой водоотдающей способностью. Цель исследования :изучение возможности интенсификации обезвоживания осадков при комплексной обработке : вспомогательными веществами и криогенезом, в суровых природно-климатических условиях Сибири.

Для интенсификации процесса, проводились опыты с добавлением присадочных материалов: летучей золы ТЭЦ г. Красноярска и вермикулита Размановского месторождения и последующим замораживанием и оттаиванием осадка . Изучение структуры и состава осадков осуществлялось при проведении рентгенофазового анализа на дифрактометре D8ADVANCE и термогравиметрического анализа на приборе NETZSCHSTA 449F1 При сравнении результатов экспериментальных исследований, можно сделать вывод о том, что осадок обработанный вспомогательными веществами-присадочными материалами и подверженный криогенезу ,обладает значительно меньшим значением удельного сопротивления фильтрации, что приведет к снижению нагрузки на аппараты для обезвоживания осадка и энергозатрат. Данные по составу осадков позволили разработать технологию утилизации в производстве изделий отделочной керамики. Установлено, что добавка осадка способствует понижению температуры обжига образцов на 70-100⁰С по сравнению с существующей традиционной технологией.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДНЕПУЗЫРЧАТОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ИЛА С ЕРШОВОЙ ЗАГРУЗКИ В АЭРОТЕНКЕ-БИОРЕАКТОРЕ.

В.Н. Кульков, д-р тех. наук, профессор, **А.Е. Широков**, аспирант (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» г. Иркутск)

Эффективность воздушного способа регенерации определяли по формуле:

$$\varepsilon = \frac{C_{\text{св}}^{\text{н}} - C_{\text{св}}^{\text{к}}}{a_{\Sigma} - C_{\text{св}}^{\text{к}}} \cdot 100 \%,$$

где $C_{\text{св}}^{\text{н}}$, $C_{\text{св}}^{\text{к}}$ – концентрация свободно плавающего ила после и до регенерации, соответственно, г/л; a_{Σ} – общая доза ила, г/л.

Эффективность регенерации при $J_{\text{г}} = 5,12 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ составила 76%, а при $J_{\text{г}} = 7,69 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ – 79% соответственно.

Увеличение эффективности воздушной регенерации ершовой загрузки свыше ~ 80% экономически нецелесообразно, так как увеличение интенсивности воздушной регенерации в 1,5 раза (увеличение удельного расхода воздуха с 7,69 до 11,45 $\text{м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$), приводит к увеличению эффективности регенерации всего на ~ 12%

Эффективность регенерации в диапазоне от 30 секунд до двух минут составила $\varepsilon_{\text{min}} = 66,4\%$ и $\varepsilon_{\text{max}} = 76,5\%$, т.е. изменилась на ~10%. Дальнейшее увеличение времени регенерации до 3 и 4 минут, увеличило эффективность регенерации до 77%, т.е. на ~1%. Следовательно, продолжительность времени для регенерации, при удельном расходе по воздуху 7,69 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ может быть принята не менее 2 минут.