

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

ИТАЛМАЗОВ АЛЛАБЕРДЫ

ОСВЕТЛЕНИЕ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ НИЗКОЦВЕТНЫХ
СУЛЬФАТО-ХЛОРИДНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОЛИЗОМ НА ПРИМЕРЕ
РЕКИ АМУДАРЬЯ

05.23.04 - водоснабжение, канализация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1995

ДВ 33.07
Диссертационная работа выполнена в Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор ТЕРНОВЦЕВ В.Е.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук,
профессор ШУТЬКО А.П.
- кандидат технических наук,
доцент МАЛЬКО В.Ф.

Ведущая организация - ГПИ "Укрводоканалпроект"

Защита состоится "14" февраля 1996г. в 13 часов
на заседании специализированного совета Д 01.18.09 при Киевском
государственном техническом университете строительства и архи-
тектуры по адресу: 252037, Киев-37, Воздухофлотский проспект,
31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского
государственного технического университета строительства и
архитектуры.

Автореферат разослан "29" декабря 1996г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук, профессор

В.А.ПОТАПОВ

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00754803 (R)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Сложившаяся экологическая обстановка в бассейне реки Амурарья требует комплексного подхода к очистке речной воды для хозяйственно-питьевых целей. А ее очистка реагентным методом, введением в воду коагулянтов, приводит к дальнейшему увеличению минерализации и ухудшению питьевых качеств очищенной воды. Применение жидкого хлора для обеззараживания осложняется необходимостью соблюдения целого ряда мер по обеспечению техники безопасности при транспортировке, работе и хранении этого сильнодействующего ядовитого и взрывоопасного вещества, что диктует его замену более безопасным дезинфектором для нужд малых населенных мест.

Отсутствие глубоких научно-исследовательских проработок систем водоочистки привело к тому, что проблема водоснабжения малых населенных мест бассейна реки питьевой водой гарантированного качества остается в настоящее время практически нерешенной.

Если учесть то обстоятельство, что в бассейне реки Амурарья проживает в основном сельское население в небольших населенных пунктах, то обеспечение их питьевой водой может быть достигнуто использованием метода очистки электролизом.

Этот метод позволяет отказаться от использования реагентов, складского хозяйства и строительства громоздких очистных сооружений. Установки для очистки воды электролизом легко поддаются автоматизации, они компактны и не требуют высококвалифицированного персонала, что является немаловажным фактором для малых населенных мест.

Цель работы. Разработать технологию очистки, совмещающую процессы электролитической коагуляции и электрохимического обеззараживания низкоцветных сульфато-хлоридных вод с последующим их использованием в хозяйственно-питьевом водоснабжении и аппаратное его оформление для малых населенных мест в бассейне реки Амурарья.

Основные задачи исследований. Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить в реальных условиях изменение физико-химических и бактериологических показателей качества вод реки Амурарья в процессе их обработки электролизом, а также влияние сезонных

изменений качества воды на процесс электролиза.

2. Исследовать и выбрать электродные материалы, позволяющие совместить в одном аппарате процессы электрохимического коагулирования и обеззараживания.

3. Предложить методику инженерного расчета установки.

4. Разработать гибкую технологическую схему обработки воды реки Амударья прямым электролизом для нужд малых населенных пунктов, расположенных в бассейне реки.

5. Провести технико-экономическую оценку эффективности очистки воды реки Амударья электролизом для водоснабжения малых населенных мест бассейна реки.

Научная новизна диссертационной работы.

I. Исследовано взаимовлияние электролитической коагуляции с применением растворимых металлических анодов и электрохимически выделенного активного хлора с использованием нерастворимых магнетито-титановых анодов в процессе электролиза низкоцветных, сульфато-хлоридных вод на примере воды реки Амударья.

2. Обосновано и экспериментально доказано, что в ходе совмещения процессов электролитической коагуляции с применением растворимых алюминиевых и в качестве хлорпроизводящих нерастворимых магнетито-титановых анодов, в бездиафрагменном электролизере образуется оксихлорид алюминия, который при низких концентрациях по Al^{3+} дает больший эффект очистки воды от взвешенных веществ, чем электролитический гидроксид алюминия в тех же концентрациях, а свободный активный хлор, выделившийся на нерастворимом аноде, обеспечивает обеззараживание воды.

3. Определены рабочие диапазоны плотности тока и степени влияния различных факторов на эффективность процесса.

4. В целях экономии электроэнергии в процессе электролиза в бездиафрагменном электролизере изучен расход электричества на электролитическую ионизацию металла и электрохимический синтез активного хлора с созданием на электродах различной анодной и катодной плотности электрического тока и установлено, что при плотности тока на аноде ниже, чем на катоде, расход электроэнергии на получение удельного количества целевой продукции минимален.

Практическая значимость и реализация результатов исследования.

1. Разработан метод электролитической коагуляции и электрохимического хлорирования низкоцветных сульфато-хлоридных вод.

2. Разработана методика расчета бездиафрагменной электролизерной установки, совмещающей процессы электролитической коагуляции с применением растворимых алюминиевых электродов и в качестве хлорпроизводящих нерастворимых магнетито-титановых анодов.

3. Исследован процесс пассивации катода гидроксид-карбонатными осадками и предложен способ его депассивации.

Электролизерная установка испытана комиссией хякимлика (облисполкома) Лебапского вelayа (области) с участием вelayатской СЭС Минздрава Туркменистана и рекомендована для подготовки питьевой воды.

На защиту выносятся следующие основные положения диссертационной работы:

1. Обоснование очистки воды реки Амударья электролизом.

2. Выбор анодных материалов для осуществления электролитической коагуляции и электрохимического хлорирования низкоцветных сульфато-хлоридных вод на примере воды реки Амударья.

3. Изучение влияния ионов алюминия и железа, вводимых в исследуемую воду электролитическим способом, на выход активного хлора по току и влияния электрохимически выделенного активного хлора на ионизацию этих электродов.

4. Изучение механизма образования оксихлорида алюминия, полученного электрохимическим путем, и его влияния на очистку воды реки Амударья от взвешенных веществ.

5. Изучение расхода электроэнергии на электролитическую ионизацию металла и электрохимический синтез активного хлора с созданием на электродах различной анодной и катодной плотности тока.

6. Методика расчета электролизной установки, совмещающей процессы электролитической коагуляции с применением растворимых алюминиевых и в качестве хлорпроизводящих нерастворимых магнетито-титановых анодов.

7. Аппаратное и технологическое оформление метода электрохимического осветления и обеззараживания низкоцветных сульфато-хлоридных вод на примере воды реки Амударья.

8. Техничко-экономические показатели предлагаемого метода очистки воды реки Амударья электролизом для водоснабжения небольших населенных пунктов.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на научно-практических конференциях Киевского государственного технического университета строительства и архитектуры в 1993, 1994, 1995 г.г. и Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры в 1994 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы три научные работы.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка использованной литературы, включающего 109 наименований. Работа изложена на 164 страницах машинописного текста, включая 23 рисунка, 20 таблиц и 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В разделе обзора литературы описаны физико-химические основы процессов электролитической коагуляции и электрохимического получения активного хлора под действием постоянного электрического тока. Приведен механизм осветления воды электролитическим коагулянтom и обеззараживания ее электрохимическим хлором и его соединениями.

На основании анализа литературных источников дан критический обзор современного состояния технологии осветления и хлорирования воды электрохимическим способом. Проанализированы и систематизированы существующие установки для электролитического коагулирования и электрохимического обеззараживания воды. Описаны основные факторы, определяющие протекание электролиза в водных растворах и подчеркнута перспективность применения их в процессе очистки воды, имеющей повышенное солесодержание. Показана целесообразность и возможность совмещения этих процессов в едином аппаратном исполнении в целях получения эффективного электролитического коагулянта. Сформулированы цели и задачи исследования.

В разделе "Объект исследования" проанализирован химический состав и степень загрязненности реки Амударя как источника водоснабжения.

На основе анализа численности жителей сельских населенных пунктов, расположенных в бассейне реки Амударя, определен расчетный суточный расход воды и обоснована целесообразность ее очистки для питьевых нужд электролизом.

Приведено обоснование к выбору электродных материалов для осуществления электрохимического обеззараживания и электрокоагуляции.

Сформулирована методика проведения и планирования исследований, обработки и анализа экспериментальных данных.

В разделе "Экспериментальные установки" приведены основные результаты экспериментальных исследований. Для выполнения практической части работы по изучению процесса очистки воды реки Амударья электролизом была разработана бездиафрагменная электролизная установка с пакетом плоских нерастворимых магнетитовых электродов, представляющих собой титановые пластинки, покрытые с одной стороны магнетитом, и содержащие пакет электрохимически растворимых алюминиевых или железных пластин.

В целях снижения энергетических затрат на выделение электролизом активного хлора проведены исследования на хлорпроизводящих магнетитовых электродах.

Выход активного хлора (V_T) в зависимости от плотности тока при монополярном соединении электродов в электрическую цепь приведен на графике, рис.1а. Как видно из графика, с увеличением анодной плотности тока выход активного хлора уменьшается. Это связано с тем, что с увеличением плотности тока на электродах увеличивается интенсивность разряда на аноде анионов исследуемой воды (кроме кислорода и хлора), которые имеют более высокое электрические потенциалы.

Для сравнения с монополярным соединением рассмотрен блочный вариант соединения электродов в электрическую цепь, при котором создается плотность катодного тока, в два раза превышающая анодную.

Выход активного хлора в зависимости от плотности тока при блочном соединении электродов в электрическую цепь приведен на графике рис.1б, а удельный расход электроэнергии на выделение 1 г активного хлора - на графике рис.2.

Установлено, что при блочном варианте соединения электродов выход активного хлора по току на 13,7% выше, а удельный расход электроэнергии на выделение 1 г активного хлора на 21,2% ниже по сравнению с монополярным соединением электродов в электрическую цепь.

Для изучения выхода металла и активного хлора по току были проведены экспериментальные исследования, сущность которых заключалась в определении интенсивности растворения металла и выхода активного хлора по току при раздельном и совмещенном использовании растворимых и нерастворимых электродов в одной установке.

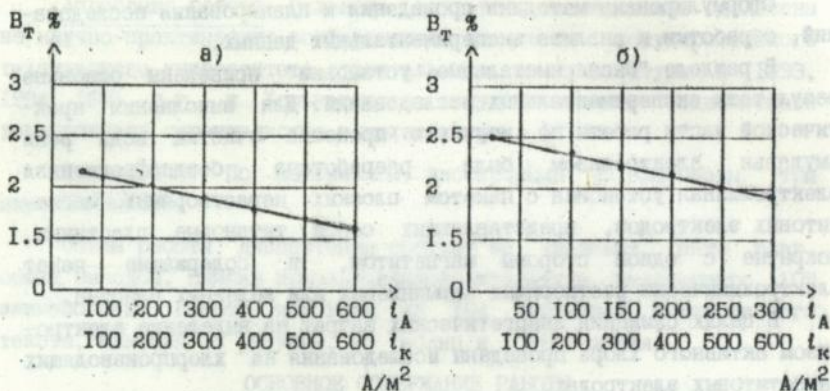


Рис.1. Выход активного хлора в зависимости от плотности тока при соединении электродов в электрическую цепь: а) монополярное; б) блочное.

i_A, i_K - соответственно анодная и катодная плотность тока.

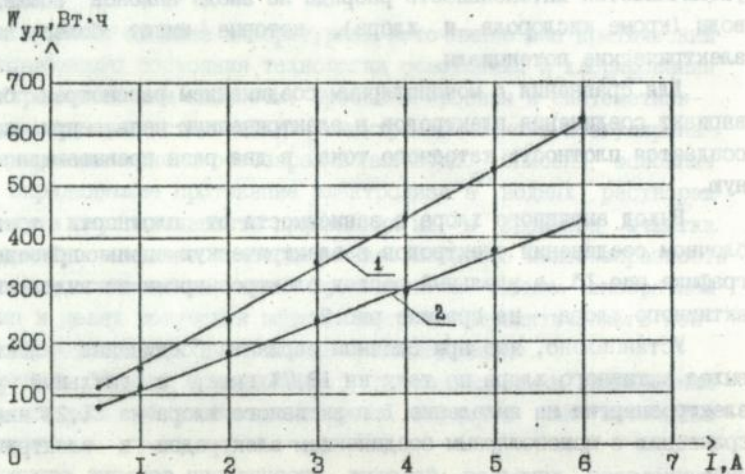


Рис.2. Удельный расход электроэнергии на выделение 1 г активного хлора при соединении электродов в электрическую цепь: 1-монополярное; 2-блочное.

Цель опытов - установить влияние анодного растворения электрода на кинетику выхода активного хлора, а продуктов электролиза при выделении активного хлора из хлоридов исследуемой воды - на скорость ионизации электролитического анода и на скорость образования и коагуляции гидроксидов.

По результатам экспериментов сравнивались параметры процессов, сопоставлялись теоретические и фактические количества выделенного ионизированного металла и активного хлора в зависимости от силы тока.

В целях интенсификации процессов электролитической коагуляции, на примере воды реки Амударья изучено осаждение взвешенных веществ в естественном состоянии и с введением различных доз ионизированного электролитическим методом алюминия. Введение алюминия осуществлялось с одновременным выделением и без выделением активного хлора из хлоридов исследуемой воды.

В ходе отстаивания воды определялась динамика снижения оптической плотности исследуемой воды во времени. Результаты исследований приведены на графике рис.3.

Как видно из графиков рис.3, в процессе естественного отстаивания воды реки Амударья (кривая 1) за 35 минут ее оптическая плотность снижается на 50%. Исследованием установлено, что это соответствует илистым частицам с гидравлической крупностью $1,7 - 0,5$ мм/с. Остальной состав осадка состоит из глинистых частиц с гидравлической крупностью $0,5 - 3 \cdot 10^{-3}$ мм/с, концентрация которых после 6-ти часового отстаивания снижается до 50 мг/дм³. Полное отстаивание происходит в течение двух суток.

Кривые 2' и 2 показывают, что при введении в исследуемую воду $1,5$ мг/дм³ ионизированного алюминия снижение мутности до требования ГОСТ "Вода питьевая" достигается в случае выделения из хлоридов 1 мг/дм³ активного хлора за 4 часа 40 минут и без выделения активного хлора за 5 часов 40 минут. Соответственно, при введении 5 мг/дм³ ионизированного алюминия - за 1 час и за 1 час 30 минут (кривые 3' и 3).

При введении повышенных доз алюминия в воде остаются неагулированные хлопья. Как в случае с выделением, так и без выделения активного хлора из хлоридов исследуемой воды кривые 4' и 4 не снижаются до уровня кривой 5.

Как свидетельствуют результаты эксперимента, образующийся гидроксид алюминия в случае выделения электрохимически активного

ОПТИЧЕСКАЯ
ПЛОТНОСТЬ

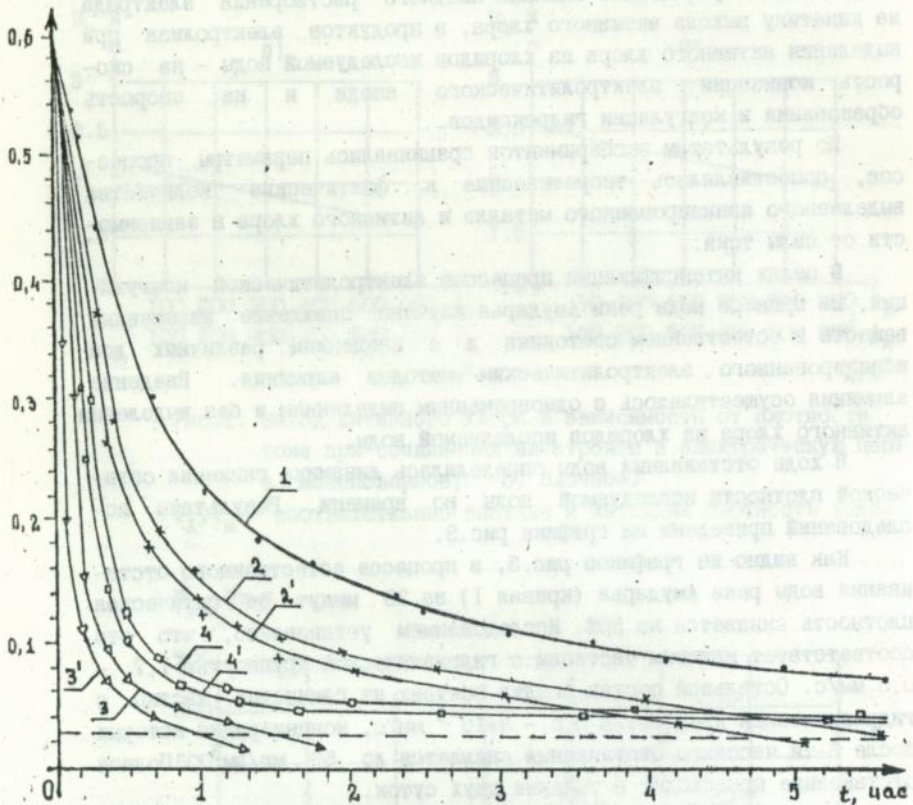
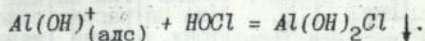


Рис. 3. Снижение оптической плотности при отстаивании
воды реки Амударья. Исходная концентрация
взвешенных веществ 378 мг/дм^3 :
I - в естественном состоянии; при введении ионов
 Al^{3+} электролитическим методом (в скобках указано
количество Al^{3+} соответствующее эквивалентной
дозе $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, мг/дм^3):
2, 2' - 1,5 (9,52); 3, 3' - 5 (38,1); 4, 4' - 10 (63,5).
2, 3, 4 - без выделения активного хлора,
2', 3', 4' - с выделением активного хлора,
5 - оптическая плотность воды, содержащей $1,5 \text{ мг/дм}^3$
взвешенных веществ.

хлора из хлоридов исследуемой воды в своей активности несколько выше, чем без выделения активного хлора. Это можно объяснить тем, что анодное растворение металлов идет через образование комплекса металла с ионами раствора в несколько последовательных стадий.

В присутствии активного хлора, диссоциированные ионы хлорноватой и соляной кислот в электролите образуют комплексные соединения оксихлорида алюминия по схеме:



Состав образовавшихся оксихлоридов является функцией ионного состава воды и pH раствора.

Отличительной особенностью предлагаемого метода получения оксихлорида алюминия является то, что в ходе технологического процесса очистки воды непосредственным электролизом при совмещении в одном аппарате процесса электролитической коагуляции растворимых электродов алюминия и хлорпроизводящих магнетитовых электродов достигается образование низкоосновных форм хлорида алюминия, которые наиболее эффективны при осветлении воды, чем гидроксиды алюминия.

В воде реки Амударья, в зависимости от сезона года, содержание солей изменяется от 650 до 1220 мг/дм³. В том числе, Ca²⁺: 68,4 + 109 мг/дм³; Mg²⁺: 23,1 + 54,2 мг/дм³; Na⁺, K⁺: 105,1 + 207,4 мг/дм³. Процесс прямого электролиза приводит к образованию на катоде отложений карбонатов и гидроксидов магния, что вызывает интенсивную пассивацию катода.

Нами проведены экспериментальные исследования по разработке безреагентной депассивации катода при непосредственном электролизе сульфато-хлоридных вод.

Эксперимент заключался в том, что при равных катодных и анодных плотностях тока ионизировалось определенное количество алюминия и определялось количество карбонатных отложений на катоде. Затем, такое же количество алюминия ионизировали при более высокой плотности тока и сравнивали количество карбонатных отложений на катоде с предыдущим опытом.

Динамика изменения карбонатных отложений на катоде в зависимости от плотности тока приведена в таблице I.

Как показали результаты опытов, количество катодных отложений снижается с увеличением плотности тока.

Однако осуществление электролиза при высоких значениях

Таблица 1.

ДИНАМИКА КАТОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЯМОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ХЛОРИДНО-СУЛЬФАТНЫХ ВОД РЕКИ АМУДАРЬЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В КАЧЕСТВЕ АНОДА АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ.

№ п/п	Время электролиза, час	Сила тока, А	Плотность тока, А/м ²	Напряжение В	Общий расход электроэнергии, Вт·час	Общий выход алюминия, мг	Средний выход алюминия по току, %	Расход электроэнергии на растворение 1 г алюминия, Вт·ч	Количество катодных отложений, мг
1	144	0,24	40	4	138,24	11670	100,6	11,84	1414
2	66	0,5	85	8	264	11673	105,4	22,61	659
3	33	0,9	150	16	475,2	11634	117	40,84	344

плотности тока ионизации алюминия характеризуется большими энергозатратами, поэтому в целях депассивации катода были проведены экспериментальные исследования с созданием различной анодной и катодной плотности тока, комбинируя расположение электродов.

Для создания различной анодной и катодной плотности тока при использовании пластинчатых электродов рассматривается два варианта.

1-ый вариант: пакет электродов состоял из одного растворимого анода и двух катодов, при которых плотность анодного тока в два раза выше, чем на каждом отдельно взятом катоде.

2-ой вариант: пакет электродов состоял из двух растворимых анодов и одного катода. Катодная плотность электрического тока в два раза выше, чем на отдельно взятых анодах.

Динамика катодных отложений при комбинированном расположении электродов приведена в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, при втором варианте расположения электродов выход алюминия на 14,8% выше по сравнению с первым вариантом, а катодные осадения меньше на 37%.

В связи с вышеизложенным, блочный вариант расположения и соединения электродов в электрическую цепь, при котором на катоде создается плотность электрического тока в 2 раза выше, чем на аноде, может быть рекомендован при конструировании электролизерных установок для очистки питьевой воды из поверхностных источников.

Таблица 2.

ДИНАМИКА КАТОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ КОМБИНИРОВАНИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ.

Время элект-ролиза, час	Сила тока, А	Напря-жение В	Средняя плотность тока, А/м ²		Выход алюминия по току, мг			Расход элект-роэнергии на раство-рение 1 г алюми-ния, Вт.ч	Коли-чество катод-ных отло-жений, мг
			Анод-ная	Като-дная	Об-щий	Сред-ний за 1 час	%		
Вариант 1									
20	0,45	5,5	150	75	3307	165,3	109,4	14,96	803
Вариант 2									
20	0,45	5,5	175	150	3797	185,4	125,7	13,00	509

Приведена методика расчета аппарата электрохимического хлорирования и электролитической коагуляции низкоцветных природных вод с повышенным содержанием солей.

Анализируя результаты исследований, можно сделать вывод, что оптимальные параметры осуществления процессов электрохимического хлорирования и электролитической коагуляции природных пресных вод лежат в различных областях.

При совмещении процессов электрохимического хлорирования и электролитической коагуляции ионизацию металла необходимо осуществлять в области напряжений, при которых происходит активное разложение хлоридов воды. На практике напряжение ($U_{\text{общ}}$) может быть определено на основании экспериментально полученных зависимостей между напряжением и плотностью тока на электродах (вольт-амперных характеристик), построенных для конкретного вида очищаемой воды и выбранного металла электродов при определенном межэлектродном расстоянии.

Применимость метода непосредственного хлорирования природных вод должна быть оценена в каждом конкретном случае. Для этого необходимо располагать данными о химическом составе воды, хлоро-поглощаемости и температуре.

Необходимая сила тока (I_{Cl}, A) для синтеза электрохимически активного хлора:

$$I_{Cl} = \frac{100 \cdot D_{Cl} \cdot Q}{K_{Cl} \cdot B_T^{ож}} \quad (1)$$

где D_{Cl} - доза активного хлора, которая оценивается по остаточному активному хлору, после 30-минутного контакта с водой должна составлять 0,3+0,5 мг/дм³;

K_{Cl} - электрохимический эквивалент хлора, г/(А·ч); $K_{Cl}=1,32$;

$B_T^{ож}$ - ожидаемый выход хлора по току.

Необходимая сила тока (I_{Al}, A) по выходу электролитического алюминия:

$$I_{Al} = \frac{D_{Al} \cdot Q}{K_{Al} \cdot \eta} \quad (2)$$

где D_{Al} - удельный расход Al^{3+} на удаление загрязнений из воды, мг/дм³;

K_{Al} - электрохимический эквивалент алюминия, г/(А·ч);

$K_{Al}=0,3356$;

η - коэффициент выхода ионов алюминия по току, $\eta=0,8+0,9$.

Напряжение электролиза $U_{общ}$, В, складывается из разности электродных потенциалов при рабочей плотности тока, падения напряжения в растворе электролита и в электродах

$$U_{общ} = \sum \varphi_{э} + \Delta u_p + \Delta u_{э} \quad (3)$$

где $\varphi_{э}$ - сумма электродных потенциалов, для природных вод не превышает 3 В;

Δu_p - падение напряжения в электролите, рассчитывается по формуле

$$\Delta u_p = \frac{t_{Cl}^a \cdot \delta_{Cl}}{x} \quad (4)$$

t_{Cl}^a - анодная плотность тока, А/м²;

δ_{Cl} - межэлектродное расстояние, м;

x - удельная проводимость раствора, Ом⁻¹·м⁻¹; в зависимости от температуры электролита и его минерализации, рассчитывается по формуле

$$x = 0,167 \cdot M [1 + R(t - 18^\circ C)] \quad (5)$$

где M - минерализация раствора, г/л;

R - температурный коэффициент, равный 0,02;

t - исходная температура раствора, $^\circ C$;

ΔU_9 - падение напряжения в электродах и контактах токопроводов, не связанные с потерями в электрохимическом процессе;

$$U_{\text{общ}} = 3,5 + \frac{i_{Cl}^a \cdot \delta_{Cl}}{0,167 \cdot M [1 + R(t - 18^\circ C)]};$$

Междуэлектродный зазор для алюминиевых электродов δ_{Al} , м:

$$\delta_{Al} = x \cdot [U_{\text{общ}} - 3,1] / i_{Al}^a.$$

Расчет требуемой установленной мощности производится по общей величине силы тока и значению общего напряжения. Источник тока должен быть снабжен регулирующим устройством, позволяющим изменять величину напряжения на электродах.

Произведено технико-экономическое обоснование метода электрохимической очистки воды реки Амударья для нужд малых населенных пунктов.

Расчетный годовой экономический эффект от внедрения технологии очистки воды с применением электролизной установки, совмещающей процесс электролитической коагуляции растворимых электродов алюминия и хлорпроизводящих нерастворимых магнетитовых электродов, произведен по сравнению с базовым вариантом станции очистки воды в установке "Струя" заводского изготовления производительностью 100 м³/сут.

Результаты технико-экономических расчетов показали, что при использовании предложенного способа очистки воды годовой экономический эффект составляет 6862 руб. (в ценах 1984 г.)

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основании исследований процессов электролитической коагуляции и электрохимического хлорирования на примере реки Амударья непосредственным электролизом установлено, что при совмещении этих процессов в едином аппаратном исполнении:

1. В случае применения в качестве растворимых электродов железа часть электрохимически выделяемого хлора расходуется на окисление двухвалентного железа до трехвалентного, а активный хлор усиливает пассивацию железных электродов.

2. При применении в качестве растворимых алюминиевых электродов, ионы алюминия не влияют на выход активного хлора, а электрохимически выделенный активный хлор оказывает депассивирующее воздействие на пленку, образующуюся на поверхности алюминиевых электродов в процессе их ионизации.

3. Ионы хлора, активизирующиеся на нерастворимом хлорпроизводящем аноде, вступают в реакцию с ионизированным алюминием, полученным в результате электрохимического растворения алюминиевого анода, и гидроксильными ионами воды, образуя оксихлорид алюминия. Последний, при низких концентрациях по Al^{3+} дает больший эффект очистки воды от взвешенных веществ, чем электролитический гидроксид алюминия в тех же концентрациях.

4. При высокой катодной и низкой анодной плотности электрического тока, удельный расход электроэнергии повышается с увеличением анодной плотности тока. С повышением катодной плотности тока интенсивность пассивации катода уменьшается.

5. Разработан блочный метод соединения электродов в электрическую цепь, который позволяет на 27% снизить расход электроэнергии на выделение удельного количества активного хлора и повысить выход алюминия по току на 13,7% по сравнению с монополярным соединением электродов.

6. Разработан безреагентный метод депассивации катода путем увеличения плотности катодного тока, превышающий анодный в два раза.

7. Предложена методика инженерного расчета электролизерных установок, совмещающих процессы электролитической коагуляции растворимых электродов алюминия и в качестве хлорпроизводящих нерастворимых магнетитовых электродов.

8. Определены основные технологические параметры процесса

электролитической коагуляции растворимых электродов алюминия и хлорпроизводящих магнетитовых электродов для очистки воды реки Амударья в едином аппаратном исполнении.

Разработанная технология рекомендована комиссией хакимлика Лебапского велаята (области) для применения при подготовке питьевой воды для нужд малых населенных мест.

Годовой экономический эффект от внедрения одной электролизной установки составляет в ценах 1984 года 6862 руб.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Италмазов А. Исследование процесса очистки воды реки Амударья электролизом. Киев, 1993. Деп. в УкрГНТБ, № 1299-Ук93.
2. Италмазов А. Исследование процесса электролитической коагуляции и электрохимического обеззараживания низкоцветных сульфато-хлоридных вод. Киев, 1994. Деп. в УкрГНТБ, № 1916-Ук94.
3. Терновцев В.Е., Италмазов А. Очистка воды реки Амударья для хозяйственно-питьевых нужд малых населенных мест. Киев, 1995. Деп. в УкрГНТБ, № 971-Ук95.

Італмазов А. Освітлювання та знезараження низькокольорових сульфато-хлоридних вод електролізом на прикладі ріки Амудар'я. Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.04 - водопостачання, каналізація, будівельні системи охорони водних ресурсів. Київський державний технічний університет будівництва та архітектури, Київ, 1995.

Дисертація містить відомості, що знайшли відображення в 3 надрукованих роботах автора. Головним результатом дисертації є розробка методу очищення води електролізом в об'єднанні в одному апараті процесів отримання коагулянта і знезаражуючого реагента, які отримуються за допомогою електролізу низькокольорових сульфато-хлоридних вод. Пов'язуючи процеси електролітичної коагуляції аноду алюмінію, який розчиняється, із хлоротворним магнетитовим анодом, що не розчиняється, отримано оксихлорид алюмінію, який дає більший ефект очищення води від завислих речовин, ніж електролітичний гідроксид алюмінію. Вільний активний хлор, що виділяється на аноді, який не розчиняється, використано для знезараження води.

Розроблено блочний метод з'єднання електродів в електричний ланцюг, що дозволяє підвищити вихід алюмінію та активного хлору за струмом. Дано методику розрахунку електролізного пристрою.

Досліджено процес пасивації катоду гідроксид-карбонатними осадами і запропоновано засіб його депасивації.

Italmazov A. Clarification and disinfection of low-color sulphate-chloride water by electrolysis on river Amudaria example. The thesis for archiving scientific degree of candidate of technical science (Ph.D.), specialization 05.23.04 - water supply, canalization, constructive systems of water resource security. Kyiv state university of construction and architecture. Ukraine, Kyiv, 1995.

Thesis contains the materials which was published in 3 scientific papers. The main result of thesis is development of water purification method by electrolysis with the association in one apparatus of processes of coagulant and disinfected reagent obtaining which are produced at electrolysis of low-color sulphate-chloride water.

By the united processes electrolytic coagulation of soluble anode of aluminium and chlorine-productive insoluble anode of magnetit there is obtained oxide-chloride of aluminium which is haved lagest effect of water purification from suspended substances than the electrolytic hydroxide of aluminium. In this case extracted on insoluble anode free active chlorine is used for water desinfection.

There is developed block method of connection of electrodes into electrical net permitting to enlarge of aluminium and active chlorine by the current output. The method of electrolysive equipment design is given.

The process of cathod passivation by hydroxide-carbonate sediments is investigated and the way of it depassivation is proposed.

Ключові слова:

електроліз, електрохімічне знезараження води, електролітична коагуляція

ЛІНБ ім. В. Стефанишина
АН України

Підл. до друку 25.2.95 Формат 60×84¹/₁₆. Папір
друк. № 2 Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 16
Умовн. фарбо-відб. 16 Облік-вид. арк. 16
Тираж 100 Зам. № 5-5447

AB 33.875

AB 33.875