ГОССТРОЙ СССР
САНТЕХНИИПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЦЕХОВ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ

Б3—79

Москва 1992

gost.e-ecolog.ru

Настоящие Рекомендации, разработанные в СантехНИИпроект, являются продолжением работы по обобщению опыта проектирования систем водоснабжения и канализации участков и цехов гальванопокрытий, отражают современные технологические и экологические требования к указанным системам.

В Рекомендациях приводятся сведения по организации водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий, сбору загрязненных сточных вод, их очистке и возможности повторного использования очищенной воды.

Составители - инженеры Ю.Н. Саргин, В.А. Надеждин, В.А. Гаубе.

С выходом настоящей работы аннулируются Рекомендации по проектированию водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий Б3-63, выпуск I98Iг.

Настоящие Рекомендации являются исключительной собственностью СантехНИИпроекта. Запрещается копировать и передавать их другим организациям без разрешения института.

© Государственный проектный, конструкторский и научно-исследовательский институт СантехНИИпроект Главного управления проектирования Госстроя СССР (СантехНИИпроект), I992

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. Общая часть 5
2. Водоснабжение 8
3. Канализация 28
4. Очистка сточных вод и подготовка воды..... 29
4.I. Общие положения 29
4.I.I. Основные схемы и методы очистки сточных вод... 30
4.2. Реагентные методы очистки сточных вод..... 3I
4.2.I. Цианосодержащие сточные воды..... 32
4.2.2. Хромсодержащие сточные воды 39
4.2.3. Кислотно-щелочные стоки 45
4.3. Ионообменные методы очистки промышленных сточных вод 50
4.3.I. Ионообменная очистка кислотно-щелочных сточных вод 53
4.3.2. Ионообменная очистка кадмийсодержащих сточных вод..... 54
4.3.3. Ионообменная очистка никельсодержащих сточных вод 56
4.3.4. Ионообменная очистка медьсодержащих сточных вод..... 59
4.3.5. Ионообменная очистка цинксодержащих сточных вод..... 59
4.3.6. Ионообменная очистка хромсодержащих сточных вод..... 60
4.4. Электрохимические методы очистки сточных вод.... 62
4.4.I. Электрохимические методы очистки кислотно-щелочных сточных вод 62
4.4.2. Особенности электрохимической очистки фторсодержащих сточных вод 77
4.4.3. Особенности электрохимической очистки хромсодежащих сточных вод..... 78
4.4.4. Особенности электрохимической очистки цианосодержащих сточных вод..... 84

Стр.

4.5. Очистка сточных вод методом гиперфильтрации (обратный осмос)..... 85
4.6. Биохимические методы очистки промстоков 89
4.7. Сорбционные методы очистки сточных вод 91
5. Отдельные решения по регенерации отработанных растворов и утилизации ценных веществ..... 94
6. Определение объемов и существующие методы обработки осадков..... 112
7. Арматура и трубопроводы..... 113
8. Требования к строительным решениям..... 114
9. Штаты..... 116
10. Техника безопасности на очистных сооружениях..... 116

Приложения.

1. Основные технические характеристики применяемых реагентов..... 117
2. Физико-химические показатели ионообменных смол... 144
3. Область применения анионитов..... 152
4. Область применения катионитов 155
5. Соотношение между pH и объемными концентрациями г-экв/м^3 и г/м^3 извести и серной кислоты..... 158
6. Характеристика наиболее часто встречающихся химических веществ..... 159
7. Материалы для прокладочных соединений..... 163
8. Характеристика активных углей..... 165
9. Литература..... 168

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

I.I. Рекомендации разработаны для руководства при проектировании систем водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий в дополнение и развитие СНиП 2.04.02-84 и 2.04.03-85, а также с целью увязки решений систем водоснабжения и канализации с технологическими решениями.

I.2. Вода имеет одно из самых важных значений в гальваническом производстве, поскольку участвует непосредственно в технологическом процессе:

является составной часть технологических растворов;

используется в промывных операциях после каждого технологического процесса.

I.3. Проектирование систем водоснабжения и канализации гальвано-химических производств решает две основные задачи:

обеспечение производства водой в необходимом количестве и необходимого качества;

сведение к разумному минимуму экономического ущерба от загрязнений, содержащихся в сточных водах гальванического производства.

Для решения названных задач при конкретном проектировании следует, как правило, предусматривать водооборотные системы в сочетании с малоотходной технологией; рациональными методами промывки и регенерацией отработанных технологических растворов. Решения основных задач должны закладываться при проектировании водопровода и канализации (создание водооборотных систем, очистка сточных вод, участие в создании безотходной технологии) и в технологической части проекта (регенерация отработанных растворов, подбор технологического оборудования с целью обеспечения рациональных методов промывки, создание малоотходной технологии). Границы проектирования определяются только после принятия оптимальных совместных решений технологами и специалистами по водоснабжению, поэтому в настоящих Рекомендациях, наряду с вопросами водоснабжения, канализации и методами очистки сточных вод, рассматривается некоторые технологические вопросы, в частности, методы регенерации некоторых отработанных растворов, промывные операции и другие.

Данная работа является не "догмой" для проектировщиков, а лишь вспомогательным материалом, позволяющим ориентироваться в затронутых вопросах.

Для удобства ориентирования ниже производятся терминология и понятия, примененные в настоящей работе.

Водоснабжение цехов гальванопокрытий - система, обеспечивающая подготовку и подачу воды к технологическому оборудованию, включающая в себя трубопроводы, арматуру, водоподготовительные установки, емкостное, насосное и другое оборудование.

Канализация цехов гальванопокрытий - система, обеспечивающая отвод и очистку стоков от технологического оборудования, включающая трубопроводы, арматуру, очистные установки, емкостное, насосное и другое оборудование.

Оборотное водоснабжение цехов гальванопокрытий - система многократного использования воды за счет очистки стоков от технологического оборудования до степени, позволяющей использовать их в системах водоснабжения этого же технологического оборудования.

Общецеховая система оборотного водоснабжения - система с отводом стоков от всего технологического оборудования на очистные сооружения, с возвратом их после очистки в систему водоснабжения цеха.

Локальная система оборотного водоснабжения - система с отводом стоков от одной единицы технологического оборудования с возвратом их после очистки в эту же единицу оборудования.

Регенерация - восстановление свойств отработанных растворов для повторного применения в технологических процессах, как " правило", за счет их очистки от загрязняющих примесей.

Коррекция - доведение концентраций растворов и элюатов, возвращаемых в технологические процессы, до параметров, позволяющих их использование в этих процессах.

Элюаты - растворы, получаемые в результате регенерации ионнообменных фильтров.

Концентраты - растворы, получаемые в результате электродиализа, гиперфильтрации (обратного осмоса).

Технологическая ванна - ванна, предназначенная для химической или электрохимической обработки деталей (изделий).

Ванна промывки - ванна для промывки деталей (изделий) с целью удаления с их поверхности раствора, оставшегося после обработки в технологической ванне.

Одноступенчатая или одинарная промывка - промывка деталей в одной ванне с проточной водой.

Ступенчатая противоточная (каскадно-противоточная) промывка - промывка последовательно в двух или нескольких ваннах (ступенях, каскадах), когда вода поступает только в ванну последней промывки, откуда перетекает в предыдущие ванны. Детали в процессе промывки перемещаются против тока воды. Удаление воды производится из ванны первой промывки.

Ступенчатая прямоточная (каскадная) промывка - промывка последовательно в нескольких ваннах с раздельной подачей воды. Сток воды в канализацию производится от каждой ванны.

Ванна улавливания (эконом-ванна) - ванна для промывки деталей в непроточной воде. По мере увеличения концентрации отмываемого раствора в этой ванне возможен возврат накопленного раствора в технологическую ванну.

В необходимых случаях при дорогостоящих электролитах возможна установка нескольких ванн улавливания для последовательного ополаскивания деталей.

Критерий промывки (кратность разбавления) - отношение концентрации основного компонента в технологической ванне к концентрации того же компонента в ванне последней промывки.

Основной компонент данного раствора (электролита) - такой, для которого критерий промывки является наибольшим.

Удельный расход воды на промывку - количество воды, необходимое для промывки I $м^2$ поверхности промываемых деталей при соблюдении заданного критерия промывки.

Удельный вынос раствора - количество раствора, перенесенного I $м^2$ поверхности обрабатываемых деталей из технологической ванны в промывную.

Промываемая поверхность - суммарная поверхность деталей и приспособлений (подвесок, сеток, корзин, барабанов и пр.), вносимых в ванны промывки.

2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

2.I. При разработке проектов водоснабжения необходимо выполнять требования действующих нормативных документов, ГОСТ 9.305-84, СанПиН 4630-88, Правил по рациональному использованию воды в промышленности и других соответствующих документов.

Вода в цехах гальванопокрытий расходуется на приготовление электролитов, промывку деталей, охлаждение ванн и выпрямителей тока.

Для воды, используемой на охлаждение ванн и выпрямителей тока, следует проектировать оборотные системы водоснабжения с охлаждением отработанной воды на водоохладителях. Возможно объединение этих систем с оборотными системами предприятия.

Оборотные системы для воды, используемой на охлаждение технологических ванн, следует проектировать с разрывом струи. При этом в приемном резервуаре нагретой воды должны быть обеспечены контроль за качеством нагретой воды и возможность автоматической подачи её на сооружения очистки промстоков в случае аварии в системе охлаждения технологической ванны (разрыв охлаждающих трубопроводов и попадание в них технологических растворов).

2.2. Для приготовления электролитов (технологических растворов) используется, как правило, вода, прошедшая специальную подготовку (снятие солей жесткости, обезжелезивание, обессоливание). В некоторых случаях допускается использование воды из системы питьевого водопровода. Качество воды условливается технологическими требованиями, к качеству приготовляемого раствора.

2.3. Качество воды, используемой на промывку деталей (изделий) после обработки их в электролитах (технологических растворах), также определяется технологическими требованиями, так как качество и надежность гальванопокрытий зависит от качества промывки изделий.

Приведенные в табл.I показатели по качеству воды соответствуют стандарту, ГОСТ 9.3I4-90. Данные таблицы свидетельствуют о необходимости организации специальной подготовки воды, прежде всего ее деминерализации.

Области применения воды в зависимости от категории воды приведены в табл.2.

Для обеспечения стабильных условий промывки при экономичном расходе воды следует проектировать установку приборов контроля и регулирования расходов воды по цеху в целом, по гальваническим линиям и по отдельным линиям промывки.

На водопроводимом вводе (вводах) в цех следует устанавливать водомер и обеспечивать в некоторых случаях и запись расхода воды.

Таблица I

Ингредиенты	Допустимые концентрации		
	I категории	II категории	III категории
Жесткость , мг-экв/л	До 7	До 6	0,35
Взвешенные вещества, мг/л	I0	I,5	0
Сухой остаток, мг/л	I000	400	5
Сульфаты, мг/л, SO_4^{2-}	500	50	0,5
Хлориды, мг/л , Cl^-	350	35	0,02
Нитраты, мг/л , NO_3^-	45	I5	0,2
Фосфаты, мг/л , PO_4^{3-}	30	3,5	I
Аммиак, мг/л	I0	5	0,02
Нефтепродукты, мг/л	0,5	0,3	-
ХПК, мг/л	I50	50	-
Остаточный хлор, мг/л	I,7	I,7	-
Поверхностно-активные вещества (сумма анионных и неионогенных), мг/л	5	I	-
Ионы тяжелых металлов, мг/л	I5	5	0,4
Железо	0,3	0,I	0,05
Медь	I	0,3	0,02
Никель	5	I	-
Цинк	5	.I,5	0,2
Хром трехвалентный	5	0,5	-
pH, ед	6,5÷8,5	6,5÷8,5	7÷8
Удельная электрическая проводимость, $\frac{I}{ом.см.}$	$2 \cdot I0^{-3}$	$I \cdot I0^{-3}$	$5 \cdot I0^{-4}$

Таблица 2

Категория воды	Область применения	Дополнительные указания
I	Промывка деталей в операциях подготовки поверхности к покрытию, кроме категорий 2 и 3.	-
2	Приготовление электролитов и промывка во всех случаях, кроме перечисленных для воды 3-й категории.	Вода, используемая на промывку может быть повторно применена как вода I-й категории
3	Приготовление электролитов и промывка перед обработкой в электролитах (растворах), составленных на воде 3-й категории, а также при специальных требованиях к качеству и внешнему виду, для особо ответственных деталей.	Вода использованная на промывку может быть применена повторно, как вода I-й и 2-й категорий.

На отдельных технологических линиях должны устанавливаться расходомеры, например, ротаметры со сшкалой, соответствующей расчетному расходу воды.

Кроме того, на водопроводной сети, питающей технологическую линию и на каждом ответвлении к промывочным ванным, должны устанавливаться вентили для эксплуатационных нужд и ограничители расхода, настраиваемые при наладке на расчетный режим.

Ограничителями расхода воды могут быть шайбы, вентили со снятыми штурвалами и опломбированные и другие приспособления. С целью обеспечения постоянного расхода воды, в случае питания от городской сети целесообразно предусматривать установку

регуляторов давления на вводе в цех. В случае подачи воды по замкнутому локальному циклу (водооборот) необходимость в установке регуляторов давления отпадает. Принципиальная схема водного хозяйства показана на рис.I.

Условная схема водопотребления в цехе гальванических покрытий показана на рис.2.

2.4. Рекомендуемые методы промывок приведены в табл.3, а общий их принцип - на рис.3.

Таблица 3.

Условное обозначение метода промывки	Наименование метода	Область применения	Дополнительные указания
П	Погружной - промывка в ваннах с проточной и непроточной водой	Обработка на подвесках деталей имеющих пазы, углубления и т.п. Обработка деталей насыпью	Минимальная продолжительность 20с
С, ИС	Струйный или импульсно-струйный - промывка из душирующих устройств	Обработка на подвесках деталей преимущественно простой конфигурации.	Минимальная продолжительность 20с
К	Комбинированный - последовательно струйный и погружной	Промывка деталей после обработки в трудно смываемых растворах и деталей сложной конфигурации	Минимальная продолжительность 20с

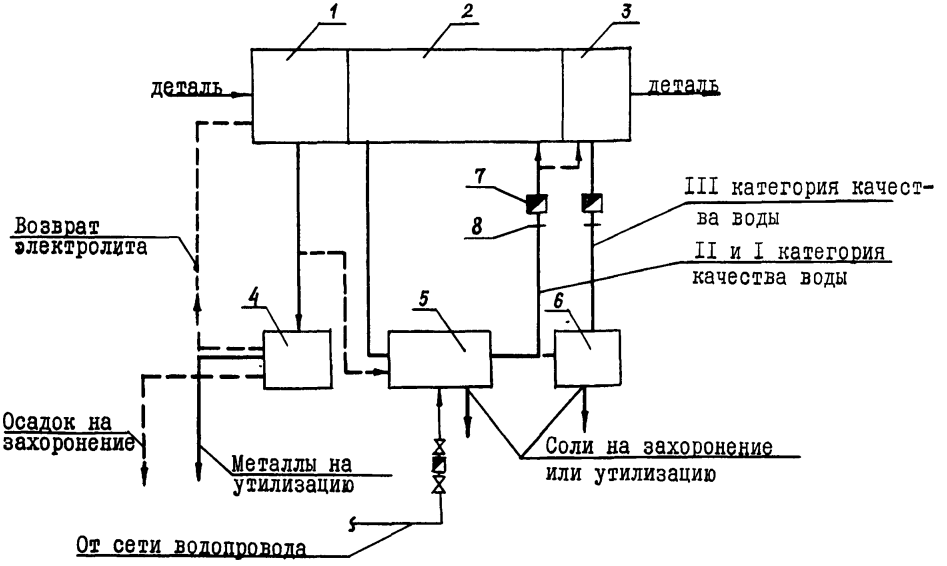


Рис.I. Принципиальная схема водного хозяйства гальванического цеха I- технологические ванны; 2- промывные ванны; 3- ванны окончательной промывки; 4- регенерационная установка; 5- очистные сооружения; 6- сооружения глубокой доочистки; 7- расходомер; 8- шайба

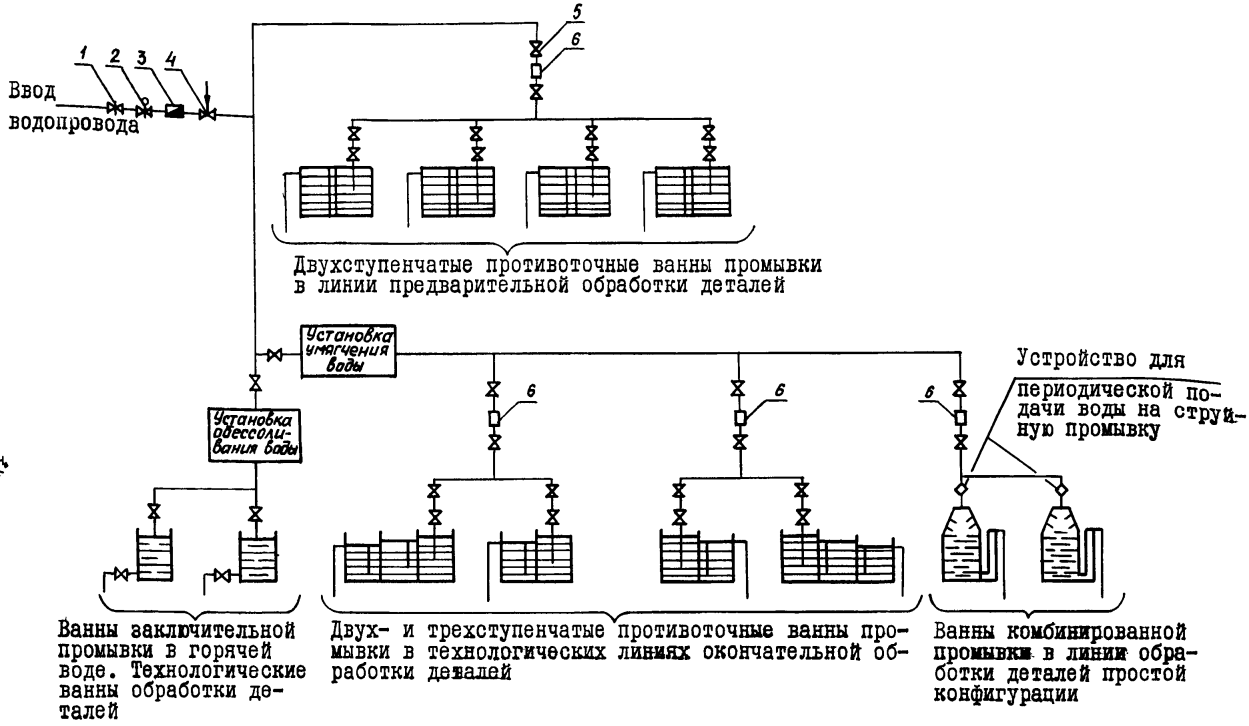


Рис.2. Условная схема водоснабжения в гальваническом цехе

I- задвижка; 2- электрозадвижка; 3- счетчик воды; 4- регулятор давления "после себя"; 5- вентили запорные; 6- индикаторы расхода воды на технологические линии

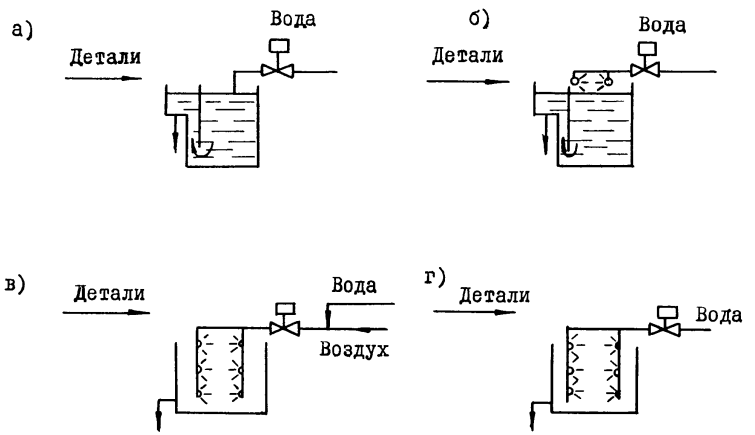


Рис.3. Методы промывок: а) погружной метод-П ; б) комбинированный метод-К ; в) аэрозольный метод-ИС ; г) стрйный метод-С

Наиболее жесткие требования предъявляются к воде, предназначенной для промывных операций после технологических ванн, в которых производится покрытие (цинкование, хромирование, меднение, никелирование, оловонирование, кадмирование и другие) и особенно для межоперационных промывок при многослойном покрытии, а также для промывок после покрытий драгоценными металлами.

Менее жесткие требования предъявляются к воде, предназначенной для промывок после подготовительных технологических операций (обезжиривание, травление и другие).

Качественные показатели воды, используемой для промывки, а также допустимые концентрации отдельных ингредиентов в воде, используемой в гальваническом производстве, приведены в табл.I.

2.5. Промывка в проточной воде при погружном и комбинированном методе может быть одинарной, ступенчатой противоточной или прямоточной.

Схемы наиболее часто встречающихся промывок приведены на рис.4.

Ступенчатая противоточная промывка применяется при однотемпературных режимах, прямоточная - при разнотемпературных режимах.

В соответствии с технологическим регламентом температурный режим промывки может быть холодным, теплым или горячим (табл.4).

С целью экономии воды после технологических ванн рекомендуется применять двухступенчатую промывку или ванну улавливания, где она требуется и двухступенчатую промывку.

При двух- и трехступенчатой промывке комбинированный метод применяют только для последней ступени промывки.

При комбинированной промывке детали после промывки в проточной ванне при излечении ополаскиваются струями воды, которые стекая в ту же ванну, обеспечивают постоянный приток и обмен воды.

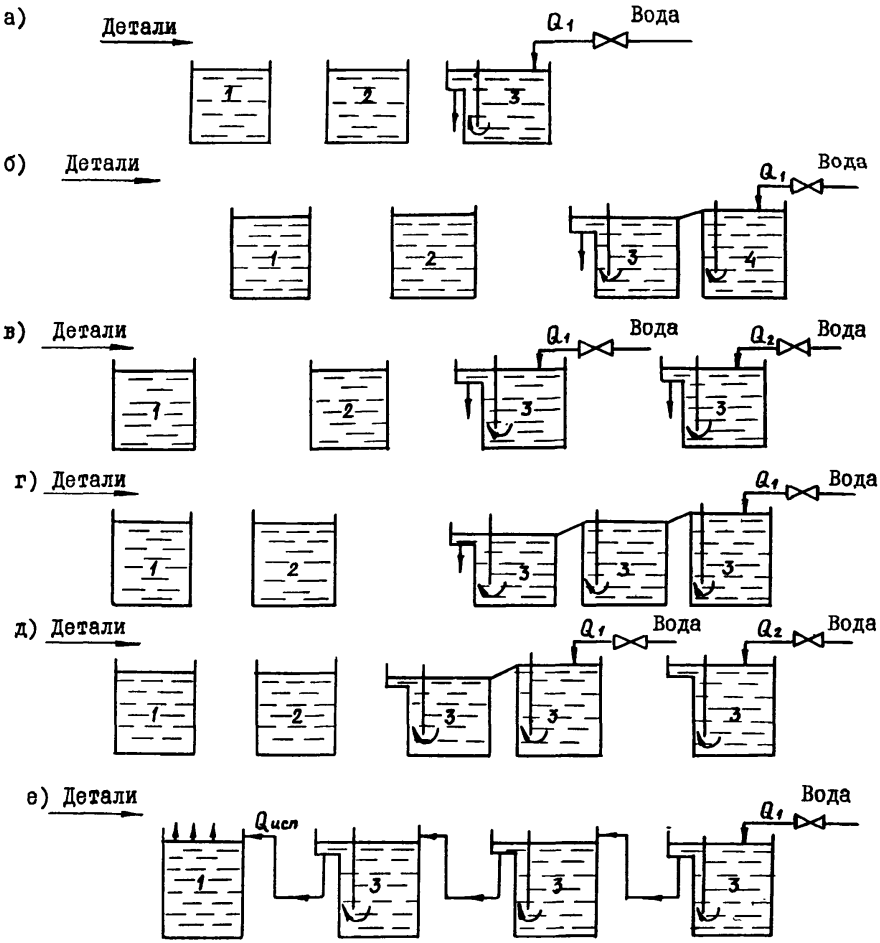


Рис.4. Схемы промывок: а)одноступенчатая с одной ванной улавливания; б)двухступенчатая противоточная с одной ванной улавливания; в)двухступенчатая прямоточная с одной ванной улавливания; г)трехступенчатая противоточная с одной ванной улавливания; д)трехступенчатая смешанная с одной ванной улавливания;е)бессточная; I,2,3 - ванны рабочая, улавливания и промывки; $Q_{исп}$ - потери рабочего раствора на испарение; Q_1 и Q_2 - расчетный расход воды, $дм^3/ч$

Таблица 4

Температурный режим воды	Температура, °С	Условное обозначение	Область применения	Дополнительные указания
Холодная	15–39	Х	Во всех случаях, кроме перечисленных для Т и Г	Температура воды для промывки перед никелированием должна быть не ниже 15°С
Теплая	40–59	Т	После операции обезжиривания, хроматирования, травления легких сплавов снятия шлама, анодного окисления, перед и после химического оксидирования черных и цветных металлов.	-
Горячая	60–90	Г	После операции обезжиривания, травления и снятия травильного шлама в щелочных растворах, при наличии на поверхности значительного слоя масел или смазок, перед химическим обезжириванием или перед одновременным обезжириванием - травлением, перед операциями нанесения покрытий в теплых и горячих растворах, перед сушкой.	Не применяется после операции хроматирования по цинковому и кадмиевому покрытиям и химического оксидирования по алюминию и алюминиевым сплавам.

Примечание. Если при каскадной промывке в одной из ступеней предусматривается теплая или горячая вода, то в другой ступени температура воды не нормируется.

В соответствии с ГОСТ 9.314-90 расход воды на промывку определяется в зависимости от:

- промываемой поверхности деталей, $м^2/ч$ (F);
- удельного выноса раствора (электролита) из ванны поверхностью деталей, $л/м^2$ (q);
- количества ступеней (ванн) промывки (N);
- критерия окончательной промывки деталей ($К^о$).

Значение F для автоматизированных линий и крупносерийного производства принимают по максимальной производительности, а при индивидуальном и мелкосерийном производстве - по фактической производительности.

Удельный вынос электролита q $л/м^2$ при обработке деталей на подвесках составляет 0,2 $л/м^2$, при продолжительности стекания электролита не менее 6 сек.; при обработке деталей насыпью в колоколах и барабанах - 0,4 $л/м^2$, в корзинах и сетках - 0,6 $л/м^2$ при продолжительности стекания электролита не менее 15 с. В технически обоснованных случаях при наличии экспериментальных данных для конкретных деталей допускается изменить удельный вынос электролита.

Критерий окончательной промывки $К^о$ показывает во сколько раз следует снизить концентрацию основного компонента раствора (электролита), выносимого поверхностью деталей по предельно допустимых значений в последней ванне данной операции

$$К^о = \frac{С_о}{С_п} , \qquad (I)$$

где $С_о$ - концентрация основного компонента в растворе (электролите), применяемом для операции, после которой производится промывка;

$С_п$ - допустимая концентрация основного компонента в воде после операции промывки, определяемая по табл.5.

Таблица 5

Наименование компонента или электролита	Наименование операции, перед которой проводится промывка	Наименование электролита, перед которым проводится промывка	Допустимая концентрация основного компонента в воде после операции промывки $C_д$ мг/л
Общая щелочность в пересчете на едкий натр	–	Кислый или цианистый	800 100
	Анодное окисление алюминия и его сплавов	–	50
Красители (для окрашивания покрытий Ан.Окс.)	Межоперационная промывка, сушка	–	5
Кислота в пересчете на серную	–	Кислый Щелочной Цианистый	100 50 10
	Наполнение и пропитка покрытий	–	10
Cu^{2+}, Sn^{2+}, Sn^{4+}, Cr^{6+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}	Межоперационная промывка, сушка	–	10
	Межоперационная промывка, сушка	–	15
	Никелирование Сушка	–	2 10
	Меднение Хромирование, сушка	–	20 10
	Сушка	–	30
Соли драгоценных металлов в пересчете на металл	Сушка	–	1

Примечания.

I. За основной компонент (ион) данного раствора или электролита принимают тот, для которого критерий промывки является наибольшим.

2. При промывке изделий, к которым предъявляются особо высокие требования, допустимые концентрации основного компонента могут устанавливаться опытным путем.

При использовании схемы промывки с одной ванной улавливания концентрацию основного компонента (иона) в ваннах промывки определяют по формулам:

в ванне I-й промывки для всех систем

$$C_{1n} = C_0 \frac{qF}{Q_1}\left(1 - e^{\frac{-qFt}{V}}\right) \qquad (2)$$

в ванне 2-й промывки при противоточных схемах и трехступенчатой смешанной

$$C_{2n} = C_0 \frac{(qF)^2}{Q_1^2}\left(1 - e^{\frac{-qFt}{V}}\right) \qquad (3)$$

в ванне 2-й промывки при прямоточной схеме

$$C_{2n} = C_0 \frac{(qF)^2}{m \cdot Q_1^2}\left(1 - e^{\frac{-qFt}{V}}\right) \qquad (4)$$

в ванне 3-й промывки при противоточной схеме

$$C_{3n} = C_0 \frac{(qF)^3}{Q_1^3}\left(1 - e^{\frac{-qFt}{V}}\right) \qquad (5)$$

в ванне 3-й промывки при смешанной схеме

$$C_{3n} = C_0 \frac{(qF)^3}{m \cdot Q_1^3}\left(1 - e^{\frac{-qFt}{V}}\right) \qquad (6)$$

где q – удельный вынос электролита (раствора) из ванн поверхностью деталей и подвески в зависимости от метода отработки и принятой продолжительности стекания раствора с деталей, $л/м^2$;

F – промываемая поверхность деталей и подвески, $м^2/ч$;

Q_1, Q_2 – расход промывной воды $л/ч$, $m = \frac{Q_2}{Q_1}$;

V – объем ванны улавливания и промывки, л ;

e – основание натурального логарифма ;

t – продолжительность работы со времени заполнения ванны улавливания чистой водой, ч.

Ванны улавливания устанавливают, если суточное уменьшение объема электролита составляет не менее 20 % объема ванны улавливания. После хромирования и покрытия драгоценными металлами ванны улавливания предусматриваются обязательно.

В зависимости от количества ступеней промывки расход воды в л/ч для каждой промывной ванны, оборудованной подающим трубопроводом, определяют по формулам:

одноступенчатая промывка

$$Q_I = q F K \left(1 - e^{\frac{-q F t}{v}}\right) \qquad (7)$$

При двухступенчатой противоточной

$$Q_I = q F \sqrt{K\left(1 - e^{\frac{-q F t}{v}}\right)} \qquad (8)$$

При двухступенчатой прямоточной

$$Q_I = q F \sqrt{\frac{K}{m}\left(1 - e^{\frac{-q F t}{v}}\right)} \qquad (9)$$

При трехступенчатой противоточной

$$Q = q F^3 \sqrt{K\left(1 - e^{\frac{-q F t}{v}}\right)} \qquad (10)$$

При трехступенчатой смешанной

$$Q_I = q F \sqrt[3]{\frac{K}{m}\left(1 - e^{\frac{-q F t}{v}}\right)} \qquad (11)$$

В тех случаях, когда критерий промывки менее 1500 допускается применять схемы без ванн улавливания, а расход промывной воды определять по формуле:

$$Q_I = q F \sqrt[N]{K^0} \qquad (12)$$

где N – число ступеней промывки.

При работе с горячими ваннами можно применять противоточные бессточные схемы промывок, учитывая потери рабочего раствора $Q_{исп}$, л/ч на тепловое испарение и унос выделяю-

щимися газами. Число ступеней для таких схем вычисляют по формуле

$$N = \frac{\lg K^{o}}{\lg \frac{Q_{исп}}{q\,F}} \qquad (I3)$$

Величину Q исп. необходимо определять опытным путем. Продолжительность работы ванны улавливания t, ч, определяют из расчета достижения концентрации основного компонента в ванне улавливания, равного 0,4 Со.

Продолжительность цикла работы t можно определить по формуле:

$$t = 0{,}5\frac{V}{q \cdot F} \qquad (I4)$$

Ванну улавливания следует опорожнять при достижении в ней концентрации основного улавливаемого компонента в количестве 0,4 Со.

Объем воды $W_{ц}$, л на промывку для одного цикла вычисляют по формулам:

при одноступенчатой промывке

$$W_{ц} = 0{,}11 \quad K^{o} \cdot V \qquad (I5)$$

при двухступенчатой противоточной

$$W_{ц} = 0{,}24\, V \cdot \sqrt{K^{o}} \qquad (I6)$$

при трехступенчатой противоточной

$$W_{ц} = 0{,}3\, V \cdot \sqrt[3]{K^{o}} \qquad (I7)$$

при двухступенчатой прямоточной

$$W_{ц} = 0{,}24\,(I + m) \cdot V \sqrt{\frac{K^{o}}{m}} \qquad (I8)$$

при трехступенчатой смешанной

$$W_{ц} = 0{,}3\,(I + m) \cdot V \cdot \sqrt[3]{\frac{K^{o}}{m}} \qquad (I9)$$

Для облегчения расчетов можно использовать номограммы приведенные на рис. 5-7.

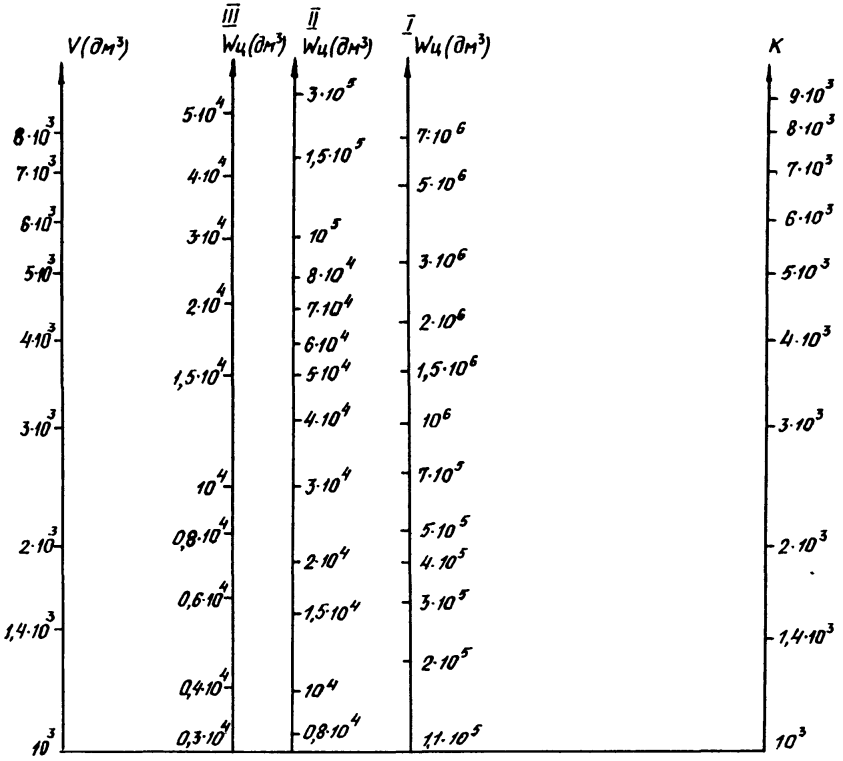


Рис.5. Номограмма для расчета объема воды для противоточных схем промывок: I - одноступенчатая; II - двухступенчатая; III - трехступенчатая

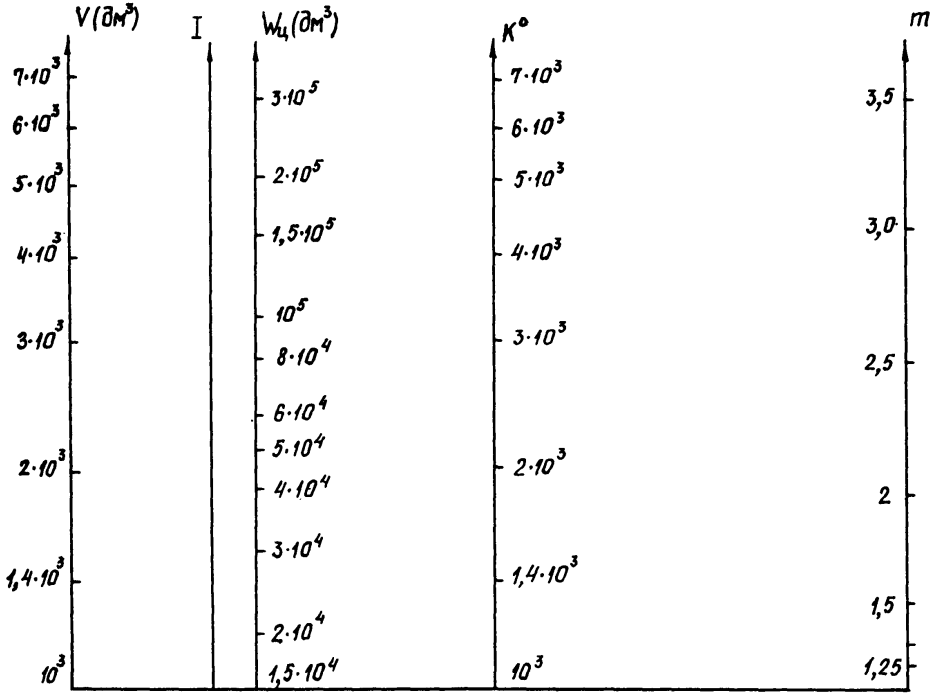
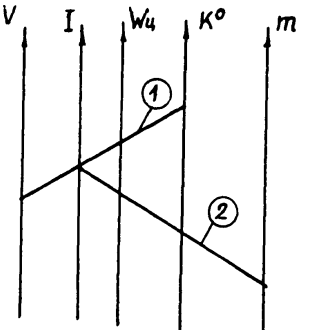
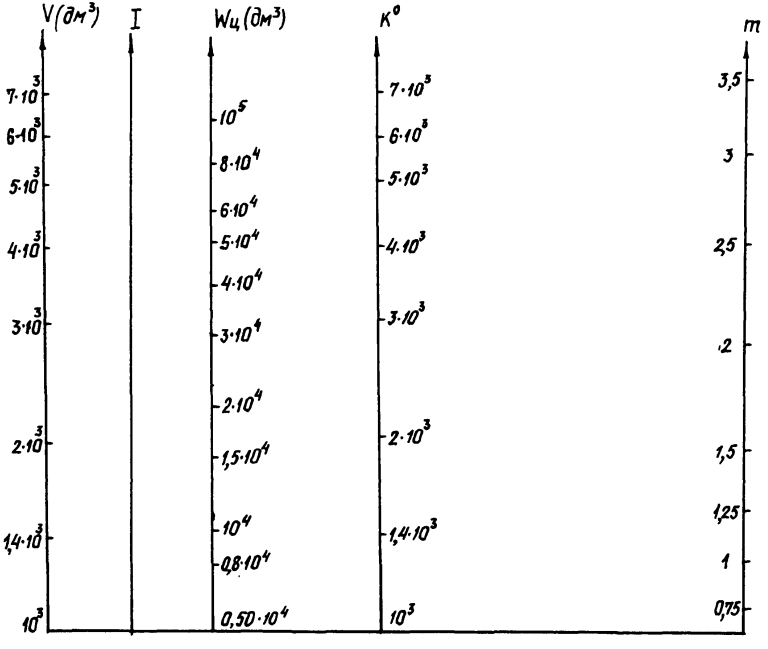


Рис.6. Номограмма для расчета объема воды при прямоточной двухступенчатой промывке



Примечание. Для определения объема воды на промывку для одного цикла, необходимо соединить заданные значения V и K°(прямая I), затем заданное значение *m* соединить с точкой пересечения прямой V-K с осью (прямая 2). Точка пересечения прямой 2 с осью $W_ц$ соответствует объему воды на промывку для одного цикла.



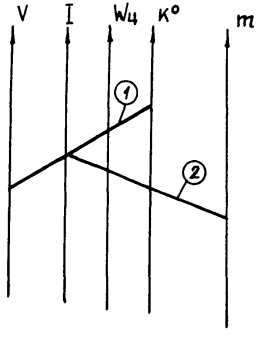


Рис.7. Номограмма для расчета объема воды при трехступенчатой смешанной промывке

При расчетном расходе воды на промывку менее 100 л/ч минимальный расход принимают равным 100 л/ч.

Сети водопровода следует прокладывать открыто с нерабочей стороны рядов ванн или под обслуживающими площадками. Арматура на трубопроводах должна устанавливаться в местах, удобных для обслуживания. Материал трубопроводов для системы водоснабжения выбирается по действующим нормам в зависимости от качества подаваемой воды.

Трубопроводы окрашиваются в соответствии с ГОСТом на окраску трубопроводов промышленных предприятий.

3. КАНАЛИЗАЦИЯ

3.1. По содержанию загрязнений сточные воды гальванических цехов делятся на:

щелочные - от обезжиривания изделий и других операций;

кислотные - от предварительного травления изделий, кислого меднения, никелирования, кислого цинкования и других операций;

циансодержащие - от процессов цианистого меднения, цианистого цинкования и других операций;

хромсодержащие - от процессов хромирования, пассивации, травления в хромке и других операций;

фторсодержащие - от процессов травления, оловянирования и других операций.

В случае необходимости утилизации ценных компонентов сточные воды могут быть дополнительно разбиты на отдельные потоки. Например, медьсодержащие, никельсодержащие и др.

3.2. По режиму сброса и по концентрации все сточные воды можно разделить на две группы:

постоянно поступающие промывные сточные воды, образующиеся при промывке изделий;

периодически поступающие отработанные концентрированные электролиты.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР отработанные электролиты должны регенерироваться и возвращаться в производство. Проект регенерации электролитов разрабатывается в технологической части проекта.

Каждый случай направления отработанных электролитов на обезвреживание должен быть обоснован. Например, в случае комплексного выделения и утилизации компонентов из промывных сточных вод и отработанных растворов.

3.3. Объем сточных вод определяется в технологической части проекта и содержит расходы воды на промывные операции и уборку помещений.

В том случае, если отработанные электролиты поступают на очистные сооружения, в задании на проектирование должны быть указаны состав, режим сброса, количество сбрасываемых электролитов и их полный химический состав.

3.4. Каждый вид стоков, как правило, канализуется по отдельным трубопроводам. При необходимости объединения сточных вод и канализования по одному трубопроводу следует учитывать возможность их смешивания, не допуская образования токсичных веществ.

3.5. Сети канализации могут прокладываться открыто, в лотках, по конструкциям здания или в подпольных химзащищенных каналах.

Трубы и арматура должны быть в коррозионно-стойком исполнении. Рекомендуется применять трубопроводы из полимерных материалов, стекла, фторопласта и др.

Возможно также применение труб, футерованных полиэтиленом или гуммированных, а при соответствующем обосновании – из нержавеющей стали или титана.

4. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ПОДГОТОВКА ВОДЫ

4.1. Общие положения. Основной задачей, которую необходимо решать при проектировании очистных сооружений производственных сточных вод от цехов гальванопокрытий, является сведение к минимуму экономического ущерба, наносимого этими сточными водами.

В идеальном случае – это отсутствие сброса сточных вод от указанных производств за счет создания водооборотных систем, а также полная утилизация и возврат в производство веществ, выделяемых из сточных вод в результате очистки.

Современные гальванические производства имеют на вооружении большое количество технологических процессов, для них создано огромное (более 300) рецептов технологических растворов. Поэтому не существует и не может существовать единая универсальная методика очистки сточных вод гальванических производств, обеспечивающая решение экологической проблемы.

В каждом конкретном случае необходимо прибегать к сочетанию различных методов и схем очистки. При этом, как правило, необходимо предусматривать возможность, которая позволит выбрать методы и схемы, обеспечивающие наибольшую степень решения проблемы при меньших капитальных затратах.

При выборе схем и методов очистки следует также учитывать:

возможность блокировки сооружений с основным производством или выделение их в самостоятельное здание;

дополнительные требования местных органов государственного надзора;

качественный и количественный состав по каждому виду стоков;

возможность получения заказчиком необходимых материалов, реагентов и оборудования;

наличие необходимых площадей для строительства очистных сооружений;

возможность разделения стоков на необходимое количество потоков;

обеспеченность сжатым воздухом, электроэнергией и другими ресурсами;

необходимость резерва по производительности очистных сооружений с учетом перспективного развития производства.

4.I.I. Основные схемы и методы очистки сточных вод.

Основные существующие методы очистки: реагентный, ионообменный, электрохимический, озонирование, гальванокоагуляция, гиперфильтрация (обратный осмос), биохимический, сорбционный. Схемы очистки могут быть периодическими, непрерывными, смешанными.

Выбор схемы определяется методом очистки и объемом сточных вод. Схемы очистки для части стоков, предназначенной на сброс в канализацию должны приниматься периодическими или смешанными.

Для выравнивания расходов и концентраций загрязнений независимо от выбранных методов и схем очистки необходимо предусматривать емкостное оборудование для усреднения промывных стоков. Время усреднения принимается в зависимости от метода очистки стоков, но не менее 2 ч.

В отдельных случаях следует предусматривать также емкостное оборудование для сбора отработанных электролитов. Объем оборудования рассчитывается исходя из графика сброса отработанных электролитов, принимаемых на очистные сооружения, но не менее чем на удвоенный максимальный объем наиболее крупной технологической ванны.

В случае необходимости совместной очистки промывных сточных вод с отработанными электролитами для последних предусматривается обязательное дозирование в промывные воды.

Оборудование для приема и очистки сточных вод должно приниматься по возможности заводского изготовления химически стойкое или химзащищенное в зависимости от состава сточных вод, принятых методов и схем очистки.

4.2. Реагентные методы очистки сточных вод.

Реагентные методы очистки являются одними из самых старых методов, которые применяются для обезвреживания и очистки сточных вод гальванических производств.

Практически во всех схемах, основанных на физико-химических методах очистки сточных вод, присутствуют элементы реагентных методов.

И хотя в настоящее время реагентные методы в чистом виде утратили свое значение, так как не могут обеспечить конечных целей (создание водооборотных систем и выделение компонентов с последующей их утилизацией), в отдельных случаях они могут составлять основу систем водоочистки (например, на действующих очистных сооружениях) или применяться на отдельных стадиях очистки (например, для предварительного обезвреживания и очистки хромсодержащих стоков с большим содержанием фосфатов, высококонцентрированных фторсодержащих стоков и других).

В настоящем разделе рассматриваются методы реагентной очистки сточных вод, основанные на применении реагентов в виде растворов или в чистом виде для проведения соответствующих химических реакций (восстановление шестивалентного хрома в трехвалентный, нейтрализация кислот или щелочей, образование гидроокисей или других нерастворимых соединений металлов, другие реакции).

Основные технические характеристики применяемых реагентов приведены в приложении I.

4.2.I. Циансодержащие сточные воды.

При реагентной обработке циансодержащих сточных вод производится окисление цианидов до цианатов с последующим их гидролизом.

Циансодержащие сточные воды гальванических производств, могут содержать в себе как простые цианиды: $NaCN$; KCN ; $CuCN$; $Fe(CN)_2$ и другие, так и комплексные: $[Cu(CN)_2]^-$; $[Cu(CN)_3]^{2-}$; $[Zn(CN)_4]^{2-}$; $[Cd(CN)_4]^{2-}$; $[Fe(CN)_6]^{3-}$; $[Fe(CN)_6]^{4-}$ и другие.

В практике очистки циансодержащих сточных вод применяются реагенты:

хлорсодержащие - хлорная известь $CaOCl_2$; гипохлорит кальция $Ca(OCl)_2$; гипохлорит натрия $NaOCl$; жидкий хлор Cl_2 ;

кислородсодержащие - O_2 ; присутствие катализатора - - активного угля; перекись водорода H_2O_2 ; перманганат калия $KMnO_4$; озон - O_3.

Доза реагентов рассчитывается на основании химических реакций:

а) окисление гипохлоритом простых растворимых цианидов

$$CN^- + OCl^- \rightarrow CNO^- + Cl^- \quad ; \qquad (20)$$

б) окисление комплексных растворимых цианидов меди и цинка

$$2[Cu(CN)_3]^{2-} + 7OCl^- + 2OH^- + H_2O \rightarrow 6CNO + 7Cl^- + 2Cu(OH)_2\downarrow \quad ; \qquad (21)$$

$$[Zn(CN)_4]^{2-} + 4OCl^- + 2OH^- \rightarrow 4CNO^- + 4Cl^- + Zn(OH)_2\downarrow ; \qquad (22)$$

в) окисление жидким хлором простых цианидов (в щелочной среде)

$$CN^- + Cl_2 + 2OH^- \rightarrow CNO^- + 2Cl^- + H_2O ; \qquad (23)$$

г) окисление жидким хлором комплексных растворимых цианидов

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 3Cl_2 + 8OH^- \rightarrow 3CNO^- + 6Cl^- + Cu(OH)_2\downarrow + 3H_2O \quad (24)$$

Поскольку при обработке хлорсодержащими реагентами постоянно образуется хлорноватистая и соляная кислота:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HOCl \; ; \quad (25)$$

реакцию можно вести только при избыточной величине щелочи для нейтрализации свободной кислоты. При несоблюдении этих условий образуется высокотоксичный хлорциан

$$2CN + Cl_2 \rightarrow 2ClCN \; ; \quad (26)$$

д) окисление перманганатом простых растворимых цианидов

$$3CN^- + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2\downarrow + 2OH^- ; \quad (27)$$

е) окисление перманганатом комплексных растворимых цианидов

$$3[Cu(CN)_3]^{2-} + 7MnO_4^- + 5H_2O \rightarrow 9CNO + 3Cu(OH)_2\downarrow + 7MnO_2\downarrow + 4OH^- \; ; \quad (28)$$

ж) окисление перекисью водорода простых цианидов

$$NaCN + H_2O_2 \rightarrow NaCNO + H_2O \; ; \quad (29)$$

з) окисление комплексных цианидов перекисью водорода

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 3H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 3CNO^- + Cu(OH)_2\downarrow + 3H_2O ; \quad (30)$$

Аналогичные реакции окисления цианидов до цианитов происходят при применении в качестве реагентов озона или кислорода на активном угле

$$CN^- + O_3 = CNO^- + O_2 \; ; \quad (31)$$

$$2CN^- + O_2 = 2CNO^- . \quad (32)$$

Образующиеся в результате окисления цианидов цианат-ионы в воде могут гидролизоваться

$$CNO^- + 2H_2O \longrightarrow NH_4^+ + CO_3^{2-} \qquad (33)$$

Образование аммония нежелательно, так как наличие его может привести к образованию устойчивых растворимых аммиакатных комплексов меди или никеля, поэтому во всех случаях следует предусматривать избыток реагента с целью доокисления цианатов с образованием нетоксичных газообразных продуктов:

$$2CNO^- + 3OCl^- + 2H^+ \longrightarrow 2CO_2\uparrow + 3Cl^- + N_2\uparrow + H_2O\ ; \qquad (34)$$

$$2CNO^- + 2Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow 2CO_2\uparrow + 4NaCl + N_2\uparrow + 2H_2O\ ; \qquad (35)$$

$$2CNO^- + 2H_2O_2 = 2CO_2\uparrow + N_2\uparrow + 2H_2O\ ; \qquad (36)$$

$$2CNO^- + MnO_4 = 2CO_2\uparrow + MnO_2\downarrow + N_2\uparrow \qquad (37)$$

и так далее.

Как видно из приведенных реакций окисления цианидов, применение кислородсодержащих реагентов предпочтительнее перед хлорсодержащими, так как в этом случае не увеличивается солесодержание.

Применение чистого хлора для обезвреживания цианистых стоков рекомендуется только в том случае, если на промпредприятии имеется хлораторная, которая может быть использована для этих целей.

Ввиду дефицитности и значительной стоимости применение перманганата калия использование его в качестве реагента возможно только при достаточном технико-экономическом обосновании (при наличии отходов на производстве).

Рекомендуемые дозы реагентов для окисления цианидов приведены в табл.6.

Таблица 6

Реагент	Теоретическая доза, мг/мг	Рекомендуемая доза, мг/мг	Время окисления, мин.	Примечание
Гипохлорит кальция	2,73-(3,I8 для соединений, содержащих медь)	3,I - 3,5	5÷20	Доза может быть увеличена до 7 мг/мг при нейтрализации соединений, содержащих медь
Хлорная известь	2,73	I0-I5	5÷20	
Гипохлорит натрия	2,73 (3,I8 для соединений, содержащих медь)	3,I - 3,5 I0-I5	5÷20 5-20	Гипрохлорит натрия хранить в сухом помещении. Объем приготовленного раствора не более,чем на одну смену.
Хлор-газ	2,73 (3,I5 для соединений, содержащих медь)	3,5 (7-8)	I5-20	Потери газообразного хлора составляют 5-I0% фактического расхода Полное завершение реакции гарантируется при наличии 2-3 мг/л остаточного хлора
Озон	I,72-I,85	2-2,I	I5	Для промывных сточных вод
	2,95	3	I5	Отработанные электролиты при pH= II÷I2. При меньших значениях pH доза озона увеличивается 3÷4 раза

Продолжение табл.6

Реагент	Теоретическая доза, мг/мг	Рекомендуемая доза, мг/мг	Время окисления, мин.	Примечание
				Процесс ускоряется при наличии катализаторов меди, никеля в количестве 0,2-0,12 мг/л. При нейтрализации pH следует принимать равным 5÷6
Пероксид водорода		5,5-6,5		Рекомендуется при концентрациях циана более 1 г/л
Кислород	1	1	10	На активном угле

Содержание цианидов в некоторых соединениях приведены в табл. 7.

Таблица 7

Химические вещества	Формула	Соединения циана, %
Цианистый натрий	$NaCN$	53
Цианистый калий	KCN	40
Цианистый кадмий	$Cd(CN)_2$	32
Цианистая медь	$Cu(CN)_2$	29
Комплексные соли:		
меди	$Na_2[Cu(CN)_3]$	41,6
цинка	$Na_2[Zn(CN)_4]$	49
кадмия	$Na_2[Cd(CN)_4]$	40
железа	$K_4[Fe(CN)_6]$	27
никеля	$Na_2[Ni(CN)_4]$	50

Процесс обезвреживания цианидов предусматривает усреднение сточных вод, смешение с реагентами, контакт, контроль отсутствия цианионов в очищенной воде.

При обезвреживании цианидов на активном угле перед вводом реагентов следует проводить предварительное осветление на фильтрах с кварцевой загрузкой.

Окисление цианидов (контакт) при применении хлорсодержащих реагентов, перекиси водорода или перманганата калия, как правило, следует проводить в реакторах периодического действия.

Окисление цианидов озоном проводят в контактных колоннах в щелочной среде при pH = 10+11. Реакция протекает быстро. При меньших значениях pH доза озона и время контакта резко увеличиваются. Для ускорения процесса окисления рекомендуется добавка катализаторов (медь, никель).

Лучшие результаты при окислении озоном получаются при разложении комплексных солей меди. Комплексные цианиды цинка и кадмия окисляются значительно медленнее.

Объем озонированного воздуха составляет 25 $м^3$/ч на 1 $м^2$ площади сечения. Высота озонируемого слоя 2,5 – 3 м.

Схема окисления цианидов озоном приведена на рис. 8.

Окисление цианидов на активном угле (рис.9) производится в сорбционных фильтрах при скорости фильтрации 1 м/ч.

Растворимость кислорода в воде составляет 30–35 мг/л при парциальном давлении 80–100 мм. Так как на 1 мг цианидов требуется 1 мг O_2, средняя концентрация цианидов в стоках не должна превышать 30–35 мг/л.

Абсорбация цианидов может производиться на углях марок БАУ, АГ–3, СКТ. Чаще всего используется уголь АГ–3. После окисления цианидов дальнейшую обработку стоков следует проводить, как правило, совместно с кислотнощелочными стоками. При этом следует учитывать, что применение хлорной извести и гипрохлорита кальция в качестве реагентов для окисления цианидов исключается, если дальнейшая обработка стоков производится на обессоливающих установках (ионный обмен, электродиализ, гиперфильтрация). При необходимости может производиться

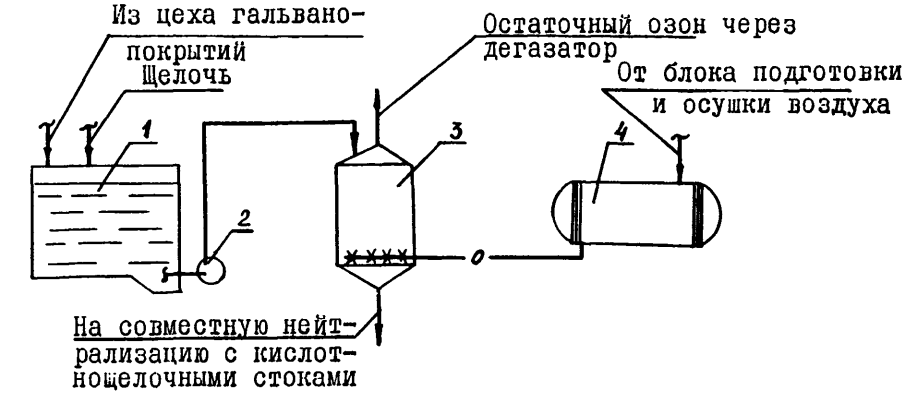


Рис.8. Принципиальная схема очистки циансодержащих сточных вод окислением озоном

I- усреднитель-накопитель; 2- насос; 3- контактная колонна; 4- озонатор

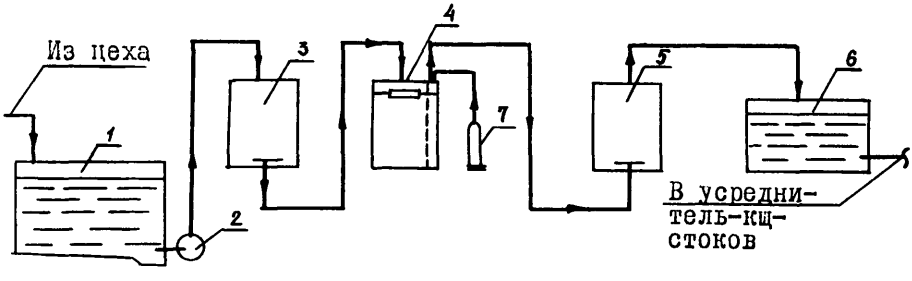


Рис.9. Принципиальная схема очистки циансодержащих стоков кислородом на активном угле

I- усреднитель-накопитель; 2- насос; 3- механический фильтр; 4- емкость для насыщения воды кислородом; 5- окислительная колонна; 6- накопитель стоков; 7- баллон с кислородом

раздельное окисление цианидов по потокам: медьсодержащих, цинксодержащих, кадмийсодержащих и других циансодержащих стоков с дальнейшей обработкой их в соответствующем потоке кислотно-щелочных стоков.

При раздельной нейтрализации обезвреженных циансодержащих стоков время отставания принимается не менее 2 ч.

4.2.2. Хромсодержащие сточные воды.

Реагентные методы очистки хромсодержащих стоков могут быть рекомендованы в исключительных случаях, когда применение других известных в настоящее время методов невозможно (стоки после электрополирования с большим содержанием фосфатов, хромфторсодержащие стоки и другие).

Удаление из воды соединений хрома производится в два этапа: на первом этапе осуществляется перевод шестивалентного хрома в трехвалентный, а на втором - трехвалентный хром вводится в осадок в виде гидроокисей.

В качестве реагентов для перевода хрома из шестивалентного в трехвалентный можно принять: бисульфит натрия $NaHSO_3$, бисульфит аммония NH_4HSO_3, метабисульфит натрия $Na_2S_2O_5$, железный купорос $FeSO_4$. Применение бисульфита аммония не рекомендуется, если на втором этапе очистки в стоках предполагается наличие таких металлов, как медь, никель и другие, которые создают устойчивые растворимые аммиакатные комплексы.

Доза реагента рассчитывается на основании химических реакций, причем фактическое количество зависит от концентрации хрома и pH среды.

Реакции восстановления и осаждения хромсодержащих стоков приведены в табл.8.

Таблица 8

Реакции	Стехиометрическое соотношение на одну весовую часть хрома		Примечание
	восстановителя	кислоты	
Реакции восстановления			
Бисульфит натрия $NaHSO_3$			
$2H_2Cr_2O_7 + 6NaHSO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 8H_2O$	3	I,4I	pH должно быть 2,5 ÷ 3
$2Na_2Cr_2O_7 + 6NaHSO_3 + 5H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 5Na_2SO_4 + 8H_2O$	3	2,3	
$2H_2Cr_2O_7 + 3NaHSO_3 + 3HCl \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NaCl + 5H_2O$	3	2,08	
Железный купорос $FeSO_4$			
$H_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$	8,76	5,65	Жесткие требования к pH не предъявляются
$Na_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 7H_2O + Na_2SO_4$	8,76	6,6	
Бисульфит аммония NH_4HSO_3			
$2H_2Cr_2O_7 + 6NH_4HSO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 3(NH_4)_2SO_4 + 8H_2O$	5,7	I,4I	Только в кислой среде при pH не выше 4,5 в присутствии меди, никеля и др. Создают устойчивые аммиакатные комплексы.
$Na_2Cr_2O_7 + 3NH_4HSO_3 + 5HCl \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NH_4Cl + 2NaCl + 4H_2O$	5,7	3,47	
$Na_2Cr_2O_7 + 6NH_4HSO_3 + 5H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 3(NH_4)_2SO_4 + 2Na_2SO_4 + 8H_2O$	2,3	–	

Продолжение табл.8

Реакции	Стехиометрическое соотношение на одну весовую часть хрома		Примечание
	восстановителя	кислоты	
Метабисульфит натрия – $Na_2S_2O_5$			
$2H_2Cr_2O_7 + 3Na_2S_2O_5 + 3H_2SO_4 \rightarrow$ $2Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 5H_2O$	2,88	I,4I	Аналогично бисульфиту натрия
$2Na_2Cr_2O_7 + 3Na_2S_2O_5 + 5H_2SO_4 \rightarrow$ $\rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 5Na_2SO_4 + 5H_2O$	2,88	2,35	
Реакция осаждения			
$Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 6NaOH \rightarrow$ $\rightarrow 2Cr(OH)_3\downarrow + 4Na_2SO_4$	–	–	
$2Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 9Ca(OH)_2 \rightarrow$ $\rightarrow 4Cr(OH)_3\downarrow + 9CaSO_4 + 6NaOH$	–	–	
$Cr_2(SO_4)_3 + NaCl + 6NaOH \rightarrow$ $Cr(OH)_3\downarrow + NaCl + Na_2SO_4$	–	–	
$Cr_2(SO_4)_3 + NaCl + 3Ca(OH)_2 \rightarrow$ $\rightarrow 2Cr(OH)_3\downarrow + NaCl + 3CaSO_4$	–	–	
$Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 +$ $+ 12NaOH \rightarrow 2Cr(OH)_3\downarrow + 2Fe(OH)_3 + 7Na_2SO_4$	–	–	
$Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 13Ca(OH)_2 +$ $+ Na_2SO_4 \rightarrow 2Cr(OH)_3\downarrow + 6Fe(OH)_3 +$ $+ 13CaSO_4 + 2NaOH$	–	–	

Указанные значения доз реагента являются ориентировочными. Фактическое количество зависит от концентрации хрома и pH среды.

Так, например, по стехиометрическому расчету на восстановление I мг Cr^{6+} требуется 3 мг бисульфита натрия.

Фактическое количество бисульфита в зависимости от pH среды и концентрации приведено в табл.9.

Таблица 9

Концентрация шестивалентного хрома	Удельная доза бисульфита натрия, мг/мг				
	pH=I	pH=2	pH=3	pH=4	pH=5
I0	8	9	9,3	I0,6	I2
20	6,5	8	8,4	9,3	II
40	6,I	7,2	8	8,5	9,6
60	5,5	6,5	7,3	8	8,6
80	5,2	6,2	7	7,4	8,2
I00	5	5,6	6,5	7,2	7,5
200	4	5	5,5	6,2	6,4
300	4	5	5,4	6,I	6,3
400	4	4,6	5,35	6	6,2
500	4	4,5	5,3	5,6	6,05
600	4	4,45	5,3	5,55	6
700	4	4,4	5,2	5,5	5,6
800	4	4,3	5,I5	5,4	5,5
900	4	4,2	5	5,3	5,4

При применении сульфита натрия для восстановления шестивалентного хрома, по данным института Союзэлектропроект, в зависимости от концентрации хрома и pH требуются следующие дозы (табл.I0).

Таблица 10

Концентрация шестивалентного хрома, мг/л	Удельная доза сульфита натрия, мг/мг			
	pH=1	pH=2	pH=3	pH=4
10	15	20	25	40
20	10	16	20	25
30	9	13	16	20
40	8	9	13	16
50	7,5	8,2	9,5	11,5
75	7	7,5	8	9
100	6,5	6,7	7,3	8
150	6	6,2	6,7	7,3
200	5,5	5,8	6,3	6,8
250	5,25	5,6	6	6,6
300	5	5,4	5,8	6,4
400	4,8	5,3	5,6	6,1
500	4,7	5,2	5,5	6
более 500	4,5	5,2	5,5	6

При применении в качестве восстановителя гидросульфита натрия $Na_2S_2O_4$ и пиросульфита натрия $Na_2S_2O_5$ удельные дозы принимаются в 1,8 раза меньше, чем бисульфита натрия.

В случае применения железного купороса $FeSO_4$ для восстановления 1 мг Cr^{6+} до Cr^{3+} требуется до 16 мг $FeSO_4$, причем получается большое количество осадка, плохо отдающего влагу.

Очистка стоков от хрома предусматривает следующие операции: усреднение, перевод шестивалентного хрома в трехвалентный на первом этапе очистки и нейтрализацию "известковым молоком" для выведения хрома в осадок и отстаивание –
– на втором этапе.

Обработка хромсодержащих стоков на втором этапе в зависимости от общей схемы очистки стоков гальванического производства может производиться самостоятельно или совместно с другими стоками.

Необходимое время контакта для перевода шестивалентного хрома в трехвалентный составляет 30 мин., время контакта с известью - не менее 15 мин.

Для ориентировочных расчетов можно использовать следующие данные:

Содержание хрома в соединениях составляет:

в бихромовой кислоте $H_2Cr_2O_7$ - 47,7 %;

в хромовой кислоте H_2CrO_4 - 51 %;

в двухромовокислом калии $K_2Cr_2O_7$ - 35 %;

в хромовокислом натрии Na_2CrO_4 - 52 %;

в двухромовокислом натрии $Na_2Cr_2O_7$ 40 %;

в хромовокислом калии K_2CrO_4 - 29 %.

Реагенты вводятся в воду в виде 10%-ных водных растворов. Для обеспечения более интенсивного контакта в камерах следует предусматривать перемешивание.

Реагентная очистка хромсодержащих сточных вод может быть выполнена в зависимости от расхода на установках периодического или непрерывного действия.

НПО "Литстанкопроект" в качестве одного из вариантов реагентной обработки хромсодержащих стоков предложено использовать стальную стружку, из которой электрохимическим путем получают реагент (гидроокись железа). При смешении со сточными водами происходит обезвреживание шестивалентного хрома и соосаждение также других тяжелых металлов. Характерной особенностью данного процесса является то, что не требуется затрат щелочных реагентов. Неиспользованный коагулянт, который дозируется в твердой фазе может быть использован повторно.

Расход железа на обезвреживание хрома соответствует стехиометрическому. Может образовываться некоторое количество двухвалентного железа, но оно не мешает проведению реакции.

В случае присутствия в стоках соляной кислоты образовываются дополнительные хлопья хлорного железа $FeCl_3$, которые выполняют роль коагулянтов.

Специальное подкисление соляной кислотой с целью создания кислой среды вызывает резкое увеличение количества железа в стоке.

Оптимальными условиями для восстановления шестивалентного хрома стальной стружкой являются следующие:

pH поступающего стока - 2,5-3;

pH после контакта со стружкой - 5;

скорость фильтрации 5-10 м/ч;

оптимальная высота слоя стружки I–I,5 м;

марка стали стружки – Ст3, Ст45;

стружка применяется витой, дробленой с пористостью 0,65;

не допускается применение высоколегированных марок сталей;

необходимо учитывать мероприятия по удалению водорода;

расход железной стружки в зависимости от концентрации хрома составляет 0,09–0,23 кг/ч на I $м^3$ сточных вод.

4.2.3. Кислотно-щелочные стоки.

При реагентной очистке кислотно-щелочных стоков пр оизводится их нейтрализация и выделение ионов тяжелых металлов.

Метод нейтрализации предусматривает следующие основные операции: усреднение сточных вод, смешение и контакт стока с реагентом, выделение из сточных вод нерастворимых соединений.

В качестве реагентов используются те, которые образуют в сточных водах малорастворимые соединения.

В качестве нейтрализующего соединения можно использовать использовать отработанные кислоты и щелочи.

Для нейтрализации кислот и высаждения металлов в настоящее время чаще всего применяется известковое молоко как самый доступный и дешевый реагент.

Содопродукты из-за их дефицитности практически не находят применения.

Однако, по данным В.В.Ковалева, кальций содержащие осадки, практически не поддается утилизации, так как при высокотемпературной обработке они, например, в производстве стройматериалов, при добавлении в шихту декарбонизуются с образованием локальных, распределенных в материалах частиц окиси кальция, которые при взаимодействии с водой вновь образуют вымываемые гидроксиды, за счет чего снижается прочность изделий. Поэтому применение реагентных методов для очистки кислотно-щелочных стоков должно быть ограничено.

Расчетное количество реагентов определяется по следующим реакциям:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O \quad ; \qquad (38)$$

$$2HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O \quad ; \qquad (39)$$

$$2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O\ ; \quad (40)$$

$$2HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O\ ; \quad (41)$$

$$Fe^{2+} + Ca(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_2 + Ca^{2+}; \quad (42)$$

$$Ni^{2+} + Ca(OH)_2 \rightarrow Ni(OH)_2 + Ca^{2+}; \quad (43)$$

$$Zn^{2+} + Ca(OH)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 + Ca^{2+} \quad (44)$$

и так далее.

Принимаемая доза по активной окиси кальция должна быть на 5-10 % больше расчетной.

Для осаждения гидроокисей в осадок, по данным института Союзэлектронпроект и справочника по аналитической химии (под ред.Лурье Ю.Ю.), pH сточных вод следует поддерживать в значениях, указанных в таблице II.

Таблица II

Гидроокись	pH максимального выделения	Остаточная концентрация, мг/л по металлу	pH начала образования гидроокиси	pH растворения гидроокиси	Произведение растворимости ПР
$Cr(OH)_3$	8,75	0,05	7	II	$6,3 \cdot 10^{-31}$
$Fe(OH)_2$	8,0-9,5	0,3-I	7	I3,5	$8 \cdot 10^{-16}$
$Ni(OH)_2$	9,25-I0	0,25-0,75	6	-	$2 \cdot 10^{-15}$
$Zn(OH)_2$	8,0-I0,5	0,05	5,2	I2-I3	$I,2 \cdot 10^{-17}$
$Cu(OH)_2$	8,0-9,0	0,053	5,3	Более 9	$2,2 \cdot 10^{-20}$
$Cd(OH)_2$	8,5-I0	2,5	7,2-8,2	-	$2,2 \cdot 10^{-19}$
$Be(OH)_2$	9,8	-	6,8	I3	$2 \cdot 10^{-14}$
$Co(OH)_2$	-	0,32	6,0-7,7	-	$6,3 \cdot 10^{-15}$
$Pb(OH)_2$	8,4	0,05	6	-	$5,0 \cdot 10^{-16}$
CaF_2	8,5	I6-I8	-	-	$4 \cdot 10^{-11}$

Продолжение табл.II

Гидроокись	pH максимального выделения	Остаточная концентрация, мг/л по металлу	pH начала образования гидроокиси	pH растворения гидроокиси	Произведение растворимости ПР
$CaCO_3$	8,5–9	0,5	–	–	$3,8 \cdot 10^{-9}$
$CaSO_4$	10–10,2	650	–	–	$2,5 \cdot 10^{-5}$
$Fe(OH)_3$	3,3	0,3–0,5	3,9	14	$1 \cdot 10^{-17}$
$Al(OH)_3$	6	0,1–0,5	3,7	8,5	$1 \cdot 10^{-32}$
$Sn(OH)_2$	3,2	–	2,3	10	$6,3 \cdot 10^{-27}$
$Bi(OH)_3$	–	1,4	–	–	$3,2 \cdot 10^{-32}$
Na_3AlF_6	6,8–7,5	0,5	–	8,5	$4,1 \cdot 10^{-10}$

Приведенные в табл.II значения являются ориентировочными, могут меняться в зависимости от сочетания различных веществ и уточняются в процессе эксплуатации.

Обезвреживание и нейтрализация кислотно-щелочных стоков могут производиться на установках периодического, смешанного или непрерывного действия в зависимости от количества стоков.

Время усреднения принимается в соответствии с графиком притока сточных вод и колебаний в них концентраций вредных веществ, но не менее 2 ч.

Время контакта сточных вод с реагентами в реакторах (камерах реакции) принимается не менее 30 мин. Время отстаивания в горизонтальных или вертикальных отстойниках принимается не менее 2 ч. Для тонкослойных отстойников время принимается по расчету в зависимости от принятого расстояния между полками.

Для улучшения эффекта отстаивания рекомендуется предусматривать подачу 0,1 %-ного раствора полиакриламида.

Удельный расход ПАА следует принимать по табл.12.

Таблица I2

Концентрация осадка, г/м³	П А А					
	активного, г/м³	товарного 8%-ной активности	водного раствора, л/м³, активной крепостью, %			
			0,5	0,7	I	2
I-5	0,5	6,3	0,I	0,07	0,05	0,025
5-I0	0,6	7,5	0,I2	0,09	0,06	0,08
I0-20	0,7	8,7	0,I4	0,I	0,07	0,035
20-30	0,8	I0	0,I6	0,II	0,08	0,04
30-40	0,9	II,2	0,I8	0,I3	0,09	0,045
40 и выше	I	I2,5	0,2	0,I4	0,I	0,05

После отстаивания, независимо от того, куда направляется сток-в канализацию, или на доочистку, рекомендуется предусматривать фильтрование на фильтрах с кварцевой или двухслойной (кварц плюс антрацит) загрузкой. Скорость фильтрации принимается равной 8 м/ч. При сбросе отфильтрованного стока в канализацию необходимо вводить дополнительные дозы серной кислоты для обеспечения допустимых значений pH.

Особое место занимает реагентная очистка фторсодержащих стоков, которая производится в два этапа при концентрациях фтора более 50 мг/л.

На первом этапе сток обрабатывается известью при pH = = I0,5÷II и отстаивается с доведением концентраций по фтору до 20÷40 мг/л.

На втором этапе сточные воды обрабатываются либо раствором сернокислого алюминия при pH = 6,0 ÷ 7,0 , либо раствором двухосновного фосфорнокислого натрия $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$, или суперфосфата $Ca_3(PO_4)_2$ в щелочной среде. После второго этапа также производится отстаивание в результате которого содержание фторидов в стоке снижается до I,5 мг/л.

Необходимая доза извести в пересчете на CaO на первом этапе составляет I,5 мг на I мг фторид-иона. Необходимая доза сернокислого алюминия на втором этапе зависит от концентрации свободных и связанных фторидов и pH стока в момент обработки.

При значениях pH ниже 5,5 , связанные фториды остаются в растворимом виде и не вступают в редакцию с алюминием.

В нейтральной среде (pH = 6,0-7,0) все фториды вступают во взаимодействие с сернокислым алюминием и обеспечивает очистку до I,5 мг/л фтора. Расчетная доза сернокислого алюминия составляет 50 мг $Al_2(SO_4)_3$ на I мг фтора.

Институт НИПИОТстроммаш с целью удешевления и упрощения предложил в качестве адсорбента использовать смесь жидкого стекла и сернокислого алюминия в соотношении I:3 при времени контакта 30-60 мин, скорости движения сточных вод I5-20 л/м^3 и pH на выходе 7-8.

При фосфатной обработке фторсодержащих стоков на втором этапе доза фосфатных реагентов рассчитывается по реакции

$$3HPO_4^{2-} + 5Ca^{2+} + 3OH^- + F^- \rightarrow Ca_5F(PO_4)_3\downarrow + 3H_2O \qquad (45)$$

с 5-I0 % увеличением по иону HPO_4^{2-}.
Для поддержания щелочной среды в этом случае добавляют известь в виде 5 %-ного по CaO известкового молока в количестве I000 мг/л при использовании реагентов $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ и 500 мг/л при применении $Ca_3(PO_4)_2$.

Извлечение фтора при начальной концентрации менее 50 мг/л производится так же, как и на втором этапе извлечения фтора из сточных вод.

Время контакта сточных вод с известью на первом этапе принимается не менее I5 мин., на втором этапе с сернокислым алюминием - не менее 20 мин., а с реагентами при фосфатной обработке - не менее I,5 ч.

Время осветления сточных вод на первом этапе - 2 ч., на втором - 4 ч.

Лучшие результаты очистки от фторидов достигается при применении осветлителей со взвешенным слоем осадка. Объем осадка зависит от концентрации фтора и может составлять до I2 % объема стоков.

В случае обезвреживания отработанных растворов плавиковой кислоты очистку следует производить известью-пушонкой или 20 %-ным раствором известкового молока.

Процесс нейтрализации отработанных растворов идет с наибольшим эффектом при pH = II-II,3. Повышение или понижение указанных пределов величины pH ведет к повышению концентраций фтора в осветленной воде.

4.3. Ионообменные методы очистки промышленных сточных вод.

Метод ионного обмена заключается в фильтрации обрабатываемых сточных вод через слой зернистого материала, способного обменивать часть своих ионов на ионы, растворенные в воде. В качестве зернистого материала используются синтетические смолы--иониты, имеющие функциональные группы, способные к электролитической диссоциации.

Метод ионного обмена обеспечивает глубокую очистку сточных вод и приготовление воды с удельным сопротивлением до 80 ком , что обеспечивает увеличение срока службы технологических растворов и улучшает качество покрытий.

Метод может быть применен при обезвреживании промывных стоков с солесодержанием не более 2 г/л или для доочистки сточных вод после других методов.

Для очистки и доочистки сточных вод рекомендуются следующие схемы ионного обмена:

одноступенчатое катионирование и одноступенчатое анионирование;

одноступенчатое катионирование и анионирование с промежуточной дегазацией;

двухступенчатое катионирование и анионирование с промежуточной дегазацией и установками ФСД.

Выбор той или иной схемы определяется требованиями к очищаемой воде. На одноступенчатых схемах можно получить мягкую воду с общим солесодержанием I50-200 мг/л.

Для получения воды более высокого качества применяется двухступенчатое катионирование с фильтрами смешанного действия или без них.

Кроме получения воды высокого качества методы ионного обмена позволяют выделять из промывных сточных вод ценные компоненты в виде элюатов, образующихся при регенерации ионообменных фильтров.

С этой целью рекомендуется раздельная очистка промывных сточных вод по отдельным потокам (кислотно-щелочные, без ценных металлов, никельсодержащие, кадмийсодержащие, цинксодержащие, медьсодержащие и другие).

Количество потоков определяется в зависимости от конкретного гальванического производства технико-экономическим сравнением вариантов.

Для обеспечения наиболее полного водооборота, утилизации ценных компонентов и улучшения солевого баланса ионообменные методы очистки рекомендуется сочетать с другими методами.

При расчете ионообменных установок следует учитывать дополнительный расход воды на собственные нужды в размере до 20 % расхода очищаемых стоков. Подпитку водооборотных систем с применением методов ионного обмена рекомендуется производить умягченной водой.

Объем ионита W, м^3, в фильтрах следует определять по СНиП 2.04.03-85

$$W = \frac{24 \cdot q (\Sigma C - \Sigma C^{доп})}{n_{рег.} \cdot \varepsilon}, \qquad (46)$$

где q – расход обрабатываемой воды, м^3/ч;

ΣC – суммарная концентрация ионов в обрабатываемой воде, г-экв/м^3 (катионитов или анитов);

$\Sigma C^{доп.}$ – допустимая суммарная концентрация ионов в очищенной воде, г-экв/м^3 (катионитов или анионитов);

$n_{рег.}$ – число регенераций каждого фильтра в сутки (выбирается в зависимости от конкретных условий, но не более двух);

ε – рабочая обменная емкость ионита по наименее сорбируемому иону, г-экв/м^3.

Рабочая обменная емкость ионитов может менятъся в зависимости от расхода регенерационного раствора, тщательности промывки, скорости фильтрации и других факторов.

Скорость фильтрации на установках ионного обмена определяется в зависимости от общего солесодержания и приведена в табл. I3.

Таблица I3

Общее солесодержание, мг/экв/л	Скорость фильтрации, м/ч	Время работы фильтра между регенерациями, сут.
3-5	20-25	3
5-7	I0-20	2,5
7-I0	7-I0	2
I0-20	5-7	I
20-50	3-5	0,5

Максимальные потери напора в ионитовых фильтрах следует принимать согласно табл.I4.

Таблица I4

Скорость фильтрации, м/ч	Потери напора в фильтре, м, при размере зерен ионита, мм			
	0,3-0,8		0,5-I,2	
	Высота слоя загрузки, м			
	2	2,5	2	2,5
5	5	5,5	4	4,5
I0	5,5	6	5	6
I5	6	6,5	5,5	6
20	6,5	7	6	6,5
25	9	I0	7	7,5

Количество фильтров следует предусматривать не менее двух рабочих и одного резервного. Меньшее количеств фильтров допускается предусматривать только при обосновании.

Число регенераций и продолжительность фильтроцикла всех фильтров должны быть одинаковыми.

При расчете высоты фильтров следует учитывать изменение объема ионита на I0-I5 % при переходе из одной рабочей формы в другую.

Область применения анионитов и катионитов приведена в приложении 2. Характеристика анионитов и катионитов дана в приложении 3.

Очищенная вода, поступающая на ионообменную очистку, должна содержать взвешенных и органических веществ, масел, ПАВ, сильных окислителей, комплексных соединений, не более:

взвешенные вещества - до 8 мг/л;

органические вещества и ПАВ - до 0,5 мг/л;

масла, эмульсии - до 0,1 мг/л;

окислители (хлор, кислород, перекись водорода и т.д.) - до 0,1 мг/л;

комплексные соединения - до 0,5 мг/л;

фториды свободные и связанные - до 5-10 мг/л;

общее солесодержание - 10 мг/экв/л.

Для обеспечения указанных параметров перед ионообменными фильтрами стоки следует пропускать, через осветлительные и сорбционные фильтры.

4.3.1. Ионообменная очистка, кислотно-щелочных сточных вод. Очистка кислотно-щелочных стоков методами ионного обмена применяется для создания водооборотных систем в гальванических производствах.

При применении ионообменных методов очистки следует к этому виду стоков относить все стоки гальванического производства, кроме циан- и фторсодержащих, а также стоки, содержащие ценные компоненты.

В отдельных случаях, когда отсутствует экономическая целесообразность раздельной очистки стоков с различными металлами, они могут смешиваться с кислотно-щелочными стоками. Кроме того, к кислотно-щелочным стокам относятся стоки после извлечения из них ценных компонентов.

Как правило, при очистке кислотно-щелочных стоков применяется одноступенчатая схема.

Для очистки кислотно-щелочных стоков применяются катиониты КУ-2-8 в Н-форме и аниониты АН-31 в ОН-форме.

Вывод фильтров на регенерацию производится при следующих показателях:

взрыхление и отмывка осветительных фильтров при перепаде давлений до и после фильтра 10 м вод.ст.;

взрыхление сорбционных фильтров I раз в IO–I5 сут.;

регенерация катионитов при проскоке ионов Na^+ в фильтрат, что соответствует резкому снижению кислоты в фильтрате;

регенерация анионитов при проскоке хлорид-ионов в фильтрат, что фиксируется по резкому снижению щелочности фильтрата.

Регенерация катионитов и анионитов состоит из следующих последовательных операций:

взрыхление ионитового слоя;

пропуск регенерационного раствора;

послерегенерационная отмывка.

Для уменьшения расхода воды на собственные нужды первые порции отмывочной воды рекомендуется использовать для приготовления регенерационных растворов. Последующие порции отмывочной воды отправляются в голову установок. При этом необходимо рассчитать солевой баланс и при необходимости излишки солей (вторая порция отмывочной воды) сбрасываются после обезвреживания в канализацию.

Для уменьшения затрат кислоты или щелочи регенерацию следует производить с двух- или трехкратным использованием регенерационного раствора, а для уменьшения солевого баланса рекомендуется после окончания подачи регенерационного раствора производить его выдавливание из фильтра сжатым воздухом.

По данным отделения физико-химических исследований Воронежского государственного университета, кратковременный контакт ионообменных смол со сжатым воздухом не сказывается на их качестве.

4.3.2. Ионообменная очистка кадмийсодержащих сточных вод.

Кадмий - один из металлов, обладающих свойством накапливаться в организме и очень трудно из него выводится. Вследствие этого в некоторых регионах страны запрещен сброс стоков, содержащих кадмий в систему канализации. В то же время процесс кадмирования во многих случаях ничем нельзя заменить. Метод ионного обмена позволяет получить практически безотходную технологию очистки стоков от кадмия, образующихся после сернокислого кадмирования.

Предлагаемая схема обезвреживания стоков после сернокислого кадмирования методом ионного обмена разработана сотрудниками Запорожского технологического института.

Промывные воды после кадмирования в сернокислом электролите следует последовательно фильтровать через осветлительный угольный, катионо- и анионообменный фильтры и использовать повторно. В качестве катионита используются смолы типа КУ-2, анионита - смолы АН, АВ.

Объемы сорбентов W следует определять по формуле

$$W = 1{,}3\frac{Q \cdot C \cdot T}{E}, \qquad (47)$$

где Q - расход очищенной воды;

C - концентрация улавливаемого вещества;

E - обменная [x] емкость;

T - продолжительность [xx] между регенерациями.

Площадь фильтров F необходимо определять по формуле

$$F = \frac{W}{H}, \qquad (48)$$

где H - высота фильтра, принимаемая от 1 до 1,5 м .

Скорость фильтрования воды не должна превышать 1 м/ч. Активированный уголь после насыщения заменяется новым.

Элюирование катионита следует производить 10-20 %-ным водным раствором серной кислоты. Расход регенерационного раствора (20 % раствора серной кислоты) составляет 4 л на 1 л набухшей смолы. Элюат, получаемый после регенерации, следует разделить на три порции. Первая порция направляется в электролизер, вторая и третья порции при следующей регенерации смолы используется как первая и вторая.

Кадмий из элюата следует извлекать электрохимическим путем, используя в качестве катода алюминиевый лист, в качестве анода - свинец.

---

x) Для угольного фильтра поглотительная способность.

xx) Для угольного фильтра время насыщения.

При осаждении кадмия следует принять плотность тока не менее 75 А/м^2, расстояние между электродами 4 - 5 см. Электролиз следует вести в проточном режиме. Элюат после извлечения из него кадмия может быть использован в качестве третьей порции регенерационного раствора.

Отработанный рабочий раствор сернокислого кадмия следует дозировать в элюат и направлять в электролизер.

Регенерация анионита производится общеизвестным способом. В случае, когда принимается метод ионного обмена для очистки других стоков, анионирование кадмийсодержащих стоков рекомендуется принимать совместно с этими стоками.

Схема организации оборотного водоснабжения при сернокислом кадмировании приведена на рис.10.

4.3.3. Ионообменная очистка никельсодержащих сточных вод. Процессы никелирования широко применяются в гальваническом производстве как для однослойных, так и для многослойных покрытий.

Никельсодержащий (кислый) электролит является одним из самых дорогостоящих электролитов. Поэтому в большинстве случаев целесообразно выделять никельсодержащие стоки в отдельный поток с целью возврата после очистки как воды, так и очищенных от примесей электролитов, получаемых в результате регенерации катионитовых фильтров.

В соответствии с рекомендациями Воронежского государственного университета (ВГУ), очистка никельсодержащих стоков проводится по следующей схеме: усреднение, фильтрование через фильтры осветлительный, сорбционный, катионообменные I и II ступени, анионообменные I и II ступени. Между катионообменными фильтрами I и II ступени промежуточная емкость.

Ввиду большой чувствительности никелевых покрытий к ионам других тяжелых металлов для промывных операций в процессах никелирования рекомендуется проектировать самостоятельный замкнутый цикл.

Для загрузки осветлительных фильтров рекомендуется атрацит и кварцевый песок (двухслойная загрузка), для сорбционных - уголь марки КАД (каменноугольный обогатитель-

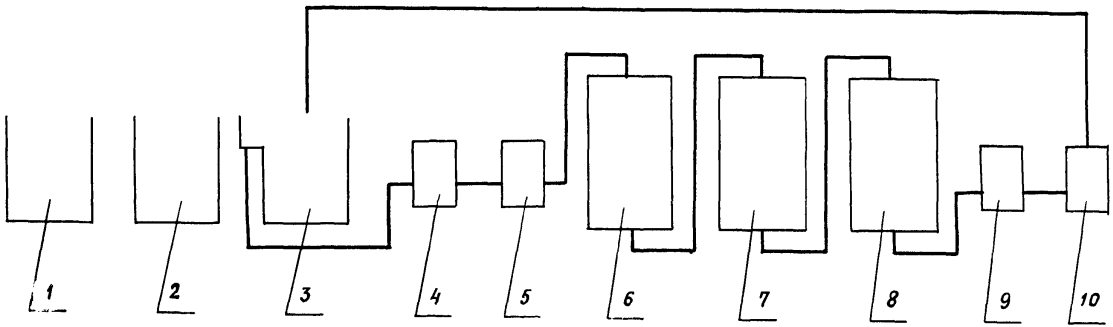


Рис.IO. Схема оборотного водоснабжения при сернокислом кадмировании

I, 2, 3 - ванны рабочая, улавливания, промывки;

4, 9 - емкости; 5,IO - насосы; 6, 7, 8 - фильтры угольный, катионо- и анионообменный

ный полукокс) или АГ-3, для катионообменных I ступени – смола марки КБ-4П-2 в натриевой форме, которая обладает большой селективностью к катионам никеля, для катионообменных фильтров второй ступени – КУ-2-8, для анионообменных первой ступени – – АН-31, для анионообменных второй ступени – АВ-17-8.

Величина pH сточных вод, поступающих на выделение никеля, должна быть в пределах 5÷7.

После очистки вода подается на использование в промывных операциях после никелирования.

Взрыхление, отмывка и регенерация осветлительных, сорбционных, катионообменных второй ступени и анионообменных первой и второй ступени производится общеизвестными способами.

Регенерация катионита КБ-4П-2 производится в два этапа, сначала регенерируют 15-20 %-ным раствором серной кислоты с целью получения раствора сернокислого никеля в смеси с серной кислотой, который после коррекции используется в качестве электролита для никелирования, а затем 4÷5 %-ным раствором щелочи для перевода катионита в рабочую Na^+ – форму.

С целью более полного использования обменной емкости катионита и получения раствора с необходимой концентрацией $NiSO_4$ (до 200 г/л) процесс проводится через три последовательно установленных фильтра, каждый из которых путем переключения может быть в ряду первым, вторым и третьим. На регенерацию выводится первый фильтр после проскока ионов Ni на втором. С этой же целью регенерацию серной кислотой следует производить трехкратно по аналогии с кадмийсодержащими стоками.

Отработанные никельсодержащие растворы по этой схеме дозируются в промывные стоки.

При горячем никелировании альтернативой любому способу очистки может служить трех- или четырехкратная каскадно-противоточная промывка в технологическом процессе, когда расход воды, подаваемой на промывку приравнивается к уносу за счет испарения. Раствор, получаемый в последней ванне промывки, используется на пополнение технологической ванны. В этом случае предусматривается только регенерация отработанных растворов.

4.3.4. Ионообменная очистка медьсодержащих сточных вод.

Для выделения из стоков меди методом ионного обмена их также следует направлять в отдельный поток. По данным Воронежского государственного университета, схему и загрузку фильтров рекомендуется принимать аналогичной схеме очистки никельсодержащих стоков. С целью уменьшения количества единиц оборудования стоки, после катионирования первой ступени (выделение меди), рекомендуется направлять в резервуар – усреднитель кислотно-щелочных стоков, где производится дальнейшая совместная очистка методом полного обмена. При наличии цианмедьсодержащих стоков их рекомендуется после очистки от циана смешивать с кислыми медьсодержащими стоками, что будет способствовать предварительному насыщению стоков гидроокисями железа. При отсутствии таких стоков насыщение гидроокисей железа производится дозированием раствора едкого натра. Рекомендуемое значение pH-стоков, направленных на выделение меди, должно быть в пределах 4÷5.

При наличии в стоках органических блескообразователей для загрузки сорбционного фильтра рекомендуется активный уголь марки АГ-5. Регенерация его производится 10 %-ным раствором серной кислоты, который после регенерации может быть использован в технологическом процессе гальванического производства (совместно с блескообразователем). Регенерация катионита КБ-4П-2 в Na^+-форме производится в два этапа сначала 15 %-ным раствором серной кислоты – трехступенчатая регенерация, а затем 4÷5 %-ным раствором едкого натра. Элюат после первого этапа регенерации с концентрацией сернокислой меди до 150÷÷200 мг/л направляется совместно с отработанными технологическими растворами на осаждение металлической меди электролитическим методом. В процессе электролиза раствор может быть использован для регенерации катионообменных фильтров. Избыток раствора дозируется в промывные медьсодержащие стоки.

4.3.5. Ионообменная очистка цинксодержащих сточных вод. Цинкование – один из более широко применяемых технологических процессов. Очень большие расходы воды на промывные операции после цинкования превышают над расходами воды для промывки после других процессов. Цинксодержащие стоки рекомендуется выделять в отдельные потоки.

Очистка стоков от ионов цинка, по данным ВГУ, производится по схеме: усреднение, осветление, сорбция органических веществ, Н-катионирование, после которого стоки направляются в резервуар-усреднитель кислотно-щелочных стоков для последующей очистки. Рекомендуемое значение pH = 4÷4,5. Загрузка фильтра выполняется катионитом КУ-2-8 в Н-форме. Регенерация производится 10 %-ным раствором серной кислоты в две ступени. Элюаты после регенерации, с содержанием сернокислого цинка 50-60 г/л, частично могут возвращаться в производство на пополнение ванн сернокислого цинкования, частично или полностью обрабатываются 20-30 %-ным раствором едкого натра. Получаемая в результате реакций при pH = 8-9 гидроокись цинка после высаживания и обезвоживания образует окись цинка, которая может быть использована на приготовление щелочных и цианистых растворов в гальваническом производстве или на приготовление цинковых белил.

По другим источникам для выделения цинка из слабощелочных или нейтральных сточных вод можно использовать карбоксильный катионит КБ-4 в Na^+-форме. Эту смолу рекомендуется использовать при наличии большого количества цианцинксодержащих стоков, которые после очистки их от циана кислородсодержащими реагентами смешиваются с другими цинксодержащими стоками, образуя после усреднения стоки с pH = 6-7,5. Регенерация производится раствором едкого натра. Элюат, получаемый в результате регенераций с содержанием цинка 6-9 г/л, используется для получения и утилизации окиси цинка.

4.3.6. Ионообменная очистка хромсодержащих сточных вод.

Выделение хромсодержащих стоков в самостоятельные потоки при ионообменном методе очистки по оценке различных авторов (А.Аширов, В.В.Ковалев, Н.С.Куролап и другие) осуществляется с целью получения чистой воды, возвращаемой в производство, и элюатов с хроматами для использования их в гальваническом производстве в качестве электролитов. На практике предприятий для многих гальванических процессов, связанных с применением хрома, в настоящее время получают готовые сложные растворы типа полузашифрованных или готовят сложные растворы непосредственно на производстве. Возврат таких элюатов в производство является весьма проблематичным. Поэтому вопрос утилизации уловленных хроматов при ионообменном методе очистки

может решаться либо для некоторых отдельных потоков (для каждого технологического процесса) хромсодержащих стоков, либо путем создания в стране (или в отдельных регионах) приемных пунктов для централизованной переработки получаемых элюатов в электролиты и использования их (элюатов) на другие нужды.

Сложность проблемы прослеживается на следующем примере: для большинства операций хромирования применяется электролит с концентрацией хромового ангидрида 300 ÷ 400 г/л и серной кислоты 3 ÷ 5 г/л. В получаемых элюатах, по данным Воронежского государственного университета, хромового ангидрида содержится до 25 г/л, а серной кислоты - до 0,25 г/л. Следовательно, с одной стороны, чтобы его использовать в качестве электролита в гальваническом процессе, элюат необходимо либо упаривать, либо находить источники сбыта излишков при добавлении хромового ангидрида. С другой стороны, необходимо выполнять сложные мероприятия по приведению в пропорциональное соответствие концентраций хромового ангидрида и серной кислоты. Очистка хромсодержащих стоков производится по схеме:

усреднение - осветление, сорбция органических веществ, Н-катионирование, первая ступень ОН - анионирования, вторая ступень ОН - анионирования.

При решении задачи возврата воды и хромового ангидрида рекомендуется деление хромсодержащих стоков по технологическим потокам (самостоятельные потоки от близких по содержанию компонентов технологических процессов гальванического производства). В этом случае выполняется "доработка" смолы по проскокам шестивалентного хрома в анионообменных фильтрах первой ступени по принципу, аналогичному для катионообменных фильтров в процессах ионообменной очистки никель- или медьсодержащих стоков.

Загрузка механических фильтров - кварцевый песок, или двухслойные; сорбционных фильтров - уголь КАД или БАУ, а при очистке стоков после операций с органическими добавками - - АГ-5.

Загрузка катионитовых фильтров - катионит КУ-2-8, анионитовых первой ступени - анионит АВ-17-8, второй ступени - - анионит АН-31.

Регенерация ионообменных фильтров рекомендуется двух- или трехступенчатая, катионитовых фильтров - 10 %-ным раствором серной кислоты, анионитовых - 5 %-ным раствором едкого натра.

Получаемый в результате регенерации фильтров первой ступени щелочной элюат с целью концентрации хроматов пропускается через дополнительные Н-катионитовый и ОН-анионитовый фильтры, а элюат от этого анионитового фильтра снова пропускается через катионит с целью освобождения от катионов натрия.

Схема очистки хромсодержащих сточных вод ионообменным методом приведена на рис. II.

4.4. Электрохимические методы очистки сточных вод.

К электрохимическим методам очистки относятся: электрокоагуляция, электролиз и,с некоторой натяжкой, электродиализ, а также гальванокоагуляция. Электрохимические методы являются разновидностью реагентных методов при которых реагенты получаются в результате применения электроэнергии.

Например, при электрокоагуляции хромсодержащих стоков роль реагента играет растворяющееся двухвалентное железо, при электролизе циансодержащих стоков для ускорения процессов добавляют поваренную соль и т.д.

Электрохимические методы очистки стоков, за исключением метода гальванокоагуляции, являются достаточно энергоемкими и применение их в каждом конкретном случае должно быть обосновано технико-экономическими расчетами (эффективностью), либо отсутствием других более эффективных методов очистки для данного вида стоков.

4.4.I. Электрохимические методы очистки кислотно-щелочных сточных вод.

Как правило, к данному виду стоков при применении этих методов очистки относят все стоки, кроме циансодержащих, фторсодержащих и хромсодержащих промывных сточных вод. Иногда в поток включаются и хромсодержащие сточные воды.

Из перечисленных методов для очистки кислотно-щелочных стоков наиболее широко применяются электрокоагуляция и гальванокоагуляция.

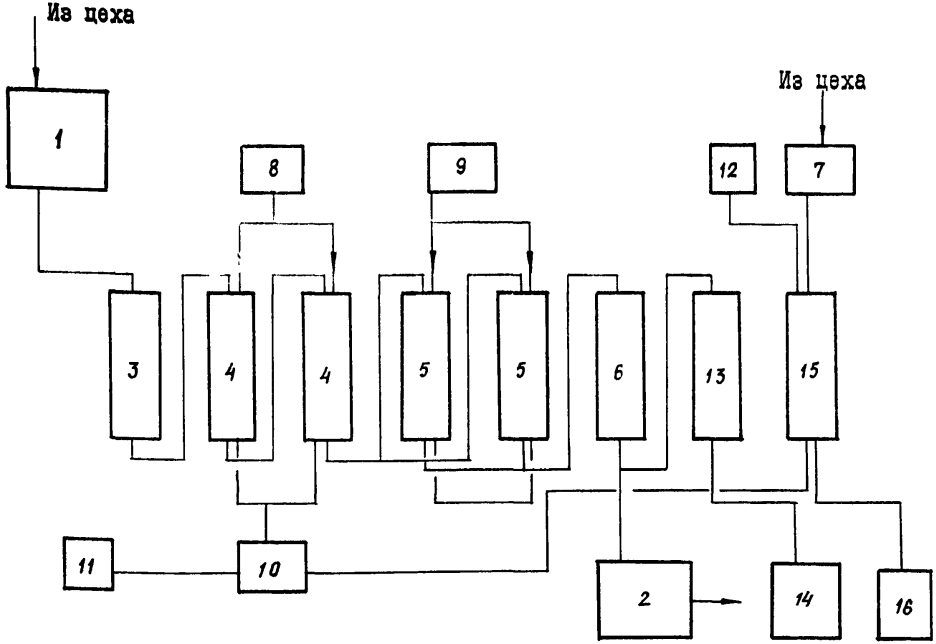


Рис. II. Схема ионообменной очистки хромсодержащих сточных вод и регенерация хромового электролита

I- усреднитель; 2- сборник обессоленной воды; 3- фильтр с активированным углем; 4- катионитовый фильтр (КУ-2); 5- анионитовый фильтр I ступени (АВ-I7); 6- анионитовый фильтр 2 ступени (ЭДЭ-IОП, АН-3I); 7- сборник отработанного электролита; 8- емкость для кислоты; 9- емкость для щелочи; IO- нейтрализатор католита; II- емкость для раствора извести; I2- емкость для азотной кислоты; I3- смешанный фильтр (КУ-2, АВ-I7); I4- сборник глубокообессоленной воды; I5- катионитовый фильтр (КУ-2); I6- сборник очищенного электролита

Очистка кислотно-щелочных стоков электрокоагуляцией позволяет достигнуть наиболее высокой степени при исходной величине pH сточных вод, близкой к величине pH начала образования соответствующих гидроокисей металлов, а также при условии перевода в раствор определенного количества Fe^{2+} ионов.

Исходная величина pH при очистке сточных вод от ионов цинка и меди должна составлять менее 5,5 , при очистке от кадмия и никеля менее 6,5.

Ориентировочный удельный расход металлического железа для осаждения I г цинка, меди, кадмия и никеля при указанных исходных величинах pH сточных вод составляет соответственно 2,5-3; 3-3,5; 4-4,5; 5,5-6.

После электролиза величина pH сточных вод возрастает незначительно и обычно не превышает 6. При соблюдении вышеупомянутых условий степень очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов достигает 90-95 %.

При обработке сточных вод, содержащих несколько ионов тяжелых металлов, эффект их очистки от каждого из компонентов при одинаковых затратах металла оказывается более высоким, чем при обработке сточных вод, содержащих только один компонент. При этом общие расходы металла и электроэнергии на обработку воды значительно сокращаются, так как расход металлического железа, необходимый для обработки сточных вод, определяется в основном, содержанием в них компонента, для удаления которого должно быть затрачено наибольшее количество металлического железа.

Для определения величины рабочего тока, при наличии в сточных водах нескольких ионов тяжелых металлов, рекомендуется определить величину тока J , необходимую для удаления из сточных вод каждого компонента в отдельности, по формуле

$$J = \frac{Q}{t} = V \cdot C_0 \cdot B \cdot 3456/t = q \cdot C_0 \cdot B \cdot 3456, \qquad (49)$$

где Q – количество электричества, которое необходимо пропустить через сточные воды для удаления одного из компонентов, кг;

V – объем сточных вод в электролизере, $м^3$;

C_0 – исходная концентрация компонента в сточных водах, $г/м^3$;

β – удельный расход металлического железа, необходимый для удаления из сточных вод I г компонента, г;

3456 – расходный коэффициент (количество кулонов электричества, необходимое для электрического растворения I г металлического железа);

q – расход сточных вод, проходящих через электролизер, $м^3/с$;

t – время обработки сточных вод, с.

Наибольшую из найденных величин тока считают рабочей.

Остаточные концентрации ионов тяжелых металлов часто превышают ПДК, установленные для сточных вод, поступающих на биологическую очистку. Поэтому при необходимости осуществляют доочистку сточных вод с помощью щелочных реагентов (подщелачивание сточных вод до pH = 8–8,5) или сульфида натрия.

С целью снижения содержания железа Fe^{2+} в обработанных сточных водах необходимо вести их аэрирование после предварительного осветления. Образующийся при этом дополнительно осадок гидроокиси железа можно отделять на фильтрах с гравийной загрузкой.

Технологическая схема при электрокоагуляционных методах очистки следующая: усреднение – электрокоагуляция – осветление – фильтрация.

Например, установка "Элион", разработанная НИЦ "Потенциал" (г.Ровно), компонуется из следующих блоков-модулей:

электролизер-реактор – М1; (электрокоагулятор);

флотатор-осветлитель – М2;

флокулятор-фильтр – М3;

устройство сброса и транспортирования продуктов водоочистки – М4;

электрокорректор – М5;

электроконцентратор – М6;

электрогенератор хлора – М7;

устройство газонасыщения – М8;

устройство обработки, утилизации и регенерации концентрированных суспензий и растворов – М9.

На рис.12 представлена принципиальная схема установки "Элион", включающая блоки М1–М5, выполненные из унифицированных модулей. Блоки М6–М9 в настоящее время находятся в стадии разработки.

Установки "Элион" могут быть различной производительности (табл.15), их целесообразно применять при расходах очищаемой воды до 200 м^3/ч, при этом одна установка набирается из нескольких блоков с расходами до 20 м^3/ч.

Таблица 15

Тип установки	Производительность, м^3/ч	Блок М1, м	Блоки М2–М4, м	Блок М5, м
		Горизонтальная компоновка		
"Элион Г-1/2,5"	1 – 2,5	0,35х0,35х1,6	2 х1,2х4	1х0,5х1
"Элион Г-2,5/5"	2,5–5	0,4х0,4х1,6	3х1,5х4	1х1х1
"Элион Г-5/10"	5–10	0,6х0,6х1,6	4х2х4	1х2х1
"Элион Г-10/15"	10–15	0,75х0,75х1,5	5х2,5х4	1х3х1
"Элион Г-15/20"	15–20	0,85х0,85х1,6	6х3х4	1х4х1
		Вертикальная компоновка		
"Элион В-1/2,5"	1–2,5	0,35х0,35х1,6	1,2х1,2х6	1х0,5х1
"Элион В-2,5/5"	2,5–5	0,4х0,4х1,6	1,6х1,6х6	1х1х1
"Элион В-5/10"	5–10	0,6х0,6х1,6	2,2х2,2х6	1х1х2
"Элион В-10/15"	10–15	0,75х0,75х1,6	2,8х2,8х6	1х3х1
"Элион В-15/20"	15–20	0,85х0,85х1,6	3,2х3,2х6	1х4х1

Наиболее широкое применение водоочистной комплекс "Элион" находит при извлечении ионов тяжелых металлов из смеси промывных вод гальванических цехов.

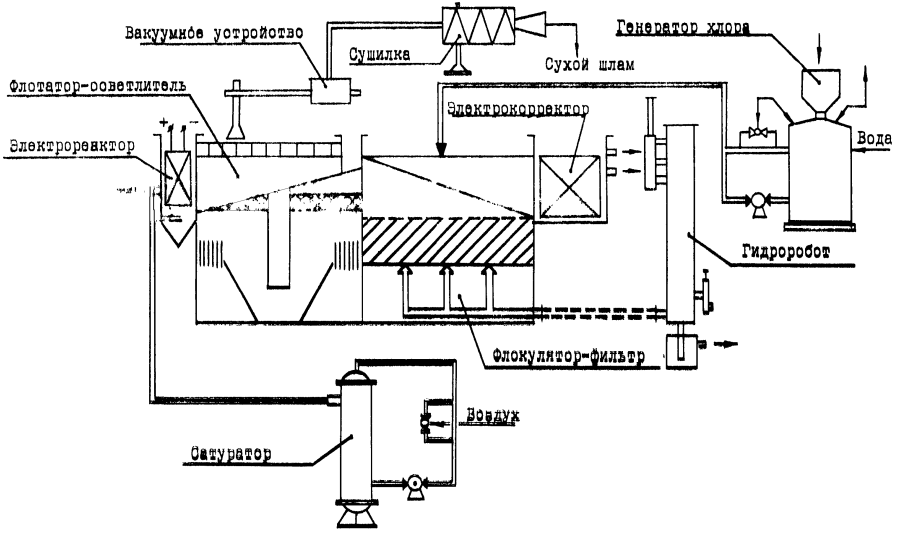


Рис.12. Установка "Элион". Схема

Блок М1 предназначен для получения за счет электрохимического растворения стальных анодов двухвалентного железа для восстановления шестивалентного хрома, а также формирования устойчивых флотокомплексов, образующих ценный слой в блоке М2. При отсутствии ионов Cr^{6+} в сточной воде используются нерастворимые аноды, при этом в блоке М1 происходит образование гидрооксидов тяжелых металлов и флотокомплексов.

Блок М2 обеспечивает отделение 70-90 % твердой фазы, состоящей в основном из хлопьевидных частиц гидроксидов. Удельный объем блока М2 в расчете на I $м^3$/ч производительности составляет I,5-2 $м^3$, удельная площадь - 0,4-0,5 $м^2$.

В блоке М3 производится доочистка воды до требуемых показателей. Блок М3 располагается, как правило, смежно с блоком М2 (горизонтальная компоновка), но при размещении на ограниченных площадях компоновка их может быть вертикальной. Удельный объем и площадь блока такая же, как блока М2.

Блок М4 предназначается для принудительного периодического удаления ценного продукта и осадка из флотатора-осветлителя, а также автоматической регенерации фильтрующего материала флотатора-фильтра. При этом в блоке М4 отсутствуют движущиеся механические части и громоздкая арматура, что упрощает эксплуатацию установки "Элион".

В электрокорректоре pH (блок М5) осуществляется разделение на два потока. Подкисленная часть воды (pH=3÷4) подается в голову потока (в сборник-накопитель промывной воды). Щелочная часть потока (pH=9÷I0) подается для подщелачивания в блок М1. Удельный объем блока М5 составляет 0,I8-0,26 $м^3$ на I00 А тока, удельная площадь - 0,I8-0,26 $м^2$/I00А.

Сатуратор представляет собой емкость с барботажем углекислым газом для доведения 80-90 % общего потока воды, очищенной на установке до pH = 6,5-8,5; до 70 % данного потока воды поступает в оборот на малоответственные операции промывки.

Показатели качества исходной и очищенной воды при очистке на установке "Элион" приведены в табл.I6.

Таблица I6

Показатель	Значение показателя		Эффект очистки, %
	Исходная вода	Очищенная вода	
Взвешенные вещества, мг/дм^3	200-250	0,5-I0	96
Цветность, град	50-I00	20	-
Концентрация тяжелых металлов, мг/дм^3, не более:			
хром шестивалентный	20-30	0,5-0,I	99,5
хром трехвалентный	30-50	0,05-0,I	99
железо	30-40	0,3-I	95
никель	I0-20	0,3-0,5	96
медь	I0-I5	0,3-0,8	92
цинк	20-30	0,5-0,8	96
кадмий	I0-20	0,5-0,9	92
Концентрация поверхностно-активных веществ, мг/дм^3	I-5	0,5-I	50
Концентрация нефтепродуктов, мг/дм^3	30-I00	0,5-I	96,6
pH, ед.	3-9	6,5-9	-

При этом следует учитывать, что по данным НИЦ "Потенциал", суммарная концентрация катионов тяжелых металлов в стоках, подаваемых на очистку, не должна превышать I00 мг/л. Расход электроэнергии на I м^3 стоков 0,5-3,2 кВт.ч/м^3.

Достаточно высокие остаточные концентрации катионов тяжелых металлов и практически не изменяющиеся в ходе очистки концентрации анионов делают эту установку непригодной для создания водообратных систем без дополнительных мероприятий по обессоливанию стоков. Образующийся шлам в результате электрокоагуляционных методов, в том числе и при применении установки "Элион", занимает меньший объем, чем при применении кальцийсодержащих реагентов (известкового молока), легче поддается обезвоживанию и сушке.

Интересные разработки с применением электрохимических методов очистки и доочистки стоков гальванического производства от ионов тяжелых металлов выполнены на кафедре технологии электрохимических производств Московского химико-технологического института (МХТИ) им.Д.И.Менделеева. Разработаны два модуля: безреагентный электрохимический модуль очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и электрохимический модуль глубокой доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{+3}, Fe^{3+} на установках с нерастворимыми анодами. Работа модулей предусматривается в сочетании друг с другом на стоках, содержащих каждый металл отдельно (по отдельным потокам). Это позволяет возвращать очищенную воду в процесс, а металлы утилизировать. Возможно использование модулей и для смешанных кислотнощелочных стоков. Работа модуля очистки основана на электрохимических процессах выделения кислорода за счет электролиза воды, изменения pH среды и флотационного эффекта.

Схема работы модуля очистки: усреднение – подача стоков на модуль, в котором промываемая вода при pH = 7 проходит катодную камеру. В этой камере в результате электролиза воды происходит выделение водорода и повышение pH воды до 8÷10, образование гидрооксида металла и его всплытие в электрофлотационной камере. Разделение аппарата на камеры за счет использования мембран приводит к переходу анионов (SO_4^{2-}; Cl^- и др.) в анодную камеру и частичному обессоливанию воды; флотошлам удаляется пеносборным устройством. Для его переработки с целью утилизации металлов может быть использован получаемый анолит. Таким образом, в данном модуле кроме перечисленных процессов используется также электродиализ.

Основные характеристики модуля	
Производительность, $м^3/ч$	– до 10
Исходная концентрация ионов тяжелых металлов, мг/л	· до 100
Концентрация после очистки, мг/л	- 0,5÷1
pH обрабатываемой воды	- 4÷10
Снижение концентрации анионов, а также катионов Ca и Mg, %	20

Удаление катионов железа, %		–	95-99
Расход электроэнергии, кВт.ч/м^3		–	I-5
Материал		–	Титан с оксидным покрытием в анодной камере
Срок службы, лет:	оксидного покрытия	–	3-5
	титановой основы	–	до I0
Габариты аппарата, мм		–	2000xI200xIII5.

Модуль глубокой доочистки работает с использованием эффекта электрофлотации пузырьками H_2 и O_2 с добавлением реагента и предназначен для извлечения труднорастворимых соединений металлов в виде гидроксидов, фосфатов и сульфидов.

По данным МХТИ им.Менделеева, модуль обеспечивает доочистку стоков после других методов очистки (реагентного, электрокоагуляции, электролиза) с исходной концентрацией катионов металлов в пределах I÷I0 мг/л. В сочетании с модулем электрохимической очистки этот модуль обеспечивает содержание металлов на уровне 0,0I–0,05 мг/л. Кроме того, обеспечивается дополнительное снижение концентрации катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, а также анионов SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, Cl^- и других на I5÷20 %.

Анионы PO_4^{3+} удаляются до остаточной концентрации 0,0I мг/л. По данным разработчиков, на этой установке также эффективно удаляются нефтепродукты, масла, дисперсные частицы (например, фоторезисторы ФСД-ВШ) до остаточных концентраций 0,5 ÷ I мг/л. Использование в установках очистки и доочистки нерастворимых анодов из титана с оксидным покрытием не приводит к вторичному загрязнению стоков как при электрокоагуляции.

Основные технические данные модуля глубокой доочистки

Производительность, м^3/ч	–	до I0
Габаритные размеры, мм	–	2000xI200xII5
Затраты электроэнергии, кВт.ч/м^3	–	0,5 ÷ I
Расход реагентов, г/м^3	–	5 ÷ I0

Сроки службы такие же, как и для модуля очистки.

По данным В.В.Ковалева, аналогичные установки разработаны в Кишиневском НПО "Технология".

При небольших расходах стоков или непосредственно в технологических линиях гальванического производства для отдельных металлосодержащих потоков применение описанных установок представляется целесообразным.

Метод электродиализа в чистом виде представляет собой процесс сепарации ионов солей, осуществляемый в многокамерном мембранном аппарате (электродиализаторе) под действием постоянного тока, направленного перпендикулярно плоскости катионитовых и анионитовых мембран, которые в аппарате чередуются между собой.

Мембраны для электродиализаторов изготавливают в виде гибких листов прямоугольной формы или в виде рулонов из пластического полимерного связующего (полиэтилена, полипропилена и др.) и порошка ионообменных смол (катионообменных или анионообменных).

Срок службы мембран – 3–5 лет и в значительной степени зависит от условий эксплуатации и от качества обрабатываемой воды. Чтобы выдержать гарантируемый заводами-изготовителями срок службы мембран, вода, поступающая на электродиализную установку, должна отвечать следующим требованиям:

взвешенные вещества	I,5 мг/л;
жесткость общая	40 мг/экв/л;
железо общее	0,05 мг/л;
марганец	0,05 мг/л.

Поскольку в промывных водах после большинства технологических процессов гальванического производства содержание железа значительно превышает указанные применения этого метода в классическом виде весьма проблематично. Однако, как показано на примере установок МХТИ им.Менделеева, при комплексном использовании методов в одной установке этот метод также пригоден и для стоков гальванических производств с целью дополнительного обессоливания стоков и для получения анолита (раствор одной или смеси кислот в зависимости от обрабатываемого стока).

Интересны в этом отношении также разработанные НПО "Технология" (г.Кишинев) установки типа ЭЧ-IМ, обеспечивающие, по сведениям В.П.Ковалева, извлечение благородных и цветных металлов из сточных вод с исходной концентрацией от 20 до 2 г/л до остаточных концентраций в очищенных стоках менее 0,I мг/л. Отличие этих электролизеров от известных аппаратов с плоскими и пластинчатыми катодами состоит в том, что в них используются объемнопористые электроды из волокнистых углеграфитовых материалов, сквозь поры которых прокачиваются отрабатываемые стоки. В качестве анодов используется свинец СI. Катодные и анодные камеры - проточные. Электродные пространства разделены ионообменными мембранами. Наличие высокоразвитой реакционно-активной поверхности катодов позволяют более чем в I00 раз превзойти производительность электрохимических процессов в аппаратах с плоскими катодами при практически равных с ними габаритных размерах. Основные технические характеристики установок приведены в табл.I7.

Таблица I7

Тип электролизера	Э-ЭУК	Э-ЭУК-2	Э-ЭУК-3	Е-9IА	ЭПУ ВПТИЭМП
Ток, А	50-I50	I00-300	I50-450	I0-20	I500-2500
Напряжение, В	4-I2	4-I2	4-I2	4-I2	4-I2
Количество катодных камер	I	2	3	I	I4
Количество анодных камер	2	3	4	I	I5
Производительность в перечете на программу покрытий, тыс.м²/год	I5-20	30-40	45-60	I-I,5	250-300
Концентрация в исходной воде, мг/л	I0÷I00	I0-I00	I0-I00	I0-I00	50-250
Степень извлечения металла, %	99	99	99	99	98-99
Габаритные размеры,	800х780х xI525	800х780х xI525	800х780х xI525	270х3I0х х320	2600х xI400х xI250
Масса, кг	I00	I25	I50	I0	I250

Производительность электролизера и режим работы зависит от природы извлекаемого металла и обрабатываемого раствора.

Метод гальванокоагуляции может быть также отнесен к электрохимическим, хотя и производится без внешних подводов электроэнергии, так как сущность его заключается в создании гальванопар между элементами загрузки и в проведении за счет этого химических процессов. Метод и установки, работающие на его основе, разработаны институтом Казмеханобр (г.Алма-Ата) под руководством В.А.Феофанова.

Данный метод основан на использовании эффекта короткозамкнутого гальванического элемента железо-кокс, помещенного в раствор электролита. За счет разности электрохимических потенциалов железо поляризуется анодно и переходит в раствор без наложения тока от внешнего источника. Процесс очистки растворов от различных примесей осуществляется в проточных аппаратах барабанного типа. Внутрь барабана загружается смесь железных стружек и кокса в весовом соотношении 4:I, что составляет около 60 % расчетной рабочей зоны аппарата.

Переменный контакт электродов гальванопары между собой, с раствором и кислородом воздуха, обусловленный вращением барабана, увеличивает скорость растворения железа в 5–I0 раз, обеспечивает быстрое окисление двухвалентного железа до трехвалентного состояния и создает условия для образования кристаллических магнитных форм соединений железа: магнетита – – 80–85 %; гетита и лепидокрокита – I5–20 %. Все формы соединений железа обладают магнитными свойствами, легко фильтруются и занимают малый объем.

При гальванокоагуляционной очистке сточных вод одновременно действуют следующие механизмы процесса:

катодное осаждение катионов металлов;

образование ферритов металлов;

образование соединений включений (клотратов);

сорбция органических веществ на свежеобразованных кристаллах;

восстановление поливалентных анионов (хроматов);

коагуляция.

При очистке кислотно-щелочных стоков в зависимости от поставленной задачи может быть принята одно- или двухступенчатая система.

Для снижения общего солесодержания на 70-85 % рекомендуется двухстадийная обработка очищаемой воды, сначала в режиме гальванопары кокс - железо, а затем алюминий - кокс.

В свете решения экологических проблем наиболее рациональным является создание бессточных систем оборотного водоснабжения. При проектировании таких систем все виды сточных вод следует принимать на очистные сооружения раздельно. Каждый вид промывных вод должен обрабатываться в отдельном коагуляторе с последующей фильтрацией растворов и возвратом фильтрата в ту же стадию промывки. При этом исключается взаимное загрязнение растворов чужеродными компонентами.

Схема очистки кислотно-щелочных промывных стоков при применении метода гальванокоагуляции следующая:

усреднение - I-я ступень гальванокоагуляции - фильтрование - 2-я ступень гальванокоагуляции - фильтрование. Данным методом могут обрабатываться практически все стоки, содержащие катионы тяжелых металлов.

Для фильтрации могут быть использованы керамические микрофильтры или фильтры УФА, разработанные также институтом Казмеханобр. Осадки, образующиеся в результате гальванокоагуляции, занимают малый объем и хорошо отдают воду. Естественная сушка сгущенного осадка происходит на противнях в течение 3-4 сут. Термическая сушка целесообразна при его количестве не менее I т за сутки. Осадки, содержащие цветные металлы, принимаются на переплавку на предприятиях цветной металлургии или используются в качестве пигментов для лакокрасочных материалов.

Основные технические данные гальванокоагуляторов приведены в табл. I8.

Таблица I8

Тип гальванокоагулятора	КБ-I	КБ-2	КБ-7	КБ-8
Производительность, $м^3/ч$:				
при восстановлении	25	60	2	40
при очистке от катионов	5	I5	0,5	I2,5
Удельный расход железного скрапа, $кг/м^3 \cdot ч^{-I}$	0,I÷0,5	0,I÷0,5	0,I÷0,5	0,I÷0,5
Скорость вращения корпуса, об/мин	3	3	3	3
Установленная мощность, кВт	0,75	4	0,37	3
Табаритные размеры, мм	30I0xI600x xI642	8220x2480x x3460	234Ix x770x x976	6800x xI580x xI900
Масса, кг:				
в ненагруженном состоянии	I553	23800	4I0	3875
в рабочем состоянии	3I83	30000	930	7035

Основные технические данные фильтра УФА-3М-ВI6

Поверхность фильтрации, $м^2$	I6
Содержание взвесей в исходной суспензии, $г/дм^3$	до 3
Тонкость фильтрации, мм	$I0^{-4} \div I0^{-3}$
Продолжительность цикла фильтрации, ч	до 6
Продолжительность цикла регенерации, ч	до 0,08
Давление при фильтрации, МПа	до 0,3
Давление при регенерации, МПа	0,4-0,5
Расход фильтрата на регенерацию, $м^3$	0,I
p^H суспензии	5÷8
Температура, ^oC	до 60
Установленная мощность, кВт	до I5,4
Масса в рабочем состоянии, кг	2500
Габаритные размеры, мм	3880xI252x2758
Количество фильтрующих элементов, шт.	288

4.4.2. Особенности электрохимической очистки фторсодержащих сточных вод.

Из электрохимических методов для очистки фторсодержащих промывных сточных вод применяют электрокоагуляцию при концентрации фторидов до 100 мг/л или гальванокоагуляцию при концентрации фторидов до 35 мг/л. В случае, когда концентрация фторидов превышает указанные величины, обезвреживание стоков проводят в две стадии:

первая стадия - обработка известковым молоком и

вторая стадия - один из указанных выше методов.

Одностадийная технологическая схема очистки методом электрокоагуляции состоит из резервуаров-усреднителей и насосов; электрокоагуляторов; реагентного хозяйства для приготовления раствора соляной кислоты или поваренной соли (в случае отсутствия в сточных водах необходимого количества хлоридов); сооружения для выделения осадка; сооружения для обезвоживания осадка.

Электрокоагулятор рассчитывается по следующим параметрам:

общее напряжение, подаваемое на электрокоагулятор и определенное по источнику питания (выпрямители), не должно быть выше 220 В;

напряжение на один прозор (электродный промежуток анод--катод) 5-7 В;

плотность тока для анодов из алюминия, принимается 0,7 $А/дм^2$ - при концентрации хлоридов в стоке до 200 мг/л и 1,5-2 $А/дм^2$ - при концентрации хлоридов до 1000 мг/л; расстояние между электродами принимается 7 мм;

удельный расход алюминия на одну весовую часть фтора, принимаемому 5-7 г на 1 г - при концентрации хлоридов в стоке до 100 мг/л и 3-5 г на 1 г при содержании хлоридов до 1000 мг/л;

при доочистке стока после известкования (при отсутствии хлоридов) при pH исходного стока не выше 2-4 добавляетися поваренная соль, при pH выше 5-6 - соляная кислота);

Скорость движения стока между электродами принимается равной 0,3 - 0,5 см/с.

Расчет электрокоагулятора производится на максимальную концентрацию фторидов в стоке с запасом на 10-15 %.

При наличии в стоке ПАВ сточные воды перед подачей на отставание необходимо дважды обрабатывать на электролизерах. В отстоенном стоке ПАВ отсутствует.

Одностадийная технологическая схема гальванокоагуляционной очистки стоков состоит из:

резервуаров усреднителей и насосов;

гальванокоагуляторов;

установок для фильтрации с выделением осадка;

установок для сушки осадка.

Подбор гальванокоагуляторов и фильтров УФА для очистки от фторидов производится по производительности, которая аналогична производительности для кислотно-щелочных стоков.

В качестве загрузки гальванокоагуляторов для очистки стоков от фторидов принимается алюминий-кокс. При наличии во фторсодержащих стоках катионов тяжелых металлов гальванокоагуляция производится в две ступени - сначала стоки пропускаются через гальванокоагуляторы с загрузкой железо-кокс, а затем после фильтрации через гальванокоагуляторы с загрузкой алюминий-кокс.

4.4.3. Особенности электрохимической очистки хромсодержащих сточных вод.

Из электрохимических методов для очистки наиболее часто применяются методы электрокоагуляции и гальванокоагуляции. При этом в обоих случаях хром из шестивалентного сначала переводится в трехвалентный, а затем образуются гидроокиси в смеси с гидроокисями других металлов, если они имеются в стоках, а также гидроокиси железа, которая образуется в результате растворения электродов.

Метод электрокоагуляции рекомендуется применять при расходе сточных вод не более 50 $м^3/ч$, исходной концентрации шестивалентного хрома до 100 мг/л и исходной величине pH = = 3,5-7.

Электрокоагуляцией возможно обрабатывать сточные воды, в которых наряду с ионами хрома, имеются ионы других тяжелых металлов (Cu, Ni, Cd, и др.). с концентрацией каждого не более 30 мг/л, при этом концентрация ионов хрома должна

составлять более 50 % суммарной концентрации ионов других металлов.

В данном случае pH очищаемых стоков должно быть: при наличии цинка и меди - 4,5 ; при наличии никеля и кадмия - более 6,5; при наличии хрома и всех других компонентов - более 5,5. Общее солесодержание не должно превышать 300 мг/л. Применение этого метода, при исходной концентрации шестивалентного хрома более 100 мг/л и при суммарной концентрации ионов других тяжелых металлов более 1 г/л, обычно не приводит к достаточно полному их удалению из сточных вод, даже при значительном увеличении затрат металла и электроэнергии.

В процессе электрокоагуляции может происходить пассивация электродов, которая резко снижает эффективность процесса.

Для предотвращения пассивации электродов необходимо, чтобы соотношение ионов (SO_4^{2-} + Cl^-) к Cr^{+6} было 1:1 или Cl^- к Cr^{6+} было 1:4. При этом активирующее действие ионов Cl^- на процессы анодного растворения металлического железа является более эффективным, чем активирующее действие ионов SO_4^{2-} .

При наличии в сточных водах ионов NO_3^- , PO_4^{3-} , NO_2^- , CO_3^{2-} для предотвращения пассивации стальных анодов соотношение между концентрациями (Cl^- + SO_4^{2-}) и (Cr^{6+} + NO_3^- + + PO_4^{3-} + NO_2^- + CO_3^{2-}) должно составлять 16:1.

Все указанные факты показывают, что для нормального течения реакции в сточные воды необходимо добавлять ионы Cl . Как правило, требуемые соотношения концентраций достигаются за счет добавления раствора $NaCl$.

При низких концентрациях ионов тяжелых металлов, то есть менее 40 мг/л в воде преобладают сульфат-ионы, поэтому для предотвращения пассивации пластин в широком диапазоне pH необходимо введение хлорид-иона в количестве не менее 50 мг/л.

Удельный расход электроэнергии на обработку сточных вод, кВт.ч/м^3, определяется величиной тока, напряжением на пластинах и временем обработки

$$W = \frac{J \cdot U \cdot t}{1000 \cdot V} , \qquad (50)$$

где $\mathcal{J}$ – величина тока, А;

И – напряжение на электролизоре, В;

t – время обработки сточных вод, ч.;

V – объем обработанной воды, $м^3$.

Обработку сточных вод следует проводить при анодной плотности тока в интервале 250-300 $А/м^2$. Анодная плотность тока определяется по формуле

$$i = \frac{\mathcal{J}}{S_a}, \qquad (51)$$

где S_a – общая рабочая поверхность всех анодов, $м^2$.

При обработке сточных вод, содержащих 30-60 мг/л $Cч^{6+}$ в электролизерах проточного типа удельный расход электроэнергии обычно составляет 2÷6 кВт.ч/$м^3$.

Теоретический расход железа и электричества для обработки I $м^3$ сточных вод с различными исходными концентрациями представлен в табл. I9.

Таблица I9

Концентрация $Cч^{6+}$, г/$м^3$	Теоретический расход электроэнергии, А-ч/$м^3$	Теоретический расход железа, г/$м^3$
I0	30,9	32,2
20	6I,8	64,4
30	92,7	96,6
40	I23,6	I28,8
50	I54,5	I6I
75	23I,I	24I,5
I00	309	322
I50	463,5	483
200	6I8	644

При наличии в сточных водах одного компонента величину тока $\mathcal{J}$, А, можно определить по формуле (СНиП 2.04.03-85)

$$\mathcal{J} = q_w \cdot C_{сп} \cdot q_{сич}, \qquad (52)$$

где q_w – производительность аппарата, $м^3/ч$;

C_{en} – исходная концентрация удаляемого компонента, $г/м^3$;

$q_{cuч}$ – удельный расход электричества, необходимый для удаления из сточных вод I г иона металла, А·ч/г.

Согласно СНиП 2.04.03-85, при суммарной концентрации шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов до 80 мг/л в интервалах 80-100, 100-150 и 150-200 мг/л анодную плотность тока следует принимать соответственно 150, 200, 250 и 300 $А/м^2$.

Осадок, образующийся в результате обработки сточных вод, характеризуется рыхлой хлопьевидной структурой и высокой влажностью. Объем образующегося осадка зависит от исходной концентрации шестивалентного хрома и ионов цветных металлов и может составлять от 6 до 15 % общего объема жидкости при влажности 98,5-99 %. После отстаивания в течение суток осадок уплотняется на 20-30 %.

Осадок имеет бурый цвет из-за преобладания гидроокиси железа. Зеленоватый цвет осадка свидетельствует об избыточном количестве переведенного в раствор металлического железа.

Полиакриламид с дозой 2 мг/л позволяет сократить время отстаивания осадка до 1,5 ч.

Осадок можно использовать в металлургическом производстве после его обезвоживания на вакуум-фильтрах, фильтрах-прессах и центрифугах. Сущность метода гальванокоагуляции рассмотрена в разделе 4.4.1. При обезвреживании хромсодержащих стоков производительность гальванокоагуляционных аппаратов принимается в зависимости от поставленной задачи. По данным Казмеханобра, время восстановления хроматов при pH = 1,6 ÷ 2 и содержании их в стоках до 200 мг/л составляет 45÷60 с. Время в режиме удаления катионов трехвалентного хрома и катионов других тяжелых металлов в виде гидроокисей и других соединений при указанных pH и концентрациях хроматов увеличивается до 5-6 мин.

Время восстановления и образования высаживаемых соединений зависит как от pH, так и от исходных концентраций стоков.

Так, например, полное удаление хрома при концентрациях 50 мг/л и при pH = I,5 составляет I,5–2 мин, а при pH = 4 – I0 мин.

На рис.I3 приведены расчетные кривые критического режима работы гальванокоагулятора КБ–I с объемом рабочей зоны 0,4 $м^3$ (по раствору) при восстановлении хроматов.

Семейство кривых зависимости содержания хрома (УI) в исходном растворе от величины pH при разной производительности коагулятора от 0,I до I0 $м^3/ч$ имеет полюс в точке 0,258 г/л при pH = I,85.

Зона устойчивой работы коагулятора расположена ниже кривой, соответствующей той или иной производительности, зона неустойчивой работы расположена выше этой кривой. В точках, расположенных на кривой, коагулятор работает определенный период времени, после чего наступает проскок шестивалентного хрома. Это время тем больше, чем меньше концентрация хрома (УI) в исходном растворе, и может достигать I,5–4 ч.

При содержании хрома 0,3–I г/л и соответствующих значениях pH время до появления хрома (УI) на выходе из коагулятора сокращается до I5–3 мин.

Для депассивации железного скрапа достаточно прекратить подачу раствора на 20–30 мин., не останавливая вращения коагулятора, после чего он вновь готов к работе, но при этом следует принять меры к снижению содержания хрома в исходном растворе либо провести коррекцию величины pH (подкисление) для вывода коагулятора в зону устойчивой работы.

Подобные кривые разработаны и для других типов гальванокоагуляторов. Шлам, образующийся при гальванокоагуляции содержит 70–80 % тяжелых металлов. Он хорошо обезвоживается и может быть использован на производство огнеупорного хромомагнетитового кирпича, керамики, черепицы и лакокрасочных материалов.

Институт ВНИИВО предлагает использовать (а.с. № 4337255) смесь железной и титановой стружки в соотношении I:4. Соотношение объема воды и восстановителя должно составлять I:I. При этом соотношении сокращается время реакции, уменьшаются объем и время отстаивания осадка. Загрузка стружки из титана производится I раз и добавка ее практически не требуется.

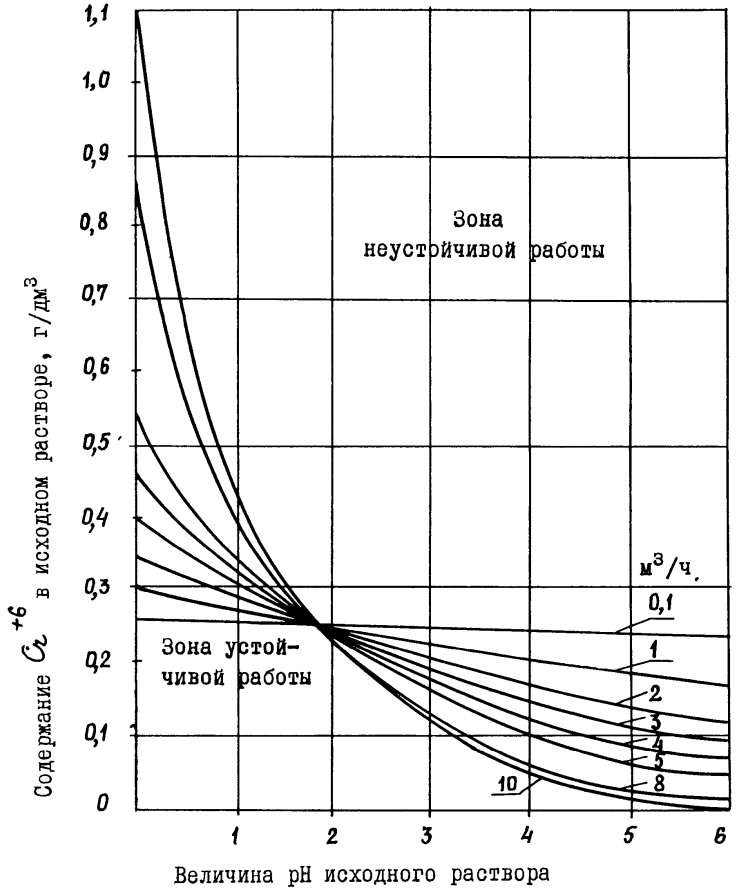


Рис.I3. Расчетные кривые критического режима работы аппарата КБ-I

4.4.4. Особенности электрохимической очистки циансодержащих сточных вод.

Электрохимический метод переработки циансодержащих сточных вод заключается в электролизе. При этом на аноде происходит электрохимическое окисление CN^- – ионов, а также комплексных анионов, содержащих CN^- – группы; $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Cd(CN)_4]^{2-}$ и других, с образованием цианат-ионов CNO^-

$$CN^- + 2OH^- - 2e \rightarrow CNO^- + H_2O \quad ; \qquad (53)$$

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 6OH^- - 6e \rightarrow Cu^{2+} + 3CNO^- + 3H_2O \qquad (54)$$

По мере накопления в сточных водах цианат-ионов происходит их частичное электрохимическое окисление на аноде с образованием нетоксичных газообразных продуктов

$$2CNO^- + 4OH^- - 6e \rightarrow CO_2 + N_2 + 2H_2O \qquad (55)$$

На катоде происходит разряд H^+ – ионов с образованием газообразного водорода, а также разряд ионов Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} с образованием в зависимости от начальных концентраций катионов до 80 % катодных осадков (медь, кадмий). Остальное количество металла удаляется в виде гидроокисей. В этом случае рекомендуется раздельная очистка по потокам циан-медь, циан-цинк, циан-кадмийсодержащих и других стоков. В качестве анодов рекомендуется применение титановых пластин с оксидным покрытием, например, двуокисью свинца (катод – из металла, содержащегося в стоке).

Для устранения пассивации анодов в обрабатываемый сток рекомендуется добавлять раствор хлористого натрия из расчета 1÷1,1мг Cl^- – иона на 1 мг CN^- – иона. Добавление хлористого натрия не только уменьшает пассивацию анода, но и интенсифицирует процесс за счет дополнительного окисления цианидов хлором

$$2Cl^- + 2e \rightarrow Cl_2 \quad ; \qquad (56)$$

$$Cl_2 + CN^- + 2OH^- \rightarrow CNO^- + 2Cl^- + H_2O \qquad (57)$$

Рекомендуемое pH стоков 10–11.

Анодную плотность тока следует принимать от 2,5 до 6 А/дм^2, напряжение 3-5 В. Более высокая плотность приводит к интенсивному разогреву раствора.

Выход по току на одну весовую единицу циан-ионов повышается с увеличением исходной концентрации циан-ионов. Поэтому метод рекомендуется применять при исходной концентрации более 200 мг/л. Очистку методом электролиза рекомендуется производить до получения концентраций циан-ионов в пределах 30-50 мг/л, после чего стоки направляются на реагентную очистку, так как 100%-ная очистка значительно увеличивает время и уменьшает выход по току.

Например, по данным ВНИИ Водгео, при очистке циан-цинксодержащих стоков на одной из опытных установок при исходной концентрации циан-ионов 2800 мг/л, плотности тока 6 А/дм^2; напряжении 4В, концентрации Cl^- - ионов 500 мг/л за I ч. произошло снижение концентрации CN^- - ионов с 2800 до 550 мг/л за последующие 7,5 ч. с 550 до 150 мг/л и по истечении 3,5 ч от начала процесса концентрация снизилась до 50 мг/л.

4.5. Очистка сточных вод методом гиперфильтрации (обратный осмос).

Сущность метода гиперфильтрации (обратного осмоса) представляет собой процесс фильтрования под давлением через полупроницаемую мембрану, которая способна пропускать молекулы растворителя (воды) и полностью или частично задерживать молекулы растворенных веществ (гидратированных ионов солей или молекул воды).

Метод представляется одним из самых перспективных, поскольку может быть сочетаться с большинством технологических процессов гальванического производства, так как при пропускании через гиперфильтрационную установку воды из промывочной ванны, с одной стороны, получают концентрат по составу индентичный технологическому раствору, а сдругой - чистую воду, которая может быть возвращена на промывку. В упрощенном виде это показано на схеме (рис.14).

Установки гиперфильтрации конструктивно просты и компактны, легко автоматизируются, энергозатраты относительно невелики. Природа растворенного вещества оказывает влияние на параметры ведения процесса. Ионы в порядке увеличения их задержания мембранами располагаются в ряд.

$$H^+ < NO_3^- < J^- < Br < Cl^- < K^+ < F^- < Na^+ < SO_4^{2-} < Ba^{2+} \leq Ca^{2+} \leq Mg^{2+} < Zn^{2+} \leq Al^{3+}$$

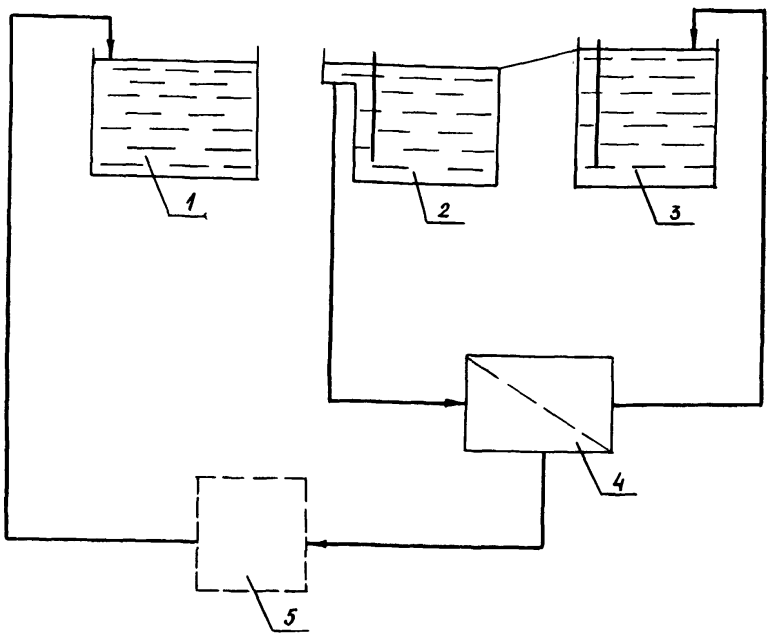


Рис.14. Принципиальная технологическая схема обратноосмотической обработки промывных вод

1- технологическая ванна; 2- промывная ванна I ступени; 3- промывная ванна II ступени; 4- обратноосмотическая установка; 5- возможное доупаривание

Перенос воды через мембраны упрощенно описывается уравнением

$$Q = K_1 (P - \Delta\pi), \qquad (58)$$

где Q – расход воды через мембрану;

P – рабочее давление над мембраной;

$\Delta\pi$ – разность осмотического давления, раствора у поверхности мембраны и в фильтрате;

K_1 – константы проницаемости воды, характерные для принятой мембраны.

Из этого уравнения видно, что рабочее давление должно превышать осмотическое. Осмотическое давление (разность давлений) зависит от концентраций и состава солей и при концентрациях 5÷10 % вызывает необходимость поддерживать давление 50–100 кГс/см^2. Данным фактором обуславливается ограничение степени концентрации растворов. Частично этого можно избежать путем ступенчатой гиперфильтрации, как это показано на схеме (Рис.15). Дальнейшая концентрация происходит за счет упаривания. Полученные растворы в большинстве случаев требуют коррекции, так как из-за селективности мембран к различным ионам, находящимся в стоках, концентрация их в получаемом растворе не индентична концентрации их в технологической ванне.

Кроме того, в некоторых технологических процессах состав раствора поддерживается за счет растворения материала анодов (кислое меднение) и создается, как бы переизбыток раствора. В этом случае концентрат подлежит утилизации (например, получение металлической меди путем электролиза).

Серийно выпускаются три типа обратноостатических установок с рулонными фильтрующими элементами МРР·5-2IК-0I, МРР 20-2IК-0I, МРР I20-2IК-0I с производительностью по фильтрату соответственно I4,4; 57,6 и 345 м^3/сут.

Для получения обессоленной воды более высокого качества применяют установки МР I0-6,3/6,3П и МРI00-6,3/6,3П производительностью по фильтрату соответственно 0,07 и I,I м^3/ч.

Как правило, установки гиперфильтрации следует использовать по отдельным потокам, но при комплексном решении в сочетании с другими методами очистки стоков они могут применяться и на общих потоках для гальванических производств малой и средней производительности. Оптимальная температура стоков

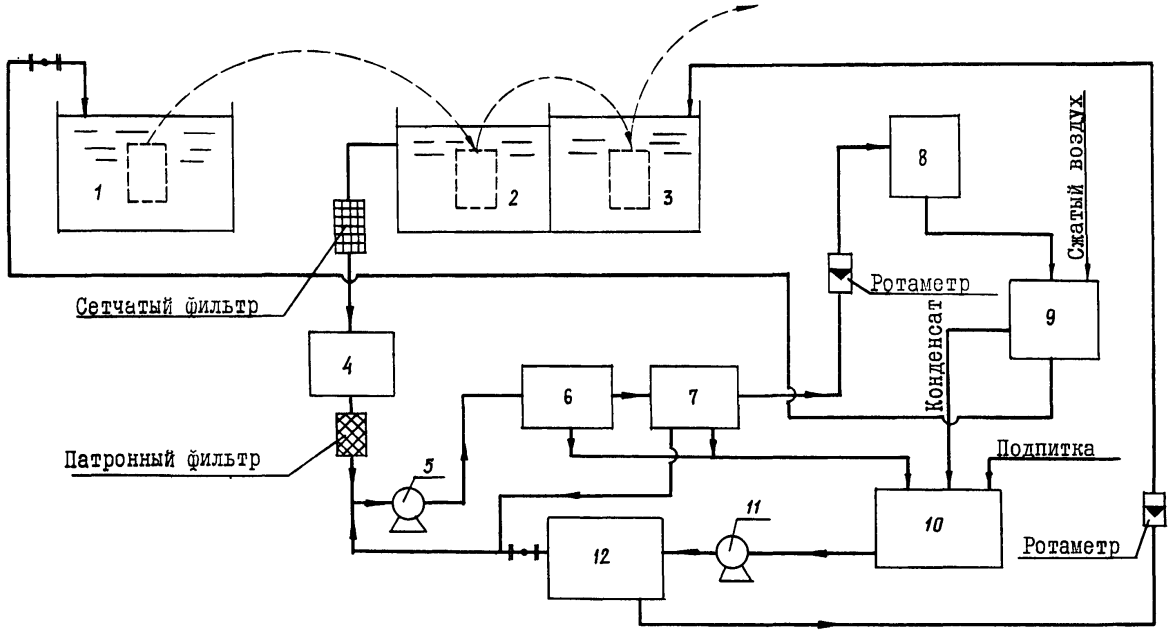


Рис.I5. Технологическая схема замкнутой системы водоснабжения цеха ГХП

I- технологическая ванна(ы); 2- промывная ванна(ы) I ступени; 3- промывная ванна(ы) 2 ступени; 4- приемная емкость; 5- насос I ступени; 6,7- гиперфильтрационные аппараты I ступени; 8- приемная емкость концентрата; 9- испаритель; I0- приемная емкость фильтрата I ступени; II- насос 2 ступени; I2- гиперфильтрационный аппарат 2 ступени

при гиперфильтрации 30–40°С. Увеличение или снижение температуры снижает производительность мембран. Экономичным давлением в гиперфильтрационных установках считается 50 кГс/см^2.

4.6. Биохимические методы очистки промстоков.

Биохимический способ очистки сточных вод от хрома основан на способности специальной культуры микроорганизмов использовать связанный кислород в своей жизнедеятельности в анаэробных условиях.

Скорость восстановления бихромат-ионов до гидроокиси хрома составляет 3 сут при соотношении I г хромата калия на I г сухого вещества бактериальной биомассы.

Для ведения процесса производственные сточные воды смешивают с бытовыми сточными водами в соотношении I:I,5 – I:2. Доза специально выращенного ила составляет около 7 г/л. Время пребывания в биовосстановителе I–2 ч. Метод получил ограниченное распространение.

Комплексный метод биохимической очистки сточных вод гальванических производств, разработанный в Уфимском нефтяном институте, позволяет осуществить глубокую очистку одновременно от ряда загрязнений: различных ионов тяжелых металлов, органических веществ и сульфатов.

Сущность биохимического метода очистки заключается в использовании специализированных бактериальных культур, отличающихся высокой стойкостью к отравляющему действию различных тяжелых металлов – хрома, никеля, меди, кадмия, ртути, свинца, висмута и других, а также приспособляемостью к изменению состава сточных вод, что позволяет подвергать биохимической очистке сточные воды с суммарным содержанием ионов тяжелых металлов до 400 мг/л.

Принципиальная технологическая схема промышленной установки биохимической очистки сточных вод гальванического производства показана на рис.I6. Сточные воды в зависимости от состава раз-

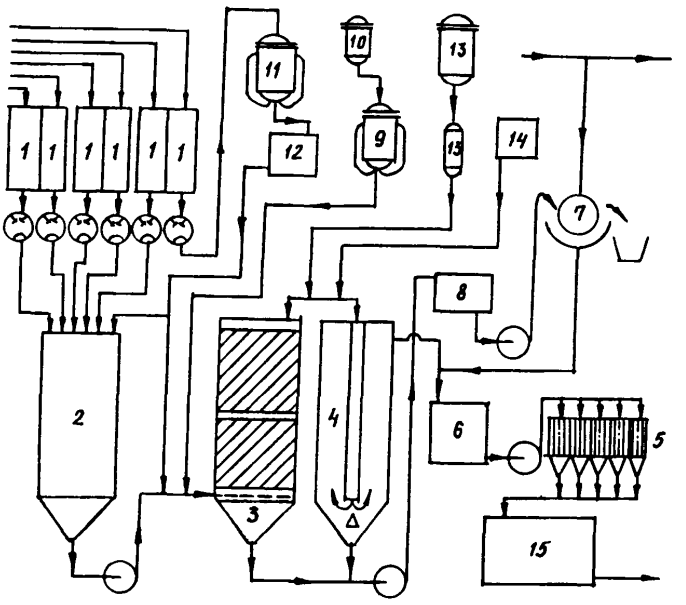


Рис.I6. Схема биохимической очистки сточных вод гальванических производств

I- емкости-накопители сточных вод; 2- смеситель; 3- биотенк; 4- отстойник; 5- блок фильтров; 6- шламонакопитель; 7- вакуум-фильтр; 8- промежуточная емкость; 9- культиватор; I0- сырьевая емкость; II- реактор СОЖ; I2- маслоотстойник; I3,I4- емкости для подачи коагулянта и флокулянта; I5- накопитель очищенных сточных вод

делены по потокам и поступают в соответствующие емкости – накопители I. Затем сточные воды дозируются в смеситель 2, где происходит выравнивание загрязнений в соответствии с заданными параметрами технологического режима очистки. Усредненный поток сточных вод поступает в биотенки 3, где сточные воды смешиваются с бактериальными культурами. Затем очищенные воды с биотенков отводятся в отстойник 4 и направляется на блок фильтрования 5 для доочистки от взвешенных веществ.

Отфильтрованные очищенные воды с концентрацией по катионам тяжелых металлов 0,5÷3 мг/л (данные по результатам анализов Пермского электротехнического завода) после соответствующей доочистки могут быть поданы на повторное использование в гальваническом производстве.

Температура стоков во время биохимической очистки должна поддерживаться в пределах 28 ± 2°С. Время пребывания стоков в биотенках I6–20 ч. Осадок, образующийся в биотенках, состоит из труднорастворимых сульфидных и гидрооксидных соединений металлов и после обезвоживания может быть использован для переработки в цветной металлургии. Мелкодисперсность осадка (измеряется в микрометрах) даже при введении коагулянтов и флокулянтов затрудняет его высаждение и фильтрацию, чем и объясняется наличие металлов в отфильтрованном стоке (для фильтрации применяются керамические микрофильтры).

Однако малое количество осадка, хорошо отдающего воду, и отсутствие в нем катионов кальция говорит в пользу применения этого метода для гальванических производств с расходами I00÷200 $м^3$/сут и имеющих в своем составе большое количество сульфатов.

4.7. Сорбционные методы очистки сточных вод.

Сорбция на ионообменных смолах в настоящем разделе не рассматривается (см.раздел 4.3). Сорбционные методы применяются в основном для предочистки промывных стоков от жиров, масел и других органических веществ, которые либо переносятся из ванн обезжиривания, либо из технологических ванн с электролитами, в которых применяются органические добавки (блескообразователи, поверхностно-

активные и тп.). Предочистка на сорбционных фильтрах предусматривается, как правило, перед очисткой на установках, чувствительных к указанным веществам (ионообменным, мембранным и т.п.). Сорбция производится на материалах, обладающих этой способностью. В зависимости от характера загрязнений применяются активные угли или угли марки КАД. Характеристика активных углей приведена в приложении 7.

На активных углях не задерживаются одноатомные спирты (этиловый, изопропиловый, метанол и другие), глицерин. Для предочистки применяются напорные сорбционные фильтры. Скорость фильтрации принимается 6-8 м/ч.

Регенерация сорбентов предусматривается, как правило, в случаях, описанных в разделе 4.2.

Если стоимость сорбента ниже затрат на его регенерацию и разница затрат не компенсируется стоимостью извлечения из угля продуктов, активированный уголь утилизируют или сжигают.

В практике очистки сточных вод распространено несколько способов регенерации отработанного активированного угля: термическая регенерация, низкотемпературная тепловая регенерация, химическая, биологическая, регенерация с помощью электрического тока. Для термической регенерации характерны три стадии:

сушка отработанного активированного угля;

прокаливание угля;

активация образовавшейся углеродной пленки.

Обработанный уголь на регенерацию подают в мокром виде.

При сушке угля вместе с влагой десорбируется значительная часть (30-70 %) загрязнений. Нелетучие органические загрязнения разлагаются за 1-2 мин при нагревании угля до 500-700°С. Общее количество топочных газов - 3 $м^3$/кг угля.

Температурная регенерация приводит к полному восстановлению сорбционной емкости активированного угля, но процесс этот дорогой и сложный, приближающийся к технологии получения активированных углей.

Потери угля составляют 5-10 % . Химическая регенерация угля производится обработкой его различными реагентами (органическими

и неорганическими) при температуре, как правило, не выше 110°С.

Большинство методов химической регенерации узкоспециально для сорбентов определенного типа.

Во всех случаях, когда продукт образует растворимые в воде соли, можно рекомендовать регенерацию основаниями и кислотами.

При химической регенерации активированного угля наибольшее распространение получило использование растворов кислот и щелочей (обычно HCl, H_2SO_4 и $NaOH$). Регенерацию производят непосредственно в адсорбере. Из фильтра с отработанным активированным углем удаляют избыточное количество сточной воды, оставляя минимальное количество для покрытия слоя активированнного угля. Количество вводимой кислоты и щёлочи составляет 10 % от оставшегося в слое активированного угля воды.

Содержимое фильтра тщательно перемешивают с помощью сжатого воздуха. Время контакта 6–24 ч. После обработки активированного угля регенерирующий раствор сливают и нейтрализуют, а активированный уголь снова подвергается аналогичной обработке с другим из этих двух реагентов (если степень регенерации невысока). Потери активированного угля практически отсутствуют.

При химической регенерации также могут быть использованы растворы перекиси водорода H_2O_2, соды Na_2CO_3, гипохлорита натрия $NaOCl$, гидразина N_2H_4. Преимуществом гидразина перед другими реагентами является то, что он не вызывает вторичного загрязнения обрабатываемой воды.

Таким образом, химическая регенерация значительно дешевле термической, не требует дорогостоящего оборудования. Однако, этот метод достаточно трудоемкий и не восстанавливает полностью сорбционную способность углей. Эффект регенерации зависит от применяемых реагентов, состава сорбента, условий ее проведения.

Оптимальные дозы реагентов при химической регенерации устанавливаются в процессе пусконаладочных работ.

Кроме описанного в разделе 4.2, окисление цианидов кислородом на активном угле, который не только играет роль катализатора, но и временно сорбирует на себе "излишки" цианидов (до того момента пока в подаваемых стоках не пойдут "излишки" кислорода), а также сорбирует часть содержащихся в стоках катионов металлов имеются сведения о применении сорбентов для восстановления шести-

валентного хрома. По данным Промэлектропроекта, процесс производится на угле марки БАУ. Скорость фильтрации промстоков принимается до 6 м/ч.

Процесс очистки производится при pH = I,5-2,5.

Процесс восстановления шестивалентного хрома на активированном угле следует применять при концентрации более 200 мг/л и расходе более I0 $м^3$/ч и для отработанных электролитов без разбавления. Регенерация сорбента не производится. Время работы каталитического восстановления - I-I,5 года. Отработанный сорбент сжигается.

Скорость фильтрации и pH восстановления шестивалентного хрома следует принимать согласно данным табл.20.

Таблица 20

Концентрация $C_{ч}^{+6}$, г/л	Скорость фильтрации, м/ч	pH
до 5	7	2
до 30	2-4	I,5
30-60	0,5÷I	I
до I50	0,I	I

Однако, широкого применения этот метод не получил.

5. ОТДЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ И УТИЛИЗАЦИИ ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

В современном гальваническом производстве сбросы отработанных растворов по объему составляют 2-3 % общего количества сточных вод, а по содержанию загрязняющих веществ составляют 40-70%. Залповый характер таких сбросов нарушает режим работы очистных сооружений.

Сброс концентрированных растворов в гальванопроизводстве производится по следующим причинам:

из-за накопления в электролитах посторонних органических и неорганических веществ;

из-за нарушения соотношения основных компонентов гальванических ванн;

из-за накопления в электролитах продуктов деструкции (разложения) некоторых компонентов (например, блескообразователей);

из-за накопления в электролитах механических примесей, шлама или необратимых дисперсий типа эмульсий или суспензий;

из-за выработки в растворах электролитов отдельных веществ и одновременного накопления продуктов реакции, замедляющих скорость основных процессов.

Таким образом, исключение сброса отработанных растворов с обеспечением рекуперации ценных веществ в сочетании с применением таких методов очистки промывных сточных вод, которые также позволяют либо получать подобные отработанным раствором концентраты, либо утилизируемые осадки, создают условия для мало- и безотходных технологий.

Основные методы для создания экологически чистых технологий при обработке отработанных растворов и концентратов (элюатов) являются: регенерация, утилизация и обезвреживание.

Регенерация восстанавливает работоспособность раствора благодаря выделению мешающих примесей. При непрерывной регенерации, когда рабочий раствор циркулирует в системе "основная ванна - регенерирующая установка" срок службы раствора увеличивается и значительно сокращается количество химикатов, идущих на корректировку и приготовление свежего рабочего раствора с одновременным обеспечением высокого качества гальванопокрытий.

Целью утилизации является:

- использование отработанного раствора на том же производстве для других технологических нужд, например, отработанный электролит хромирования может быть использован для приготовления раствора для пассивации; отработанный раствор травления стали может быть использован для обработки отработанных эмульсий смазочно-охлаждающих жидкостей или для обезвреживания отработанных хромсодержащих жидкостей, оставить на очистных сооружениях;

– переработка отработанного раствора с целью получения "товарных" продуктов, которые могут быть использованы как на данном предприятии, так и на других. Примером тому является переработка травильных растворов с целью получения окислов железа, которые могут служить сырьём для получения пигментов, ферритов, строительных материалов;

– выделение из отработанного раствора ценных компонентов (металлы, кислоты и другие вещества) и использование их в данном производстве или на других.

Методы обезвреживания отработанных растворов сводятся к их нейтрализации перед сбросом. Это может быть осуществлено путем обработки растворов после их смешения (например, кислых и щелочных растворов) и последующей нейтрализации, либо путем нейтрализации индивидуально каждого раствора или определенной группы растворов. В первом случае образующиеся после нейтрализации гидроокиси металлов и нерастворимые соли обычно не могут быть утилизированы. Во втором случае, когда образуются более однородные по химическому составу осадки гидроокисей и солей металлов последние могут быть использованы в качестве "товарных" продуктов, например, микроудобрений в сельском хозяйстве.

Регенерация электролитов обезжиривания. Выход обезжиривающих растворов из строя обксловлен накоплением в них масло- и нефтепродуктов преимущественно в эмульгированном состоянии, продуктов омыления жиров, а также механических примесей.

Механические загрязнения и неэмульгированные масла эффективно удаляются электрофлотацией. Сильно загрязненные расворы на основе $NaOH$ – 20 г/л, $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ – 70 г/л, ОП-7 – 2 г/л, содержащие 3 г/л механических примесей и до 350 г/л минеральных масел, очищаются в электрофлотационных установках под действием постоянного тока с анодами из стали марки Х18Н9Т и сетчатыми катодами при Дк = 125–200 А/м^2 (для удаления масел) и 200–250 А/м^2 (для удаления механических примесей).

Достаточно тонкая очистка осуществляется методом ультрафильтрации с использованием трубчатых элементов на фторопластовой основе. Однако, по мере отвода фильтрата с низкомолекулярными компонентами и увеличения концентрации масел, которые коалесцируют в этих условиях, повышается концентрационная поляризация

на внутренней поверхности ультрафильтров. Поэтому данный процесс следует вести с непрерывным отводом масел.

Кроме того, перед процессом ультрафильтрации необходимо обязательное удаление механических примесей, для чего используется предварительная фильтрация на фильтрах с песчаной или полистирольной загрузкой. Для регенерации растворов от моечных машин, а также для разделения эмульсий можно использовать ультрафильтрационные установки, изготавливаемые промышленностью, типа МРТ, после которых масла и нефтепродукты подвергаются утилизации, а очищенный раствор с концентрацией масел, измеряемой в десятках мг/л, возвращается в производство. Однако, надо помнить, что "бесконечному" возврату очищенных растворов может препятствовать развивающиеся в растворе бактериальные загрязнения. Поэтому часть растворов приходится обновлять, либо предпринимать дополнительные меры по обеззараживанию этих растворов.

Хороший эффект по регенерации обезжиривающих растворов достигается на установке, разработанной НПО "Технология", сочетающей в себе электрофлотацию и ультрафильтрацию.

Регенерация растворов травления стали. При охлаждении сернокислотного травильного раствора, имеющего температуру 60–80°С до 10–15°С растворимость соли железа уменьшается в 2 раза и происходит кристаллизация. Этот процесс можно значительно интенсифицировать, сочетая охлаждение травильного раствора с одновременным испарением при пониженном давлении, для чего используется циклонный кристаллизатор Рутнера.

Более простым, однако, менее экономичным методом является "выкисление", где используется явление уменьшения растворимости $FeSO_4$ с увеличением концентрации H_2SO_4. Выделенные кристаллы отделяют центробежным способом, а жидкость вновь используют при травлении.

Для регенерации солянокислых растворов травления, в которых продукты реакции $FeCl_2$ обладают большой растворимостью, применяют следующие способы:

метод распыления в реакторе большой емкости (способ Рутнера)

метод распыления в высокотурбулетном реакторе (способ Отто);

метод кипящего слоя (способ Лурги-Керам-Хемма).

Методы основаны на следующем принципе. Отработанный травильный раствор распыляется в реакторе и испаряется под действием горячих газов. Хлористое железо термически разлагается на окись железа и хлористый водород по реакции

$$4FeCl_2 + 4H_2O + O_2 = 2Fe_2O_3 + 8HCl . \qquad (59)$$

Образующаяся окись железа осаждается в самом реакторе или в пылеотделителе и извлекается как побочный продукт. Газовая смесь, состоящая из хлористого водорода, паров воды и газообразных продуктов горения проходит через конденсационную колонку, где охлаждается с образованием раствора соляной кислоты, которая снова поступает в ванну травления.

По другому способу регенерацию HCl проводят при более низких температурах до 160°С. Такой метод предусматривает окисление $FeCl_2$ до $FeCl_3$ с последующим гидролизным расщеплением его на HCl и Fe_2O_3. Получаемая регенерированная кислота содержит около 20 % HCl.

Регенерацию сернокислых растворов проводят также методом электролиза в двух- или многокамерной электролитической ванне с применением анионитовых мембран при электродной плотности тока 500–600 А/м^2 и объемной плотности 9–10 А/л. При электролизе в течение 8–10 ч. происходит процесс удаления из них свободной серной кислоты, при этом на катодах выделяется водород. Затем на катодах начинается выделение металлического железа и концентрирование серной кислоты в анодных камерах. После 20ч. электрохимической обработки концентрация H_2SO_4 в отработанном травильном растворе уменьшается с 60 до 1,5 г/л, а концентрация Fe^{2+} – до 8,5 г/л. За это же время концентрация серной кислоты в анодных камерах возрастает с 30 до 420 г/л. Из 1 м^3 отработанного травильного раствора выделяется 25–40 кг металлического железа (при предварительной нейтрализации раствора 45–60 кг стальных стружек) и 100–120 кг серной кислоты, что составляет 80–85 % всей кислоты, потребляемой в процессе травления стальных изделий.

Регенерация медьсодержащих растворов. Очистка медьсодержащих травильных растворов методом кристаллизации осуществляется по замкнутой схеме следующим образом.

Отработанный травильный раствор поступает в ванны - кристаллизаторы, куда добавляется расчетное количество серной кислоты. В ванне происходит кристаллизация медного купороса, после чего он извлекается, а маточник поступает в травильное отделение. После разбавления маточника водой до расчетной концентрации кислоты раствор вновь используют для травления.

При цементации меди отработанный травильный раствор проходит через цементатор, заполненный железной стружкой, скрапом. Вода из цементатора направляется в нейтрализатор. Метод требует довольно громоздких сооружений и позволяет утилизировать только медь, выделившуюся на железной стружке или пластинах.

Сернокислотные растворы регенерируются электрохимическим восстановлением меди из них при катодной плотности тока 150--200 $А/м^2$. Анодами служат свинцовые пластины, катодами - медные, расстояние между ними - 5-10 см. Наиболее эффективно осаждение меди протекает при температуре 40-60°С.

Регенерация раствора начинается при концентрации меди 40-60 г/л и заканчивается при концентрации 7-10 г/л. Процесс регенерации экономически эффективен. При выделении в процессе регенерации 1 т меди получается 1,6 т серной кислоты.

Возможна и другая схема регенерации, когда вместо специального электролизера используется ванна для травления. В этом случае в торцовой части травильной ванны с помощью деревянной решетки определяется регенерационная зона, которая оборудуется двумя медными шинами, катодами из медных листов и анодами из листового свинца. Электролиз ведется при тех же параметрах. Метод позволяет сократить расход серной кислоты в 2,5-3 раза и уменьшить слив отработанных кислых растворов в 5-6 раз.

Регенерация отработанных азотнокислых травильных растворов также может быть осуществлена методом электролиза, однако, в этом случае процесс более сложный, так как происходит восстановление азотной кислоты до азотистой, которая является катализатором процесса химического травления меди. Поэтому, чтобы избежать растворения осажденной на катоде меди, рекомен-

дуется непрерывно или периодически вводить добавки веществ, связывающих азотистую кислоту, например, мочевину.

Поскольку ионы NO_2, являются сильными окислителями, необходимо использовать стойкие к окислению аноды такие, как платина, ниобий, тантал и др. Выход по току металла в этом процессе 10-15 %.

Другим методом регенерации отработанных азотнокислых травильных расворов является метод электродиализа.

Регенерация раствора может проводиться как в специальном электродиализаторе, так и непосредственно в ванне травления. Электродиализатор представляет собой ванну, разделенную катионитовой мембраной МК-40 на две камеры - анодную и катодную. Анодная камера заполнена раствором серной кислоты, а катодная - - регенерируемым азотнокислым раствором. Катодом служит медная пластина, а анодом - свинцовая. Оптимальная величина катодной плотности тока составляет 200 $А/м^2$, межэлектродное расстояние равно 20 мм, причем расстояние между катодом и мембраной - до 15 мм.

С увеличением межэлектродного расстояния выход меди по току снижается, а удельный расход электроэнергии возрастает. В течение 120 мин. происходит снижение концентрации ионов меди с 25 до 12 г/л. Удельный расход электроэнергии при регенерации азотно-кислых травильных растворов составляет 2340 кВт на 1 т катодной меди.

Для очистки отработанных медьсодержащих растворов могут быть также использованы электролизные установки УКИМ-100 и УКИМ-200 (см.раздел "Обезвреживание никельсодержащих отработанных растворов").

В производстве печатных плат образуются медьаммиакатные комплексы, обезвреживание которых вызывает определенные трудности.

Для обезвреживания и утилизации меди из медноаммиачного раствора можно использовать технологическую схему, предложенную в а.с. 1439088. Растворы обрабатываются щелочным раствором, содержащим соду и тринатрийфосфат при pH 6,8-7; с последующей обработкой растворов методом цементации.

Для выделения медьаммиачных комплексов можно использовать сорбцию комплексных ионов катионитом КБ-4П-2 в Na-форме. Регенерацию катионита следует проводить серной кислотой. Электролиз регенерата позволяет вернуть медь в производство.

Регенерация электролитов хромирования. В процессах хромирования электролиты загрязняются примесями ионов металлов, а также ионами Cr^{3+} из-за нарушения соотношения анодной и катодной поверхностей. В случае использования электролитов с добавками фторидов или кремнийфторидных комплексов, вводимых для улучшения кроющей способности и получения покрытий сетчатой структуры, растворимость и накопление ионов посторонних металлов возрастают. Повышение содержания примесных металлов существенно снижает удельную проводимость раствора электролита, приводит к уменьшению выхода по току и рассеивающей способности при электролизе. Загрязнение электролита ионами меди, железа, никеля, цинка и других препятствует образованию равномерной сетки микротрещин и снижает антикоррозийные свойства хромовых покрытий.

Удаление примесных металлов проводят с помощью сильнокислотных катионообменных смол в Н-форме для связывания металлов и выделения в раствор эквивалентного количества ионов водорода. Однако, этот метод применим только для регенерации разбавленных электролитов с концентрацией хромовой кислоты до 100 г/л. При более высоком ее содержании происходит деструкция смол с одновременным восстановлением ионов хрома до трехвалентного состояния.

Вместе с тем, разбавлять электролит для целей регенерации неэкономично. Экономические показатели процесса определяются снижением затрат на обезвреживание сточных вод и отработанного электролита, на химматериалы благодаря достигаемой реуперации хромовой кислоты и исключения затрат на приготовление нового электролита, достигаемого экономией промывной воды. При этом одновременно обеспечивается повышение качества хромирования.

В качестве катионита может быть применена сульфостирольная смола КУ-2-8 в Н-форме. Десорбция производится 10 %-ным раствором серной кислоты, при этом происходят следующие реакции:

$$n[R\text{-}SO_3H] + Me^{n+} \underset{\text{десорбция}}{\overset{\text{сорбция}}{\rightleftharpoons}} [R\text{-}SO_3^-]_n Me + n\,H^+ \qquad (60)$$

Более сложная установка для регенерации кислоты из сточных вод предложена фирмой "Органо" (Япония), в которой промывные хромсодержащие растворы пропускают поочередно черех колонку для удаления катионов, затем через анионообменную колонну для адсорбции хромовой кислоты и, наконец, через катионообменную колонну для удаления натрия.

В первой катионитовой колонне из сточных вод удаляются катионы Cr^{3+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+} и др. Десорбция катионитовых смол производится серной кислотой. В анионообменной колонке адсорбируются анионы хромовой кислоты. Десорбция анионита осуществляется раствором едкого натра. Образующийся элюат в виде хромата натрия направляется на катионообменную колонку для удаления ионов натрия, а регенерированная хромовая кислота повторно используется в процессах хромирования.

Институт химии при Воронежском государственном университете для очистки низко и высококонцентрированных хромсодержащих сточных вод и отработанных растворов рекомендует отечественные иониты КУ-23, АВ-17-8, АВ-29, АВ-17-16. При этом подбираются условия, чтобы в слое смолы проходило хроматографическое разделение ионов, фаза анионообменника максимально насыщалась хромат-ионами, а в раствор вытеснялись другие анионы. В этом случае элюат после удаления из него ионов $Na^+(K^+)$ представляет собой раствор хромового ангидрида с содержанием примесей ниже технологических норм. Концентрация CrO_3 в таком растворе находятся в пределах 50-60 г/л и после упаривания возвращается в гальваническую ванну.

Воронежским государственным университетом предложена схема очистки концентрированных растворов с хромом на ионообменных смолах от процессов химического оксидирования и анодирования. Процесс ведется при концентрации Cr^{6+} равным 1 г/л (то есть необходимо в ряде случаев разбавление раствора) путем последовательного пропуска через Н и ОН-фильтры.

Анионирование проводится в двух последовательных фильтрах с использованием анионита АВ-17-8 или КУ-23. На первом фильтре сорбируются в основном хромат ионы, на втором ионы борной кислоты.

Катионирование ведется на двух последовательно установленных фильтрах, загруженных смолой КУ-2х8.

Продолжительность работы всей линии зависит от начальной концентрации хрома в стоках.

В установке "Цикл-хром", разработанной Черкасским НПО "Комплекс", использована система промывки с душирующим контуром, обеспечивающая качественную промывку деталей за пять ступеней и возврат концентрированных стоков в ванну хромирования. Установка предназначена для износостойкого хромирования и имеет производительность 0,45 $м^3$/ч. По технологии института "Казмеханобр" промывные воды, содержащие 10-200 мг/л Cr^{6+}, в том числе 5-30 мг/л Cr^{3+}, после очистки на песчанном и угольном фильтрах от взвешенных веществ поступают последовательно на Н-катионирование и ОН-анионирование. Деминерализованная вода используется для промывки изделий и составления электролитов. Кислый элюат после десорбции катионита, содержащий соли жесткости, ионы цветных металлов и Cr^{3+} обрабатывается известковым молоком. Из щелочного элюата после десорбции анионита хром осаждается соединениями свинца: гидроксидом, оксидом, нитратом, ацетатом с получением утилизируемого продукта - хромата свинца, используемого в качестве пигмента.

Институт химии и химической технологии АН Литовской ССР рекомендует использовать порошкообразный хромат свинца для окисления Cr^{3+} до Cr^{6+} в сернокислых растворах.

Процесс протекает при оптимальной температуре 60-70°С. Перемешивание увеличивает скорость окисления Cr^{3+} в 2-3 раза. Этот метод может быть использован для регенерации электролитов хромирования с низкой концентрацией H_2SO_4 (0,001-0,1 М) и для растворов травления платсмасс или металлов, в которых содержание серной кислоты больше 1М. При более высоком содержании H_2SO_4 целесообразно применение электрохимической технологии. В большинстве случаев анодными материалами служат свинец, сплавы его с сурьмой, серебром и оловом, титан, сталь, покрытая окисью свинца или марганца. Катоды изготавливаются из меди или

нержавеющей стали. Так как реакции окисления и восстановления протекают почти с одинаковой скоростью, то необходимо изолировать катодную зону от раствора и исключить попадание в нее ионов Cr^{6+}. Наиболее устойчивыми для этих целей являются специально изготавливаемые керамические диафрагмы. Большинство ионитовых мембран в хромсодержащих растворах теряют селективность. Наиболее стойкими в этих условиях являются ионитовые мембраны МАЛ-2 и МП-2. Процесс ведут при температуре 40-60°С, плотности анодного тока 3-4 А/дм^2, катодного тока - 17-20 А/дм^2. Католитом служит серная кислота или смеси солей сульфатов и бисульфатов.

ВНИИВодгео рекомендует метод регенерации отработанных хромсодержащих растворов путем электролиза этих растворов с применением электрохимически активных ионовых мембран. При использовании анионитовых мембран отработанные растворы хромовой кислоты помещаются в катодную камеру, а в анодную - 3-5 %-ный раствор серной кислоты. Электролиз по этой схеме регенерации позволяет вернуть в производство 40-50 % хромовой кислоты, остальное количество теряется в виде гидроксида хрома. Раствор хромой кислоты после окончания электролиза в анодной камере практически не содержит примесей Cr^{3+}, Fe^{3+}, Cu^{2+} и других, которые осаждаются в катодной камере преимущественно в виде гидрооксидов.

При использовании катионитовых мембран отработанные растворы хромовой кислоты помещаются в анодную камеру диафрагменного электролизера, а в катодную заливается 5 %-ный раствор серной кислоты или сульфата натрия, подкисленного серной кислотой. Это позволяет обеспечить практически полное удаление примесей Cr^{3+} и большей части (70-90 %) примесей железа, цинка, меди без снижения концентрации хромовой кислоты. Процесс ведут при катодной плотности тока 270-1000 А/дм^2 и объемной плотности тока 2,2-8 А-л. Расход электроэнергии на обработку 1 л электролита составляет 0,4-1,7 кВт.ч.

Процесс электролиза сопровождается повышением температуры электролитов в анодной и катодной камерах, что приводит к увеличению их электропроводимости, снижению напряжения в электролитической цепи, к снижению селективности

ионитовых мембран, повышению их механического износа и нарушению герметичности катодных камер. Поэтому температура электролитов (анолита и католита) должна поддерживаться в пределах от 40 до 50°С путем искусственного охлаждения.

Во всех случаях примеси металлов осаждаются на катоде в виде рыхлого, порошкообразного, легко отделяемого осадка, частично осыпающегося с поверхности электродов.

Отработанные растворы хроматирования весьма часто подлежат сливу из-за быстрого выхода из строя, хотя такие растворы еще содержат достаточно большое количество хромовой кислоты и других компонентов, необходимых для нанесения покрытий.

Регенерацию отработанных растворов хроматирования можно проводить путем фильтрации их через слой сильнокислотного катионита типа КУ-23 или амфотерного ионита АНКБ, где протекают следующие ионообменные реакции:

$$2R\text{-}H + Zn^{2+} \rightleftarrows R_2\text{-}Zn + 2H^+ \quad ; \qquad (61)$$

$$3R\text{-}H + Cr^{3+} \rightleftarrows R_3\text{-}Cr + 3H^+ \quad . \qquad (62)$$

При наличии в растворах одновалентных металлов они замещаются аналогичным образом, благодаря большому химическому сродству многовалентных катионов к катиониту по схеме

$$2R\text{-}Na + Zn^{2+} \rightleftarrows R_2\text{-}Zn + 2Na^+ \quad . \qquad (63)$$

Преимущественное высвобождение ионов H^+ в процессе регенерации позволяет поддерживать кислотность раствора на оптимальном уровне, составляющем 1,2 – 1,4. Лишь после 7–8 регенерационных циклов возникает необходимость корректировки кислотности раствора.

Регенерация никелевых электролитов. Основными загрязняющими примесями в электролитах никелирования являются продукты разложения блескообразователей, средств для улучшения выравнивающей способности. Загрязнение электролита происходит также за счет захвата деталями остатков полировальных эмульсий и паст при механической обработке. Полное удаление этих загрязнений всегда затруднено (даже при электрическом обезжиривании

или с помощью ультразвука) из-за наличия углубленных и экранированных участков поверхности деталей.

Наряду с органическими загрязнениями, происходит увеличение содержания в электролите ионов посторонних металлов, особенно, при обработке медных и цинковых сплавов. Так, при содержании ионов меди в электролите до 20–40 мг/л резко ухудшается коррозийная стойкость покрытий. Загрязнение электролита ионами цинка до 10 мг/л приводит к рыхлости покрытий, а при увеличении их концентрации до 1000 мг/л приводит к потемнению и почернению покрытий.

Очистка электролита от органических загрязнений наиболее эффективна с помощью активированных углей, причем должна обеспечиваться избирательность сорбции, чтобы предотвратить поглощение функциональных компонентов из электролита вместе с продуктами их разложения.

Удаление ионов посторонних металлов возможно путем селективного электролиза при низких плотностях тока (0,05–0,2 А/дм^2), причем величина рабочего тока по отношению к общей величине тока на ванне никелирования должна быть 1:100. При этом количество загрязняющих ионов в электролите не должно превышать 1–2 мг/л. Некоторые органические добавки, например, сахарин и продукты их разложения, снижают эффективность селективной обработки электролита, поэтому они должны быть предварительно устранены сорбционным методом. Для непрерывного проведения процесса электролитической очистки без прерывания процесса нанесения покрытия используется вспомогательная ванна с несколькими анодами и катодами и циркуляцией электролита из основной ванны во вспомогательную и обратно. Поверхность вспомогательных катодов составляет до 0,5 м^2 на каждые 400 л электролита никелирования. Скорость циркуляции раствора во вспомогательной ванне должна составлять 1/4 и 1/3 объема в 1 ч. Вспомогательные катоды – гофрированные и должны быть расположены на расстоянии не более 7,6 см от анодов. Скорость протока раствора относительно катодов должна быть – не менее 1,8 м/мин. Электролитическую обработку никелевого электролита проводят также непосредственно в основной ванне никелирования, погружая в нее вспомогательные гофрированные катоды. Поверхность вспомогательных катодов должна быть возможно большей для достижения максимальной эффективности выделения металлических примесей.

Режимы электролиза такие же, как и в случае непрерывной обработки.

Обработка никелевых электролитов с помощью химических методов производится подщелачиванием до pH – 5,5 путем введения в раствор избытка основного карбоната или гидроокиси никеля. При повышении p H выпадают в осадок в виде гидроксида многие металлические примеси: железо (Fe^{2+}, Fe^{3+}), алюминий (Al^{3+}), кремний (Si^{4+}) и хром (Cr^{3+}).

Небольшие количества меди и цинка лучше всего удаляются при электролитической очистке. Для ускорения осаждения гидроокисей металлов, удаления из раствора двуокиси углерода, которая образуется в процессе нейтрализации и может снижать значение pH, а также для ускорения коагуляции гидроокисей, процесс реагентной очистки ведут при нагревании. Такая химическая обработка никелевого электролита проводится на установках периодического действия с совмещенной сорбционной обработкой активированным углем, который добавляют к электролиту в количестве 2,4–9,6 г/л. Процесс ведут при температуре 60–70°С в течение нескольких часов, так как при повышенной температуре улучшается смачивание частиц угля и обеспечивается фильтрование суспензий. Перед очисткой активированным углем может быть использована обработка электролита никелирования окислительными реагентами, такими, как перекись водорода или перманганат калия для разрушения органических примесей и перевода их в молекулярные формы, которые легче адсорбируются активированным углем.

Очистку электролитов никелирования от ионов кальция проводят добавлением фторида натрия $NaHF_2$ или хлорного железа $FeCl_3$. В первом случае выпадает в осадок фторид кальция CaF_2, во втором – фосфат железа $FePO_4$.

Для очистки от примесных ионов металлов в электролите никелирования возможно применение ионообменных смол с избирательными сорбционными свойствами. Для сорбции железа (после перевода его в трехвалентное состояние) – катионит КБ-2Вх10, для сорбции меди – катионит АВ-16Г, для сорбции цинка – анионит АВ-27 (АВ-17). Регенерацию смолы проводят 2Н растворами серной кислоты. Сорбция хорошо протекает в хлоридных растворах никеля, но затрудняется в сульфатных.

Регенерацию отработанного сульфатного электролита никелирования, содержащего продукты гидролиза, в частности, 0,005–0,1 моля/л сульфата аммония, проводят добавлением солей свинца, например, амидосульфата или хлорида.

По данным института Гипросантехпром, никельсодержащие растворы можно обезвреживать, применяя в качестве реагента магнетит с содержанием Fe^{2+} и Fe^{3+} соответственно 1:2. При этом в осадок выделяются $Ni(OH)_2$ Fe_3O_4. При pH=7–8 эффективность очистки достигает 98 % , гидравлическая крупность – 0,35 мм/с, объем получающегося осадка 12 %.

Для утилизации никеля из растворов можно использовать установки УКИМ-100 и УКИМ-200, разработанные НИЦ "Потенциал". Установки работают в периодическом режиме. Основу установки составляет электролизер с корпусом, футерованным полимерным материалом. Аноды изготовлены из графитированного угля. Катоды изготавливаются из титана меди, стали в зависимости от вида обрабатываемого раствора.

Установки позволяют обезвреживать растворы химического никелирования и меднения, где очистка реагентным методом неэффективна.

Для доочистки сточных вод установки снабжены касетами-цементаторами с загрузкой железной стружкой.

Регенерация электролитов цинкования. В щелочных цианистых электролитах образуется карбонат натрия. Его накопление в электролите объясняется как контактом его с угольной кислотой в воздушной среде, так и за счет окислительных процессов на аноде. Так, при затратах электроэнергии до 200 А·ч/л содержание a_2CO_3 в электролите возрастает с 15 до 60 г/л, что является верхним допустимым пределом. Увеличение его содержания в электролите приводит к уменьшению выхода по току и необходимости снижения рабочих плотностей тока, что снижает производительность процесса.

Для регенерации электролитов цинкования от примесей металлов (железо, медь, свинец и других), источниками которых могут быть используемые технические химические продукты или медные детали ванн (штанги и другие) применимы обычные методы селективной электролитической обработки электролитов при плотности тока 0,2–0,3 А/дм^2. Применимы также различные способы химической обработки, например, железо можно удалять путем окисления Fe^{2+}, Fe^{3+} вводом в нагретый до 70–80°С электролит перекиси водорода (0,5мл/л)

и осаждения железа (Fe^{3+}) в виде гидроокиси действием щелочных реагентов $NaOH$ или Na_2CO_3. Для очистки кислых электролитов цинкованяи от органических примесей рекомендуется профильтровать электролит через активированный уголь. Для очистки электролита от загрязнений желатином, клеем и другими органическими веществами добавляют раствор таннина из расчета 0,I г/л, а образующийся осадок отфильтровывают.

Очистка от примесей ионов меди, кадмия и других металлов эффективна с помощью цинковой пыли или гранул, размером от I до 5 мм. Электролит подается под давлением в аппарат для создания псевдоожиженного слоя части цинка. Благодаря высокой скорости подачи раствора и турбулизации движения обеспечивается непрерывное контактирование между гранулами и быстрое отслаивание и удаление меднокадмиевого слоя с поверхности гранул, а очищенная повер ность снова активно вступает в реакцию с соединениями примесных металлов. Скорость пропускания электролита через слой из цинковых гранул 0,03–0,5 м/с; температура 40–50°С.

Регенерация электролитов анодного оксидирования алюминия. Сернокислые электролиты анодирования выходят из строя, когда количество растворенного алюминия достигает 25 г/л и более. Регенерация таких электролитов производится кристаллизацией сульфата алюминия из горячего насыщенного раствора путем подкисления серной кислотой. В процессе охлаждения со скоростью I0°С/ч образуются крупные гексагональные пластинчатые кристаллы.

Таким образом, получают сульфат алюминия высокой частоты и серную кислоту, которая вновь используется в процессах анодирования.

Удаление растворенного алюминия из электролитов анодирования осуществляют также путем осаждения его в виде алюмо-аммониевых квасцов. Для этого электролит периодически выводится из ванны анодирования и обрабатывается раствором ($(NH_4)_2SO_4$ с концентрацией 30 г/л или NH_4OH с концентрацией I5 г/л. При температуре 0°С проводят осаждение образовавшихся алюмо-аммониевых квасцов $AlNH_4(SO_4)_2$, которые имеют очень малую растворимость при низкой температуре. Осадок отделяют, а электролит с остаточным содержанием алюминия 2–4 г/л возвращают в ванну анодирования.

Регенерация электролитов железнения. Нарушение работы электролитов для осаждения железа и его сплавов, нашедших широкое распространение в ремонтном производстве для восстановления изношенных деталей машин, связано с истощением раствора, а также с быстрой окисляемостью ионов Fe^{2+} до Fe^{3+}. Ионы трехвалентного железа, гидролизуясь, включаются в состав покрытий в виде гидроксидов, ухудшая качество осадков.

Технология электрохимической регенерации окисленных электролитов производится с помощью электродного блока, вставляемого в рабочую ванну. Конструктивно он может выполняться и в выносном варианте.

Электродный блок помещают в рабочую ванну, регулируют его по высоте относительно уровня электролита в ванне с тем, с чтобы обеспечить каскадный переток электролита в анодную камеру. Далее электролит протекает через объемно-пористый катод и поступает в катодную камеру. Повышение уровня электролита в рабочей ванне обусловливает его непрерывный переток в электродный блок и рециркуляцию электролита в нем. В процессе фильтрации через объемнопористый электрод протекают электрохимические реакции восстановления ионов трехвалентного железа в объеме электролита до двухвалентного состояния. Регенерированный таким образом электролит возвращается в рабочий объем ванны.

Катодная плотность тока на объемно-пористом электроде – 700–1000 А/м^2. Мембраны изготавливают из инертных материалов – тканей "Хрорин" или "Бельтинг", могут быть применены ионитовые мембраны на лавсановой или фторопластовой основе. В качестве проточных электродов используют углеграфитовое волокно марки ВИНН-250 толщиной 6–10 мм.

Другим техническим решением для восполнения ионов Fe^{2+} в электролите является анодное растворение низколегированной стружки во встраиваемом проточном электролизере с перфорированным катодом и объемно-насыпной угольной загрузкой, совершающей колебательные движения в переменном магнитном поле для уплотнения стружечной загрузки.

Работами институтов ВОДГЕО и "Гипроцветметобработка (Москва)" предложен метод электродиализной переработки щелочных элюатов, образующихся при регенерации анионообменных фильтров, используемых для обессоливания производственных сточных вод, содержащих

серную кислоту и её соли. Установлено, что переработку таких элюатов на едкую щелочь и серную кислоту наиболее целесообразно проводить в трехкамерном электролизере с анионитовой и катионитовой мембранами. Перерабатываемый раствор помещают в среднюю (межэлектродную) камеру электролизера, отделенную от катодной и анодной камер соответственно катионитовой и анионитовой мембранами. В катодную камеру заливают слабый раствор едкой щелочи (1-2%), в анодную - слабый раствор серной кислоты (1-2%).

В процессе электролиза происходит обессоливание раствора в средней (межэлектродной) камере, переход ионов натрия в катодную камеру и переход сульфат-ионов в анодную камеру. В катодной камере происходит образование и кондиционирование серной кислоты.

На катоде (углеродистая или легированная сталь) выделяется газообразный водород, на аноде (свинец, свинцово-сурмянный сплав, диоксид свинца) - выделяется газообразный кислород.

Обессоливание щелочных или нейтральных растворов сульфата натрия целесообразно проводить до остаточной концентрации 1-2 г/л.

Полученные растворы могут быть использованы для регенерации соответственно анионо- и катионообменных фильтров ионообменных установок или для приготовления исходных растворов помещаемых в катодную и анодную камеры в следующем цикле переработки элюата.

Сотрудниками Воронежского государственного университета испытана электродиализная опытнопромышленная установка для регенерации кислоты и щелочи из элюатов, полученных при регенерации анионитового фильтра, загруженного смолой ЭДЭ-10П. Концентрация полученных при этом соляной кислоты и единого натра составили 18 и 20 г/дм^3 (0,5 моля/дм^3). Растворы использовались для регенерации ионообменных фильтров обессоливающей установки.

Очистка фторосодержащих отработанных растворов. Для обезвреживания отработанных растворов, содержащих фтор (плавиковую кислоту), их следует нейтрализовать известью-пушонкой или 20 %-ным известковым молоком. Процесс нейтрализации отработанных растворов идет с наибольшим эффектом при pH = 11÷11,3. Отстоенные сточные воды следует направлять на дальнейшее обезвреживание совместно с промывными фторсодержащими стоками. Объем осадка зависит от концентрации фтора и может составлять до 12 % их объема.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ.

При различных методах очистки сточных вод могут образовываться нерастворимые примеси, которые выпадают в осадок.

При реагентной обработке гидроокисью кальция объем осадка в процентах объема сточных вод определяется согласно СНиП 2.04-03-85 по формуле

$$W = \frac{IOM}{IOO-P}, \qquad (64)$$

где P - влажность осадка.

Количество сухого вещества M, кг/м^3, образующегося при нейтрализации I м^3 сточных вод, содержащих свободную серную кислоту и соли тяжелых металлов, определяется по формуле:

$$M = \frac{IOO-A}{A}(A_I+A_2) + A_3 + (E_I+E_2-2), \qquad (65)$$

где A - содержание активной CaO в используемой извести, %;

A_I, A_2 - количество активной извести, кг/м^3, необходимой соответственно для связывания металлов и нейтрализации свободной серной кислоты;

A_3 - количество образующихся гидроксидов металлов, кг/м^3;

E_I и E_2 - количество сульфата кальция, соответственно образующегося при осаждении металлов и нейтрализации свободной серной кислоты, кг-м^3.

2 - растворимость сульфата кальция в воде, кг/м^3.

Объем осадка, образующегося при электрохимических методах очистки стоков колеблется в пределах от 3 до 8 % количества обрабатываемых стоков и определяется опытным путем.

Объем осадка при биохимических методах очистки, разработанных Уфимским нефтяным институтом, на практике составляет менее 3 % объема обрабатываемых сточных вод. От метода, при котором получается осадок, зависит его дисперсность и способность отдавать воду. Поэтому при различных методах рекомендуются различные способы обезвоживания осадка с целью уменьшения его объема.

По данным Союзэлектронпроекта, объем осадка влажностью 98 % при этом может быть определен по формуле:

$$Q = 3{,}2q + a,$$

где q - масса введенных реагентов, кг;

a - масса нерастворимой части реагентов и тяжелых металлов, кг.

Для обработки осадка после реагентных методов очистки необходимо предусматривать его уплотнение в шлаконакопителях, рассчитанных на 7-10-суточное пребывание шлама и последующее его обезвоживание путем фильтрования на вакуум-фильтрах, фильтропрессах или центрифугированием. Фильтрат необходимо направлять в отстойник. Расчет оборудования для механического обезвоживания осадка производится по главе СНиП 2.04.03-85.

Для осадков, образующихся при электрохимических методах очистки (электрокоагуляции), также предусматривается механическое обезвоживание. Для осадков после гальванокоагуляции или для осадков, очищаемых по методу, предложенному Уфимским нефтяным институтом рекомендуются уплотнение и последующая термическая или естественная сушка. Термическая сушка рекомендуется при суточном количестве осадка I т и более.

При очистке стоков по различным потокам большинство осадков может быть утилизировано в зависимости от состава либо на металлургических предприятиях, либо использоваться в качестве добавок в производстве строительных материалов при получении керамических или лакокрасочных изделий.

Утилизация осадка в зависимости от перечисленных методов может производиться как на производстве, где его получают, так и в рамках региональных программ. Хранение утилизируемых обезвоженных осадков следует предусматривать в закрытых складах, из расчета 3-4-месячного производства.

Для неутилизируемых в настоящее время осадков должны предусматриваться сооружения долгосрочного складирования, обеспечивающие предотвращение загрязнения окружающей среды.

Полигоны по захоронению токсичных промышленных отходов следует проектировать согласно СНиП 2.01.28-85.

7. АРМАТУРА И ТРУБОПРОВОДЫ

Арматуру, и устанавливаемую в отделениях гальванопокрытий и сооружениях по очистке сточных вод и материал трубопроводов следует подбирать, исходя из коррозионной стойкости применяемых материалов, температуры и давления.

При подборе арматуры можно использовать "Пособие по выбору запорной трубопроводной арматуры для внутренних санитарно-технических систем" БЗ-75, выпущенное ПИ Сантехпроект п

1988 г., где приведены наиболее часто применяемые типы и марки арматуры, а также материалы защитных покрытий труб и арматуры в зависимости от транспортируемой среды.

Материал прокладочных соединений для арматуры и фланцевых соединений дан в приложении 6.

Трубопроводы для подачи воды и отвода загрязненных стоков выполняются из труб из углеродистой или коррозионно-стойкой стали, полиэтилена, поливинилхлорида. Широкое распространение получают стеклянные трубопроводы, обладающие хорошей химической стойкостью. В некоторых случаях применяют стальные трубы футерованные пластмассой.

8. ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНЫМ РЕШЕНИЯМ

Планировку сооружений и размещение очистного оборудования следует производить с таким расчетом, чтобы в процессе эксплуатации были обеспечены: свободное обслуживание оборудования, возможность доставки реагента, удаления осадка, проведения ремонта, взятия контрольных проб.

Объемно-планировочные и конструктивные решения для помещений, зданий и сооружений очистки стоков гальванического производства следует принимать согласно СНиП 2.04.02-84; СНиП 2.04.03-85; СНиП 2.09.02-85; СНиП 2.09.05.85; СНиП 2.09.04.87 .

В составе очистных сооружений следует предусматривать помещения реагентного хозяйства, лабораторий, помещений КИП, автоматики, венткамер, складского хозяйства, бытовых помещений, трансформаторных подстанций.

Размещение очистных сооружений следует предусматривать, как правило, в одном блоке с цехом гальванических покрытий.

При расположении очистных сооружений в отдельно стоящем здании или сблокированным со зданиями другого назначения размещение должно быть экономически обосновано.

Химическую защиту полов, стен, перегородок следует проектировать в соответствии со СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".

Установки по обезвреживанию сточных вод должны быть оборудованы освещением по нормам для производственных помещений; места постоянного пребывания обслуживающего персонала должны быть радиофицированы, обеспечены часами и оборудованы постоянной телефонной и селекторной связью.

Для эксплуатации технологического оборудования и арматуры в помещениях должно быть предусмотрено подъемно-транспортное оборудование: при массе груза до 0,5 т – ручные тали, при массе груза до 5 т – электрические тали или ручные кранбалки, при массе свыше 5 т – краны мостовые или кранбалки электрофицированные.

Санитарные характеристики производственных процессов на сооружениях по очистке сточных вод принимаются согласно табл. 65 СНиП 2.04.03-85. Размещение емкостного оборудования и сооружений для приема стоков, для хранения концентрированных реагентов и для приготовления растворов должно предусматриваться с учетом возможности наблюдения за состоянием наружной поверхности и контроля герметичности днищ.

В местах установки оборудования для приема и перекачки агрессивных жидкостей (стоков и растворов реагентов) следует предусматривать химзащиту полов, фундаментов под оборудование и других строительных конструкций. Химзащиту следует проектировать по зонам, характеризующимся типами агрессивных проливов. Зоны и проходы, в которых допускается не устраивать химзащиту должны разгораживаться друг от друга бортиками высотой не менее 100 мм. В каждой зоне следует предусматривать лотки и приямки для сбора и откачки случайных проливов.

Для емкостного оборудования, предназначенного для хранения концентрированных реагентов, должны предусматриваться отдельные помещения, а само оборудование следует устанавливать в химзащищенных, как правило, железобетонных поддонах из расчета возможности разлива максимальной емкости.

Отопление и вентиляцию помещений очистки сточных вод следует проектировать согласно "Рекомендациям по проектированию отопления и вентиляции сооружений очистки сточных вод от гальванических и окрасочных цехов", разработанным СантехНИИпроектом в 1989г.

9. ШТАТЫ

При определении штатного расписания для проектируемых сооружений следует руководствоваться следующими материалами: "Нормативы численности рабочих, обслуживающих очистные сооружения и объекты водоснабжения промышленных предприятий", М., НИИ труда, "Экономика", 1988;

"Типовые штаты руководящих, инженерно-технических работников и служащих городских производственных управлений водопроводно-канализационного хозяйства Минжилкомхоза РСФСР". Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, 1977;

"Нормативы численности рабочих, занятых на работах по эксплуатации сетей, очистных сооружений и насосных станций водопровода и канализации", М.: "Экономика", 1986.

10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

При работе на очистных сооружениях необходимо строго соблюдать установленный технологический регламент работ. Отступления от регламента допускаются только с разрешения начальника цеха или главного энергетика.

На перекрытиях железобетонных емкостей и накопителей, содержащих агрессивные сточные воды, не разрешается размещать оборудование, кроме приборов для контроля и автоматизации процесса, непосредственно связанных с данными емкостями.

В помещениях, где хранятся жидкие реагенты, должна предусматриваться мокрая уборка полов помещений.

Все переходы, приямки, рабочие и обслуживающие площадки, лестницы и площадки лестниц, крышки емкостей должны быть снабжены перилами высотой 1,0 м и ограждающим бортом, высотой не менее 150 см.

В помещениях, где производятся работы с кислотами и щелочами, должны устанавливаться аварийные души или аварийные раковины.

Аппараты и емкости, имеющие перемешивающие устройства и другие движущие механизмы, перед ремонтом должны обесточиваться.

Аппараты, содержащие агрессивные жидкости, должны располагаться в специальных поддонах с бортами, с устройством защитного антикоррозийного покрытия.

Все аппараты, работающие под давлением, следует проектировать и эксплуатировать в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".

Приложение I

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ

Известь строительная, ГОСТ 9179-77 (с изм. № I)

Строительная известь получается путем обжига кальциевых и магнезиальных карбонатных пород.

В зависимости от условий твердения подразделяется на воздушную и гидравлическую.

Воздушную негашенную известь в зависимости от содержания в ней окислов кальция и магния подразделяют на кальциевую, магнезиальную и доломитовую.

Воздушную известь подразделяют на негашеную и гидратную (гашеную), получаемую гашением кальциевой, магнезиальной и доломитовой извести.

По фракционному составу известь подразделяют на комовую и порошкообразную.

Порошкообразную известь, получаемую путем размола или гашения (гидратации) комовой извести, подразделяют на известь без добавок и с добавками. Комовую известь отгружают навалом, порошкообразную - навалом или в бумажных мешках. Допускается применять четырехслойные бумажные мешки. Гарантийный срок - один месяц со дня изготовления.

Воздушная известь должна соответствовать требованиям, указанным в табл. I.

Таблица I

Наименование показателя	Норма для извести, % по массе							
	негашенной						гидратной	
	кальциевой			магнезиальной и доломитовой				
	Сорт							
	I	2	3	I	2	3	I	2
Активные $CaO+MgO$, не менее:								
без добавок	90	80	70	85	75	65	67	60

Продолжение табл. I

Наименование показателя	Норма для извести, % по массе							
	негашенной						гидратной	
	кальциевой			магнезиальной и доломитовой				
	Сорт							
	I	2	3	I	2	3	I	2
с добавками	65	55	-	60	50	-	50	40
Активная MgO, не более	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	-	-
CO_2, не более:								
без добавок	3	5	7	5	8	II	3	5
с добавками	4	6	-	6	9	-	2	4
Непогасившиеся зерна, не более	7	II	I4	I0	I5	20	-	-

Примечания: I. В скобках указано содержание MgO для доломитовой извести.

2. Характеристика гидравлической извести приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Норма для извести, % по массе	
	слабогидравлическая	сильногидравлическая
Активные $CaO + MgO$:		
не более	65	40
не менее	40	5
Активная MgO, не более		6
CO_2, не менее	6	5

Натр едкий технический ГОСТ 2263-79 *

Поставляется в специально выделенные железнодорожные цистерны, автоконтейнеры. По требованию потребителя продукт заливают в стальные сварные бочки вместимостью 100 - 200 дм^3, в полиэтиленовые бочки вместимостью 50 - 60 дм^3. Представляет собой едкое вещество. При попадании на кожу вызывает химические ожоги, а при длительном воздействии может вызывать язвы и экземы. Сильно действует на слизистые оболочки. ПДК аэрозоля едкого натра в воздухе рабочей зоны - 0,5 мг/м^3, относится к вредным веществам 2-го класса опасности. По физико-химическим показателям должен соответствовать нормам, указанным в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Норма для марки	
	Раствор химической (РХ)	
	Первый сорт, код по ОКП 2132210530	Второй сорт, код по ОКП 2132210540
Внешний вид	Бесцветная или окрашенная жидкость	
Массовая доля едкого натра, % не менее	45,5	43
Массовая доля углекислого натрия, %, не более	I,I	2
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	I	I,5
Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3, %, не более	0,008	0,2
Сумма массовых долей окислов железа, алюминия и марганца, %, не более	0,05	-
Массовая доля кремниевой кислоты в пересчете на O_2, %, не более	0,5	-

Сода кальцинированная техническая из нефелинового сырья Na_2CO_3, ГОСТ I0689 - 75

Техническую кальцинированную соду транспортируют в четырехслойных или шестислойных бумажных битумированных мешках. Масса не должна быть более 50 кг.

Кальцинированную соду хранят в закрытых складских помещениях, предохраняя продукт от попадания влаги. Гарантийный срок хранения кальцинированной соды 3 месяца со дня изготовления продукта. ПДК пыли 2 мг/м^3.

По физико-химическим показателям техническая кальцинированная сода должна соответствовать нормам, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Наименование показателя	Норма		
	первого сорта	второго сорта	третьего сорта
	Код по ОКП		
	2I3II20I30	2I3II20I40	2I3II20I50
I	2	3	4
Внешний вид	Мелкокристаллический порошок белого или светло-серого цвета		
Массовая доля углекислого натрия Na_2CO_3, %, не менее	96,5	9I,5	87,0
Массовая доля углекислого калия K_2CO_3, %, не более	2	5	6,5
Массовая доля соединений серы в пересчете на K_2SO_4, %, не более	I,5	4,4	6,5
Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3, %, не более	0,005	0,008	0,02

Продолжение таблицы 4

Наименование показателя	Норма		
	первого сорта	второго сорта	третьего сорта
	Код по ОКП		
	2I3II20I30	2I3II20I40	2I3II20I50
I	2	3	4
Содержание нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,I	0,I	0,2
Насыпная плотность, кг/л, не менее	I	I	I
Массовая доля влаги, %, не более	0,5	I	I

Кислота серная техническая H_2SO_4,
ГОСТ 2I84 - 77

Техническую серную кислоту I-го и 2-го сорта, башенную и регенерированную кислоты транспортируют в железнодорожных стальных сернокислотных цистернах из стали марки ст. 3, в стальных контейнерах или стальных бочках.

Серную кислоту транспортируют железнодорожным и автомобильным транспортом в соответствии с правилами перевозок опасных грузов. Серную кислоту, упакованную в бочки и контейнеры транспотируют автомобильным транспортом.

Серная кислота пожаро- и взрывобезопасна, пары токсичны. ПДК паров серной кислоты в воздухе рабочей зоны I мг/м^3 при попадании на кожу человека вызывают сильные долго не заживающие ожоги.

При смешении кислоты с водой необходимо кислоту вливать в воду, а не наоборот, так как при подаче воды в кислоту возможен выброс кислоты из аппарата.

Разлитая кислота должна быть немедленно смыта обильным количеством воды и после этого нейтрализована известью.

Перед ремонтом аппаратура и трубопроводы должны быть освобождены от кислоты.

Физико-химические показатели кислоты серной технической приведены в табл. 5.*

Таблица 5

Наименование показателя	Норма			
	Контактная техническая		Башенная	Регенерированная
	Первый сорт	Второй сорт		
	Код по ОКП			
	2121110330	2121110340	2121120100	2121290700
Внешний вид	Не нормируется			
Массовая доля моногидрата H_2SO_4, %	Не менее 92,5	Не менее 92,5	Не менее 75	Не менее 91
Массовая доля железа Fe, %, не более	0,02	0,1	0,05	0,2
Массовая доля окислов азота N_2O_3, %, не более	–	–	0,05	0,01
Массовая доля свинца Pb, %, не более	Не нормируется			

Кислота соляная синтетическая техническая
ГОСТ 857 – 78* и СТ

Поставляют в специальных стальных гуммированных железнодорожных цистернах, гуммированных контейнерах, а также в полиэтиленовых бочках и стеклянных бутылях вместимостью 10 – 20 $дм^3$.

Соляная кислота не горюча, не взрывоопасна, на воздухе дымит, туман соляной кислоты сильно раздражает нервные дыхательные пути и слизистые оболочки глаз. Длительное воздействие может вызвать катар дыхательных путей. При воздействии на кожу вызывает ожоги и изъязвления.

По физико-химическим показателям соляная кислота должна соответствовать нормам, указанным в табл. 6.

Таблица 6

Наименование показателя	Норма для марки и сорта		
	А, высшей категории качества, код по ОКП 212210020004	Б, код по ОКП 212210020001	
		высшей категории качества	первой категории качества
		высшего сорта, код по ОКП 212210220006	первого сорта код по ОКП 212210230006
Внешний вид	Прозрачная бесцветная или желтая жидкость		Прозрачная желтая жидкость
Плотность, $г/см^3$, не менее	1,174	1,165	1,156
Массовая доля железа, %, не более	0,003	0,002	0,015
Массовая доля хлористого водорода, %, не менее	35	33	31,5
Массовая доля сульфатов в пересчете на SO_4, %, не более	0,002	0,002	0,03
Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,005	0,005	0,1

Продолжение таблицы 6

Наименование показателя	Норма для марки и сорта		
	А, высшей категории качества, код по ОКП 2122110I0004	Б, код по ОКП 2122110200I	
		высшей категории качества	первой категории качества
		первого сорта, код по ОКП 2122110220008	первого сорта, код по ОКП 2122110230006
Массовая доля свободного хлора, %, не более	0,002	0,002	0,008
Массовая доля мышьяка, %, не более	0,000I	0,000I	0,0002
Массовая доля соединений ртути в пересчете на металлическую ртуть, %, не более	0,0004	0,0003	0,0005

Гипохлорит натрия NaOCl, ГОСТ II086 - 76 [к]

Гипохлорит натрия поставляется в специальных гуммированных железнодорожных цистернах с верхним сливом, стальных гуммированных, полиэтиленовых или из стеклопластика контейнерах, принадлежащих потребителю.

По требованию потребителей допускается поставка гипохлорита натрия в полиэтиленовых бочках вместимостью 50 - 200 $дм^3$, принадлежащих потребителю.

Цистерны, контейнеры и бочки должны быть заполнены на 90% объема.

Гипохлорит натрия хранят в специальных гуммированных или покрытых коррозионностойкими материалами емкостях в местах, защищенных от солнечного света.

Полиэтиленовые бочки с продуктом хранят в закрытых складских неотапливаемых помещениях.

Гипохлорит натрия является окислителем, вызывающим раздражение кожных покровов и слизистой оболочки. Гипохлорит натрия при попадании на кожу может вызвать ожоги, а при попадании в глаза - слепоту. При нагревании выше 35^0 С гипохлорит натрия разлагается с образованием хлоратов или с выделением хлора и кислорода.

Гипохлорит натрия негорюч и невзрывоопасен, однако при контакте с органическими горючими веществами (опилки, ветошь и другие) в процессе высыхания может вызвать их загорание.

Производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Оборудование должно быть герметичным. Негерметичные узлы оборудования должны быть снабжены местными вентиляционными отсосами.

Гипохлорит натрия не допускается хранить вместе с органическими продуктами, горючими материалами и кислотами.

При попадании гипохлорита натрия на кожные покровы необходимо обмывать их обильной струей воды в течение 10 - 12 мин.

В случае загорания - тушить водой, песком, углекислотными огнетушителями.

По физико-химическим показателям гипохлорит натрия должен соответствовать нормам, указанным в табл. 7.

Таблица 7

Наименование показателя	Норма для марок	
	А, код по ОКП 2147130100	Б, код по ОКП 2147130200
Внешний вид	Жидкость зеленовато-желтого цвета	
Коэффициент светопропускания, %, не менее	20	20
Массовая концентрация активного хлора, г/дм^3, не менее	190	170
Массовая концентрация щелочи в пересчете на NaOH, г/дм^3	10 - 20	40 - 60

Продолжение таблицы 7

Наименование показателя	Норма для марок	
	А, код по ОКП 2I47I30I00	Б, код по ОКП 2I4730200
Массовая концентрация железа, г/дм^3, не более	0,02	0,06

Примечание. Допускается потеря активного хлора по истечении IO сут. со дня отгрузки не более 30% первоначального содержания и изменение окраски до красновато-коричневого цвета.

Известь хлорная, ГОСТ I692-85

Хлорную известь упаковывают в полиэтиленовые мешки, вложенные в мешки из хлориновой ткани; в стальные барабаны вместимостью IOO дм^3. Для длительного хранения упаковывают в стальные барабаны. Хлорную известь в мешках хранят в штабелях высотой до 2,5 м и шириной до I,2 м, в барабанах - вертикально высотой до пяти ярусов. Хранят в закрытых складских неотапливаемых, затемненных и хорошо проветриваемых помещениях.

Пыль хлорной извести и выделяющийся хлор оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, а также на кожные покровы.

ПДК хлора в воздухе рабочей зоны I мг/м^3 (2-ой класс опасности). Хлорная известь негорюча, но являясь сильным окислителем, при контакте с органическими продуктами может вызвать их загорание.

Производственные помещения должны быть снабжены: водой, ящиками с песком и углекислотными огнетушителями.

Для защиты органов дыхания и зрения персонал должен применять фильтрующий противогаз.

Известь хлорная должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 8.

Таблица 8

Наименование показателя	Норма для марки					
	А			Б		
	первый сорт	второй сорт	третий сорт	первый сорт	второй сорт	третий сорт
Внешний вид	Порошок белого цвета			Порошок белого цвета, допускаются комки		
Массовая доля активного хлора, %, не менее	28	25	20	35	32	27
Коэффициент термостабильности, не менее	I,90	0,9	Не нормируется	0,75	Не нормируется	

Код по ОКП извести марки А: 2I47I20I00
I-й сорт 2I47I20I30
2-й сорт 2I47I20I40
3-й сорт 2I47I20I50

Код по ОКП извести марки Б: 2I47I20200
I-й сорт 2I47I20230
2-й сорт 2I47I20240
3-й сорт 2I47I20250

В качестве рабочего раствора реагента рекомендуется применение 5 - I0% - ного водного раствора хлорной извести в расчете на "активный хлор".

Кальция гипохлорит нейтральный $Ca(C\ell O)_2$, ГОСТ 25263 - 82

Порошкообразный пылящий продукт с резким запахом хлора. Пыль гипохлорита кальция и выделяющийся из продукта газообразный хлор оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, а также на кожные покровы.

ПДК хлора в воздухе рабочей зоны - I мг/м^3. Гипохлорит кальция относится ко второму классу опасности.

Гипохлорит кальция упаковывают в стальные оцинкованные барабаны вместимостью 50 - I00 дм^3.

По требованию потребителя гипохлорит кальция упаковывают в стальные оцинкованные барабаны, снабженные мешками - вкладышами из полиэтиленовой пленки толщиной 0,07 - 0,I мм.

По согласованию с потребителем, расходующим гипохлорит кальция в течение I года, разрешается упаковывать его в стальные барабаны из углеродистой стали, снабженные мешками-вкладышами из полиэтиленовой пленки толщиной 0,07 - 0,I мм.

Гарантийный срок хранения гипохлорита кальция марки А высшего и первого сортов, марки Б первого сорта - 8 лет со дня изготовления, марок А и Б второго сорта - 5 лет со дня изготовления.

В зависимости от способа получения и назначения гипохлорит кальция выпускается марок А и Б:

А - применяется для отбелки, обеззараживания питьевой воды, дезинфекция;

Б - применяется для дезинфекции в сельском хозяйстве и для обеззараживания сточных вод.

По физико-химическим показателям гипохлорит кальция должен соответствовать нормам, указанным в табл. 9.

Таблица 9

Наименование показателя	Норма				
	А, код по ОКП 2I47II0500			В, код по ОКП 2I47II0700	
	Высший сорт, код по ОКП 2I47II0520	Первый сорт, код по ОКП 2I47II0530	Второй сорт, код по ОКП 2I47II0540	Первый сорт, код по ОКП 2I47II0730	Второй сорт, код по ОКП 2I47II0740
Внешний вид	Порошкообразный продукт белого цвета	Порошкообразный продукт белого или слабоокрашенного цвета			

Продолжение таблицы 9

	Норма				
	А, код по ОКП 2I47II0500			В, код по ОКП 2I47II0700	
	Высший сорт, код по ОКП 2I47II0520	Первый сорт, код по ОКП 2I47II0530	Второй сорт, код по ОКП 2I47II0540	Первый сорт, код по ОКП 2I47II0730	Второй сорт, код по ОКП 2I47II0740
Массовая доля активного хлора, %, не менее	72	64	52	30	24
Коэффициент термостабильности, не менее	0,9	0,9	0,85	0,9	0,8

Хлор жидкий Cl_2, ГОСТ 6718-86

Жидкий хлор - жидкость янтарного цвета, обладающая раздражающим и удушающим действием. Хлор относится к высокоопасным веществам.

Глубоко проникая в дыхательные пути, хлор поражает легочную ткань и вызывает отек легких. Большую опасность для пораженного хлором представляет осложнение - воспаление легких и нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы.

ПДК хлора в воздухе рабочей зоны производственных помещений - I мг/м^3 (2-й класс опасности).

Жидкий хлор заливают в специальные хлорные железнодорожные цистерны отправителя, специальные контейнеры вместимостью 800 дм^3 и баллоны малой и средней вместимости (40 до 50 дм^3), удовлетворяющие требованиям правил устройство и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденным Госгортехнадзором СССР.

На I дм^3 вместимости баллона допускается наполнение не более I,25 кг жидкого хлора, а на I дм^3 вместимости контейнера - не более I,2 кг жидкого хлора.

Гарантийный срок хранения жидкого хлора - I год со дня изготовления.

По физико-химическим показателям жидкий хлор должен соответствовать нормам, указанным в табл. IO.

Таблица IO

Наименование показателя	Норма для сорта	
	высшего	первого
	Высшая категория качества, код по ОКП 2II43IOI2004	Первая категория качества, код по ОКП 2II43IOI3002
Объемная доля хлора, %, не менее	99,8	99,6
Массовая доля воды, %, не более	0,0I	0,04
Массовая доля треххлористого азота, %, не более	0,002	0,004
Массовая доля нелетучего остатка, % не более	0,0I5	0,I

Водорода перекись H_2O_2, ГОСТ I77-77

Поставляется в стеклянных бутылях вместимостью IO - 20 л, полиэтиленовых канистрах до 70 л, в алюминиевых контейнерах из алюминия марок А-0, А-5, АД, АД-I и в специальных алюминиевых железнодорожных цистернах. По согласованию с потребителем допускается поставка в стеклянных бутылях вместимостью 30; 50 и 55 л. Хранится в складских помещениях, обеспечивающих защиту от воздействия солнечных лучей, при температуре окружающего воздуха не выше 30^0 С. Гарантийный срок хранения - шесть месяцев.

Перекись водорода способна самопроизвольно разлагаться на воду и кислород, является сильным окислителем, энергично вступающим в реакцию со многими веществами и вызывающим воспламенение горючих материалов.

Не допускается применение аппаратуры из нелегированных и низколегированных сталей, чугуна, меди и других материалов, являющихся катализаторами разложения перекиси водорода. ПДК в рабочей зоне 0,3 мг/м^3. Трубопроводы, резервуары и другое оборудование, находящиеся в длительном контакте с перекисью водорода, рекомендуется выполнять из поливинилхлорида, полиэтилена, из чистого алюминия. Физико-химические показатели перекиси водорода приведены в табл. II.

Таблица II

Наименование показателя	Норма для марки		
	А	Техническая	
		высшего сорта	первого сорта
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость		
Массовая доля перекиси водорода, %	35 - 40	35 - 40	7,5 - 40
Массовая концентрация свободных кислот в пересчете на серную кислоту, г/л, не более	0,35	-	-
Массовая концентрация свободных кислот в пересчете	-	6	I3
Массовая концентрация нелетучего остатка, г/л, не более	0,9	0,9	I,3

Кислород газообразный технический и медицинский O_2, ГОСТ 5583 - 78.

Поставляется в стальных баллонах или в автоприцепах под давлением I5 ± 0,5 МПа (I50 ± 5 кгс/см^2) или 20 ± I МПа (200 ± I0 кгс/см^2) при 20° С. Хранят в специальных складских помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим баллоны от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Кислород не точсичен, не горюч и не взрывоопасен, однако, являясь сильным окислителем резко увеличивает способность других материалов к горению. Объемная доля кислорода в рабочих помещениях не должна превышать 23%.

По физико-химическим показателям должен соответствовать нормам, указанным в табл. I2.

Таблица I2

Наименование показателя	Норма		
	Первый сорт	Второй сорт	Третий сорт
	Код по ОКП 2II4II0I30	Код по ОКП 2II4II0I40	Код по ОКП 2II4II0I50
Объемная доля кислорода, %, не менее	99,7	99,5	99,2
Массовая концентрация водяных паров при 20° С и I0I,3 кПа (760 мм рт. ст.), г/м^3, не более	-	0,07	0,07
Объемная доля водорода, %, не более (для кислорода получаемого электролизом воды)	0,3	0,5	0,7

Натрия бисульфит технический (водный раствор) $NaHSO_3$, ГОСТ 902-76

В зависимости от области применения технический бисульфит натрия изготавливают двух марок:

А – для производства синтетических лекарственных средств, синтетических душистых веществ, для предприятий анилинокрасочной промышленности;

Б – для предприятий легкой, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности, а также для очистки сточных вод.

Технические показатели бисульфита натрия приведены в табл. 13.

Таблица 13

Наименование показателя	Норма для марки	
	А	Б
	Код по ОКП 2142210100	Код по ОКП 2142210200
Внешний вид	Светло-желтый раствор. Допускается присутствие твердой фазы в виде кристаллов	Светло-желтый раствор. Допускается коричневый оттенок и присутствие твердой фазы в виде кристаллов
Массовая доля бисульфита натрия $NaHSO_3$ в пересчете на SO_2, %	24 - 25,5	Не менее 22,5
Массовая доля сульфита натрия Na_2SO_3 в пересчете на SO_2, %, не более	0,5	I

Продолжение таблицы I3

Наименование показателя	Норма для марки	
	А	Б
	Код по ОКП 2I422I0I00	Код по ОКП 2I422I0200
Массовая доля железа Fe в пересчете на Fe_2O_3, %, не более	0,005	0,0I

Для предприятий, использующих бисульфит натрия для очистки сточных вод, допускается изготовлять продукт марки Б с массовой долей основного вещества в пересчете на SO_2 не менее I8%.

Бисульфит натрия пожаро- и взрывобезопасен, токсичен.

Токсичность бисульфита натрия обуславливается возможностью выделения из раствора сернистого ангидрида SO_2.

Предельно допустимая концентрация SO_2 в воздухе рабочей зоны производственных помещений - I0 мг/м^3.

Бисульфит натрия транспортируют в специальных гуммированных цистернах и стальных бочках.

Бисульфит натрия хранят на складах в закрытых емкостях из стали ст. 3, гуммированных или футерованных кислотоупорными плитками или кирпичом или других материалов, не подверженных коррозии. При заливе бисульфита в холодный период года его подогревают до 6° С. Гарантийный срок хранения - три месяца со дня получения.

Пиросульфит натрия (метабисульфит натрия) $Na_2S_2O_5$, технический, ГОСТ II683 - 76

Поставляется в полиэтиленовых мешках, помещенных в мешки бумажные, битумированные, или в барабанах фанерных массой не более 50 кг.

Пиросульфит натрия должен храниться в закрытом складском помещении в неповрежденной упаковке. Гарантийный срок хранения пиросульфита натрия - девять месяцев со дня изготовления про-

дукта. Пиросульфит натрия пожаро- и взрывобезопасен, токсичен, трудногорючий, при взаимодействии с водой образуется сернистый ангидрид SO_2, ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений 10 мг/м^3.

По физико-химическим показателям пиросульфит натрия должен соответствовать показателям, указанным в табл. 14.

Таблица 14

Наименование показателя	Норма	
	Высшая категория качества, код по ОКП 2142610130	Первая категория качества, код по ОКП 2142620140
Внешний вид	Кристаллический порошок белого или слабо желтого цвета	
Общее содержание двуокиси серы SO_2, %, не менее	64	62,3
В пересчете на пиросульфит-натрия $Na_2S_2O_5$, %, не менее	95	92,5
Массовая доля железа Fe, %, не более	0,005	0,015
Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,05	0,1
Массовая доля мышьяка As, %, не более	0,0001	0,0001

Удельная доза пиросульфита натрия принимается в 1,8 раза меньше, чем бисульфита натрия.

Гидросульфит натрия технический $Na_2S_2O_4$, ГОСТ 246 - 76

Поставляется в мешках-вкладышах, вложенных в стальной барабан, или в стальных барабанах, внутренняя поверхность которых покрыта полиэтиленом.

Гидросульфит натрия должен храниться в закрытом складском помещении в закрытой таре.

Гарантийный срок хранения - шесть месяцев.

Гидросульфит натрия пожароопасен, при попадании воды, взрывобезопасен, токсичен. Токсичность гидросульфита натрия обуславливается возможностью выделения из него, особенно при взаимодействии с водой, сернистого ангидрида.

Токсичной является и пыль гидросульфита натрия. ПДК SO_2 в воздухе рабочей зоны производственных помещений установлена 10 мг/м^3, пыли гидросульфита натрия - 10 мг/м^3.

По физико-химическим показателям гидросульфит натрия должен соответствовать нормам, указанным в табл. 15.

Таблица 15

Наименование показателя	Норма для сортов	
	высшего, код по ОКП 21423101120	первого, код по ОКП 21423103030
Внешний вид	Белый с сероватым оттенком порошок	
Массовая доля гидросульфита натрия $Na_2S_2O_4$, %	93	86
Массовая доля сернистого натрия Na_2S, % не более	0,1	0,3
Массовая доля окиси железа Fe_2O_3, %, не более	0,08	0,1
Массовая доля цинка Zn, %, не более	0,1	0,4
Содержание нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,4	1

Сульфит натрия кристаллический $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$, ГОСТ 903 - 76*

Кристаллический сульфит натрия упаковывают в пяти- и шестислойные битумированные бумажные мешки, в полиэтиленовые мешки-вкладыши, вложенные в пяти- и шестислойные непропитанные бумажные мешки, деревянные сухотарные бочки массой не более 50 кг, в специальные мягкие и резинокордные контейнеры.

Гарантийный срок хранения - шесть месяцев со дня изготовления.

Сульфит натрия пожаро- и взрывобезопасен. При действии кислот сульфит натрия разлагается с выделением сернистого ангидрида. Сульфит натрия относится к вредным веществам 3-го класса опасности.

Предельно допустимая концентрация сернистого ангидрида в воздухе рабочей зоны производственных помещений 10 мг/см^3.

По физико-химическим показателям сульфит натрия должен соответствовать нормам, указанным в табл. 16.

Таблица 16

Наименование показателя	Технический код по ОКП : 2142120200
Внешний вид	Бесцветные кристаллы. Допускается слабожелтый или розовый оттенок
Массовая доля сульфита натрия $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$, %, не менее	92
Массовая доля щелочи в пересчете на углекислый натрий $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, %, не более	2,5
Массовая доля тиосульфата $S_2O_3^{2-}$, %, не более	Не нормируются
Массовая доля железа Fe, %, не более	0,025
Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,1

Натрий сернистый технический Na_2S сульфид натрия,
ГОСТ 596 - 78

Поставляется в стальных барабанах объемом 50 и 100 л.

По согласованию с потребителями допускается упаковка сыпучего продукта в специальные мягкие контейнеры. Хранят в закрытых складских помещениях в упаковке изготовителя.

Гарантийный срок хранения - один год со дня изготовления. Сернистый натрий токсичен. При соприкосновении с кислотами выделяет токсичный сероводород. ПДК в рабочей зоне 10 мг/м^3.

По физико-химическим показателям натрий сернистый должен соответствовать нормам указанным в табл. 17.

Таблица 17

Наименование показателя	Первый сорт	
	Сыпучий	Монолит
	Код по ОКП 2153110430	Код по ОКП 2153110230
Внешний вид	Монолитная масса, чешуйки, гранулы от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	
Массовая доля сернистого натрия Na_2S,%, не менее	72	67
Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,2	0,5
Массовая доля железа Fe, %, не более	0,06	0,15

Может применяться для доосаждения ионов тяжелых металлов в виде 1%-ного раствора сульфида натрия.

Оксихлорид алюминия $Al(OH)Cl_2$ и $Al(OH)_2Cl$ и $Al_2(OH)_5Cl$, ТУ-6-01-1-273-83

Применяется для коагуляции вместо сернокислого алюминия. Поставляется в гуммированных цистернах потребителя.

Дозу оксихлорида алюминия принимают равной дозе сернокислого алюминия. Позволяет улучшить качество очищенной воды, увеличить длительность фильтроцикла, сократить расходы реагентов на регенерацию.

Полиэлектролит ВПК - 402, ТУ-605-231-238-83

В качестве вспомогательного средства коагуляции рекомендуется использовать флокулянт - высокотемпературный полиэлектролит ВПК-402. Его применение позволяет уменьшить дозу коагулянта - соли алюминия приблизительно на 30%, улучшить осветление и очистку сточных вод от соединений железа и кремния.

Приблизительная доза флокулянта - 1 мг/л в расчете на безводный продукт.

Изготовитель полиэлектролита (ВПК-402-ПО "Каустик" (453110, БАССР, Стерлитамак, ул. Техническая).

Для дозировки применяют насосы типа НД, проточная часть которых выполнена из полимерных материалов (индекс П), графита (индекс Т) или с резиновым покрытием (индекс Р). Оборудование должно быть с химзащитой.

Железо хлорное техническое $FeCl_3$, ГОСТ 11159-76

Поставляется в стальных барабанах вместимостью 100 л.

Хлорное железо пылит, ПДК в воздухе рабочей зоны 1 мг/м^3.

По физико-химическим показателям хлорное железо должно соответствовать нормам, указанным в табл. 18.

Таблица I8

Наименование показателя	Норма	
	Первый сорт	Второй сорт
Внешний вид	Кристален, фиолетового цвета	
Содержание хлорного железа, %, не менее	97,3	95
Содержание хлористого железа, %, не более	0,6	I
Содержание нерастворимых в воде примесей, %, не более	I,7	Не нормируется

Алюминия сульфат технический очищенный
$Al_2(SO_4)_3 \cdot n H_2O$, ГОСТ I2966 - 85

Выпускается двух марок: А - для деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, текстильной, кожевенной и других отраслей промышленности для технологических целей; Б - в водоочистке питьевой и промышленной воды.

Сульфат алюминия пожаро- и взрывобезопасен, по степени воздействия на организм продукт относится к веществам 3-го класса опасности в соответствии с ГОСТ I2.I.007 - 76, поступает в воздух рабочей зоны в виде пыли, ПДК пыли в пересчете на оксид алюминия 2 мг/м^3.

Сульфат алюминия упаковывают в специализированные мягкие контейнеры, а также в четырех-, пяти-, шестислойные бумажные мешки массой не более 50 кг.

Сульфат алюминия навалом транспортируют в крытых железнодорожных вагонах, а также в автомобилях, в упаковке - всеми видами транспорта.

По физико-химическим показателям сульфат алюминия должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл. I9.

Таблица I9

Наименование показателя	Норма для марок		
	А	Б	
	Высшая категория качества	Первый сорт	Второй сорт
		Первая категория качества	
	Код по ОКП		
	2I4II402I0	2I4II402I0	2I4II40224
Внешний вид	Неслеживающиеся пластинки, брикеты, куски неопределенной формы и разного размера, массой не более I0 кг белого цвета. Допускаются бледные оттенки серого, голубого и розового цвета		
Массовая доля оксида алюминия, %, не менее	I7	I6	I5
Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,2	0,3	0,7
Массовая доля железа в пересчете на оксид железа (III), %, не более	0,02	0,02	0,3
Массовая доля свободной серной кислоты H_2SO_4, %	-	-	0,I
Массовая доля оксида мышьяка, %, не более	0,00I	0,00I	0,003

Плиакриламид - ПАА

Продукт полимеризации акриламида. Технический полиакриламид производят в виде геля известкового или аммиачного (по ТУ 6-0I-I049-80) и сухого (по ТУ 6-I6-I895-74) продукта. Малотоксичен. ПДК полимера 2 мг/л. Известковый и аммиачный ПАА -

гель - прозрачная, молочно-белая или желто-зеленая желеобразная вязкая тягучая масса, прилипающая к дереву, тканям и бумаги.

Известковый ПАА содержит 7 - 9% полимера, аммиачный - I,5 - 6%.

ПАА - гель поставляют в полиэтиленовых мешках, пленочных мешках, вложенных в картонные набивные барабаны (40 - 50 кг), или в деревянных бочках с полиэтиленовыми вкладышами или без них (до I00 - I50 шт.).

При размешивании ПАА - геля с водой образуются вязкие растворы. Рпствореиие ускоряется при подогреве воды до 40 - 50° С.

Полиакриламид сухой содержит 52 - 54% полимера и 38 - 40% сульфата аммония.

Поставляют в бумажных или тканевых мешках с полиэтиленовыми вкладышами массой не более 35 кг.

НИИКВОВ АКХ рекомендует хранить 0,7 - I% - ные растворы ПАА-геля не более I5 сут. 0,4-0,6 % - ные - 7 суток и 0,I-0,3% - ные - 2 сут.

Рабочие растворы готовят в баках-мешалках, оборудованных перемешивающим устройством пропеллерного типа. Частота вращения мешалки не должна превышать 30-50 мин. в течение I-2 час. в случае растворения порошков и 800-I000 мин. в течение 20-40 мин. при растворении геля в холодной воде.

Сульфоуголь, ГОСТ 5696-74*

Сульфоуголь изготавливается сульфированием каменных углей и предназначен для снижения щелочности и солесодержания воды, улучшения качества технологической воды путем извлечения катионов из исходной воды, промышленных сточных вод и растворов.

Сульфоуголь выпускается первого и второго сорта, по величине зерен подразделяются на крупный СК и мелкий СМ.

По физико-химическим показателям сульфоуголь должен соответствовать следующим нормам и требованиям; указанным в табл. 20.

Наименование показателя	Норма для марки и сорта			
	СК-I, первый сорт, код по ОКП 2I62I6 0I3007	СК-2, второй сорт, код по ОКП 2I62I6	СМ-I, первый сорт, код по ОКП 2I62I6 023004	СМ-2, второй сорт код по ОКП 2I62I6 044007
Динамическая обменная емкость с заданным расходом регенерирующего вещества, кг.моль/дм3, не менее	268	232	357	250
Гранулометрический состав, %, содержание зерен размером:				
- от 0,5 до I,25 мм	65	65	-	-
- более I,25 мм,	I0-25	I0-25	-	-
- менее 0,5 мм, не более	I0	I0	-	-
в том числе				
менее 0,25 мм, не более	5	5	-	-
от 0,25 до 0,7 мм, не менее	-	-	80	80
более 0,7 мм, не более	-	-	I5	I5
менее 0,25 мм, не более	-	-	5	5
Массовая доля влаги, %	35±5	35±5	35±5	35±5

Сульфоуголь с особо активной пористой структурой при контакте с воздухом способен к самовозгоранию, относится к веществам 4-го класса опасности. При самовозгорании уголь тушат водой.

Сульфоуголь упаковывают в полиэтиленовые мешки по 25-30 кг. Сульфоуголь должен быть сложен отдельно от других грузов штабелями размером не более 2х2х2 м с проходами I м.

Гарантийный срок хранения сульфоугля - один год.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛАБООСНОВНЫХ АНИОНИТОВ

(ГОСТ 20301-74 с изм. № 3)

Приложение 2

Показатель	АН-I	АН-2ФН	АН-3I	АН-I8-8	АН-2I-6	АН-2I-I4	ЭДЭ-IOП	АН-22-8	АН-22I	АН-I8-IOП	АН-I8-I2П
Внешний вид	Сероватые или белые зерна неправильной формы	Коричневатые или красновато-коричневые зерна неправильной формы	Желтые зерна неправильной формы	Сферические зерна серовато-желтого цвета	Сферические зерна от светло-желтого до светло-коричневого цвета		Красновато-коричневые зерна неправильной формы	Сферические зерна от белого до светло-желтого цвета	Сферические зерна белого и светло-желтого цвета		
Гранулометрический состав: размер зерен, мм	0,4-3	0,4-2	0,4-2	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25		0,4-I,8	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25
содержание рабочей фракции, %, не менее	95	92	92	92	90	90	92	92	90	92	92
Эффективный размер зерен, мм, не более	-	-	0,6	0,6	-	-	-	0,5	-	-	-
Коэффициент однородности, не более	-	-	3	I,6	-	-	-	I,8	-	-	-
Содержание влаги, %	40 - 50	Не более I0	Не более 5	30 - 60	30 - 50	20 - 40	Не более I0	30 - 50	40 - 60	35 - 60	35 - 60
Удельный объем в ОН-форме, см2/г	2,7±0,3	2,6±0,3	3,3±0,2	2,3±0,2	2,I±0,3	I,8±0,2	3,4±0,2	2,3±0,3	2,7±0,5	3,5±0,3	3,2±0,3
Удельная поверхность, м2/г	-	-	-	-	-	-	-	-	55-65	I5-25	25-35
Полная статическая обменная емкость, г-экв/м^3, не менее	I,7	2,6	2,6	I,4	I,85	I,I	2,3	2	I,25	I	I,I
Динамическая обменная емкость, г-экв/м^3, не менее	II00	I700	I280	650	-	-	I000	I000	800	-	-
Окисляемость фильтрата в пересчете на кислород, мг/л, не более	4	3,5	0,7	I	-	-	4	-	-	-	-
Осмотическая стабильность, %, не менее	74	50	85	80	-	-	80	85	85	95	95
Гидравлическое сопротивление при слое I м и скорости фильтрации 20 м/ч	-	-	220	-	-	-	-	2I5	-	-	-

Показатель	АН-I	АН-2ФН	АН-3I	АН-I8-8	АН-2I-6	АН-2I-I4	ЭДЭ-IOП	АН-22-8	АН-22I	АН-I8-IOП АН-I8-I2Т
Регенерация фильтра										
I. Взрыхление										
скорость, м/ч			I0-I5					I0-I5		
объем воды на объем смолы			2-3					-		
Рекомендуемая скорость фильтрации, м/ч			20-30					20-30		
2. Регенерация:										
концентрация щелочи, %			2-4					2-4		
объем щелочи, об/об			I-5					I00 г/Г-экв.		
скорость фильтрации реагента, м/ч			3-4					3-4		
3. Отмывка:										
расход воды, об/об			I0-I2					5-6		
скорость, м/ч			5-7					5-7		

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИЛЬНООСНОВНЫХ АНИОНИТОВ (ГОСТ 20301-74 с изм. № 3)

Показатель	АВ - 17 - В		АВ - 18 - 8чс		АВ-16ГС	АВ-16ГС	АВ - 17П		
	Высшая категория качества	Первый сорт	Высшая категория качества	Первый сорт			АВ-17--10П/0,6	АВ-17--10П/0,8	АВ-17--12П/1,0
Внешний вид	Сферические зерна светло-желтого цвета				Сферические зерна желто-коричневого цвета	Сферические зерна от белого до желтого цвета	Матовые сферические зерна слабо-желтого цвета		
Гранулометрический состав: размер зерен, мм	0,355-1,25	0,315-1,25	0,4-1,25	0,4-1,25	0,4-1,5	0,315-1,25	0,315-1,25	0,315-1,25	0,315-1,25
содержание рабочей фракции, %, не менее	94	93	95	94	92	92	90	90	90
Эффективный размер зерен, мм, не более	0,4-0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,65	-	-	-
Коэффициент однородности, не более	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	-	-	-
Содержание влаги, %	35-50	35-50	-	-	60-65	55-65	40-60	40-60	50-70
Удельный объем в ОН-форме, $см^3/ч$	3,0±0,3	3,0±0,3	3,0±0,3	3,0±0,3	4,4±0,4	3,7±0,3	4,0±0,5	4,2±0,5	4,5±0,5
Удельная поверхность, $м^2/г$	-	-	-	-	-	25-55	10-20	15-25	20-30
Полная статическая обменная емкость, мг-экв/$см^3$, не менее	1,15	1	1,2	1,1	1,7	0,9	0,8	0,75	0,6
Равновесная статическая обменная емкость, мг-экв/$см^3$, не менее	1,1	0,9	1,1	1	-	0,6	0,7	0,65	0,5
Динамическая обменная емкость, г-экв/$м^3$, не менее	700	680	1000	930	-	600	500	-	-
Окисляемость фильтрата в пересчете-на кислород, мг/г, не более	0,55	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-

Показатель	АВ-17-8		АВ - 18 - 8чс		АВ-16ГС	АВ-16ГС	АВ - 17П,		
	Высшая категория качества	Первый сорт	Высшая категория качества	Первый сорт			АВ-17--10П/0,6	АВ-17--10П/0,8	АВ-17--12П/1,0
Осмотическая стабильность, %, не менее	92	85	91	85	80	85	90	-	-
Содержание:									
иона хлора, мг/см^3	-	-	0,400	0,400	-	-	-	-	-
щелочи, мг-экв/г, не более	-	-	0,0005	0,00	-	-	-	-	-
железа, %, не более	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-	-
анионита в CO_3^{-2} - форме, %, не более	-	-	6	7	-	-	-	-	-
Обесцвечивающая способность, %, не менее	-	-	-	-	85	-	-	-	-
Гидравлическое сопротивление при слое 1 м и скорости фильтрации 20 м^3/ч	270	270	-	-	-	-	-	-	-
Регенерация фильтра:									
1. Взрыхление									
скорость, м/ч	10-15	10-15							
объем воды на объем смолы	2-3	2-3							
Рекомендуемая скорость фильтрации, м/ч	20-30	20-30							
2. Регенерация концентрации щелочи, %	2-4	2-4							
объем щелочи об/об	3-4,5	3-4,5							
скорость фильтрации реагента, м/ч	3-4	3-4							
3. Отмывка:									
расход воды, об/об	8-9	8-9							
скорость, м/ч	5-7	5-7							

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛАБОКИСЛОТНЫХ КАТИОНИТОВ

(ГОСТ 20298-74 с изм. № 3)

Показатель	КБ-2	КБ-2-4	КБ-4	КБ-4П-2	КБ-2-7П	КБ-2-10П	КБ-4-10П
Внешний вид	Сферические зерна белого цвета		Сферические зерна от белого до жёлтого или розового цвета		Сферические непрозрачные зерна белого цвета		
Гранулометрический состав:							
размер зерен, мм	0,315-1,6	0,315-1,6	0,315-1,6	0,315-1,6	0,315-1,6	0,315-1,6	0,315-1,6
содержание рабочей фракции, % не менее	93	92	90	95	95	95	95
Эффективный размер зерен, мм, не более	0,5	-	0,5	0,6	0,5	-	-
коэффициент однородности не более	2,5	-	2,3	2,5	1,8	-	-
Содержание влаги, %	70-80	65-75	55-65	65-75	75-85	65-75	60-70
Удельный объем, $см^3/г$, не более:							
в H^+-форме	4	3,5	2,5	2,8	4,5	3	3,3
в a^+-форме	9	6,2	4	6	10	5,5	5
Полная статическая обменная емкость, $мг\text{-}экв/см^2$, не менее	2,5	3	3,5	3,5	2,2	3	2,7
Окисляемость фильтрата в пересчете на кислород, мг/г, не более	1	1	1	-	1	1	1
Осмотическая стабильность, %, не менее	60	-	60	75	-	-	-

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИЛЬНОКИСЛОТНЫХ КАТИОНИТОВ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

(ГОСТ 20 298-74 с изм. № 3)

Показатель	КУ-2-8		КУ-2-8чс	КУ-2-20	КУ-I	КУ-23			
	Высшая категория качества	Первый сорт				I0/60	I2/80	I5/I00	30/I00
Внешний вид	Сферические зерна от желтого до коричневого цвета			Сферические зерна от желтого до темно-коричневого цвета		Сферические зерна от светло-серого до темно-серого цвета			
Гранулометрический состав:									
размер зерен, мм	0,3I5-I,25		0,4-I,25	0,3I5-I,25	0,4-2	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25	0,3I5-I,25
содержание рабочей фракции, %, не менее	96	94	96	95	92	95	95	95	96
эффективный размер зерен, мм	0,40-0,55	0,35-0,60	0,45-0,65	-	-	-	-	-	-
Коэффициент однородности, не более	I,7	I,8	I,7	-	-	-	-	-	-
Содержание влаги, %	50-60	50-60	50-60	30-40	45-55	55-70	60-70	60-70	60-70
Удельный объем в H^{*}-форме, $см^3/г$, не более	2,8	2,9	2,7	I,9	3,2	4	4,I	3,8	3,8
Удельная поверхность, $м^2/г$	-	-	-	-	-	5-I5	20-30	30-40	55-70
Полная статистическая обменная емкость, мг-экв/$см^3$,) не менее	I,8	I,65	I,8	2,2	I,35	I,I	I,I5	I,25	I
Динамическая обменная емкость с полной регенерацией, г-экв/$м^3$, не менее	-	-	I600	-	565	-	-	-	-
Динамическая обменная емкость с заданным расходом регенерирующего вещества, мг-экв/$м^3$, не менее	525	500	-	-	-	4I0	400	400	-

Показатель	КУ-2-8		КУ-2-8чс	КУ-2-20	КУ-I	КУ-23			
	Высшая категория качества	I сорт				I0/60	I2/80	I5/I00	30/I00
Окисляемость фильтрата в пересчете на кислород, мг/г, не более	-	-	0,5	-	I,8	-	-	-	-
Осмотическая стабильность, %, не менее	94	85	96	-	92	93	85	90	95
pH фильтрата, не менее	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-
Содержание:									
железа, %, не более	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
хлора, мг/см^3, не более	-	-	0,00I5	-	-	-	-	-	-
Сорбционная емкость по стрептомицину, мг/г, не более	-	-	6000	-	-	-	-	-	-
Гидравлическое сопротивление при слое I м и скорости фильтрации 20 м/ч, см вод.ст.	200	200	200	-	-	240	240	240	240
Рекомендуемая скорость фильтрации, м/ч	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Регенерация фильтра:									
взрыхление									
скорость, м/ч	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5	I0-I5
Объем воды на объем смолы, об/об	2-3	2-3	2-3			2-3	2-3	2-3	2-3
Регенерации серной кислотой:									
скорость, м/ч	I0	I0	I0			до I0	до I0	до I0	до IC

Показатель	КУ/2-8		КУ-2-8чс	КУ-2-20	КУ-I	КУ-23			
	Высшая категория качества	Первый сорт				I0/60	I2/80	I5/I00	30/I00
концентрация, %	I-6	I-6	I-6	I-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6
расход, г/г-экв.	I40-I60	I40-I60	I40-I60			I50-I60	I50-I60	I50-I60	I50-I60
Регенерация соляной кислотой									
скорость, м/ч	3-4	3-4	3-4			3-4	3-4	3-4	3-4
концентрация, %	2-4	2-4	2-4			2-4	2-4	2-4	2-4
расход, об/об	4-4,5	4-4,5	4-4,5			3,5-4,5	3,5-4,5	3,5-4,5	3,5-4,5
Регенерация хлористым натрием									
скорость, м/ч	5	5	5						
концентрация, %	8-I0	8-I0	8-I0						
расход, г/г-экв	230-250	250-300	250-300						
Отмывка:									
скорость, м/ч	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7
расход, об/об	-		-	-	-	5-7	5-7	5-7	5-7

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТИОНИТОВ

Показатель	Сильнокислотные сульфокатиониты				Слабокислотные карбоксильные катиониты						
	КУ-2-8 (КУ-2-8чс)	КУ-2-20	КУ-23	КУ-I	КБ-2	КБ-2-4	КБ-2-7П	КБ-2-IOП	КБ-4	КБ-4П-2	КБ-4-IOП
Насыпная масса товарного катионита, т/м^3	0,75-0,8	0,85-0,9	0,72-0,82	0,65-0,75	0,6-0,7	0,8-0,9	0,75-0,85	0,75-0,85	0,55-0,6	0,68-0,82	-
Рабочая емкость, ч-экв/м^3 цикл H^+ - катионирование	500-600	400-500	400-500	-	-	-	-	-	-	-	-
Максимальная рабочая температура в H^+ - форме, °С	II0-I20	II0-I20	II0-I20	60	90-I00	До I50	До I50	До I50	До I50	До I50	До I
Диапазон рабочих значений pH	I-I4	I-I4	I-I4	I-I0	7,4-I4	7,4-I4	7,4-I4	7,4-I4	7,4-I4	7,4-I4	7,4-
Изменение объема при переходе из H^+ - в OH форму, %	I0-I5	8-I0	7-I0	-	55	55	50	60	35	I00	-

Приложение 3

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АНИОНИТОВ

Наименование анионита	Область применения
АВ-17-8	Удаление ионов слабодиссоциирующих кислот (угольной, кремниевой и т.п.) в водоподготовке, глубокое химическое обессоливание воды в фильтрах смешанного действия в паре с катионитом КУ-2-8, регенерация отходов в гидрометаллургии, очистка возвратных и сточных вод, химическая и фармацевтическая промышленность и т.п. Применяется в широком интервале значений pH, в OH - форме, следует хранить в герметически закрытой таре под слоем воды во избежание поглащения углекислого газа из воздуха
АВ-17-8 чС	Совместно с катионитом КУ-2-8 чС исподьзуется для глубокого обессоливания вод, разделения ионов, в пищевой промышленности и медицине
АВ-17П (в модификациях АВ-17-10П/0,6; АВ-17-10П/0,8; АВ-17-12П/1,0)	Водоподготовка и очистка сточных вод
АВ-29-12П	Процессы водоподготовки с невысокими требованиями к остаточному содержанию анионов кремниевой и угольной кислот, очистка сточных вод

Наименование анионита	Область применения
АН-I8-8	Применяется для очистки воды при pH= = I- 6,5
АН-I8П (в модификациях АН-I8-I0П; АН-I8-I2П)	Очистка сточных вод, первая ступень обессоливания воды, фармацевтическая промышленность, извлечение редких металлов и т.п. Применяется при pH = I-6,5
АН-2I (в модификациях АН-2I-6; АН-2I-I4)	Извлечение цветных и редких металлов в гидрометаллургии
АН-22-8	Водоподготовка, гидрометаллургия, рабочий диапазон pH = I-6
АН-22I	Водоподготовка, очистка сточных вод разных производств
АВ-I6ГС	Сахарная, химическая промышленность, удаление сильных кислот, очистка сточных вод от детергентов, выделение или разделение тяжелых металлов и т.п.
ЭДЭ-I0П	Деминерализация воды, очистка гидролизных растворов, медицинская и фармацевтическая, пищевая промышленность, производство ионитовых мембран МА-40 и т.п.
АН-I	Гидролизная, ювелирная промышленность, гидрометаллургия

Наименование анионита	Область применения
АН-2 ФН	Деминерализация воды, содержащей небольшие количества гумусовых веществ; применяется в гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности, в производстве искусственного волокна, в виноделии, фармацевтической промышленности и т.п.
АН-3I	Водоподготовка для I ступени ионирования, сорбция некоторых рассеянных элементов. Рабочий диапазон значений pH = I ÷ 6,5. Анионит не токсичен, но в хозяйственно-питьевом водоснабжении применять его не разрешается

Приложение 4

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАТИОНИТОВ

Наименование катионита	Область применения
КУ-2-8	Умягчение и обессоливание воды, разделение и выделение цветных и редких металлов, регенерации отходов в гальванотехнике и металлообработке, очистка возвратных и сточных вод, разделение и очистка различных веществ в химической промышленности. Эффективно работает в фильтрах смешанного действия в паре с анионитом АВ-17-8. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения КУ-2-8 не разрешен
КУ-2-8чС	Глубокое обессоливание воды (в паре с анионитом АВ-17-8чС), разделение различных элементов, очистка фармацевтических препаратов, медицина, пищевая промышленность
КУ-2-20	Очистка растворов антибиотиков от минеральных катионов, очистка растворов гальванических производств
КУ-23	Очистка конденсатов во многих отраслях промышленности, разделение и выделение цветных и редких металлов, регенерация отходов в гальванотехнике, разделение и очистка веществ в химической промышленности. Способен к обратимой сорбции "крупных" органических катионов. Перспективно использование в фильтрах смешанного действия при обработке вод с высоким содержанием органических соединений

Наименование катионита	Область применения
КБ-2	Сорбция антибиотиков, разделение аминокислот, извлечение металлов из производственных и сточных вод, отделение катионов щелочных металлов, очистка рассолов от солей кальция и магния (содовое производство) сорбция кислых компонентов из газовоздушных смесей
КБ-2-4	Сорбция антибиотиков из нативных растворов при разделении аминокислот и другие процессы, основанные на ионном обмене.
КБ-2-7П, КБ-2-10П	Сорбция антибиотиков из нативных растворов, разделение аминокислот, очистка никелевых и кобальтовых растворов от железа, сорбция поливалентных металлов из растворов и пульп, очистка растворов хлористого натрия от ионов кальция и магния и т.п.
КБ-4	Удаление бикарбонатной жесткости воды (обработка воды вплоть до морской), выравнивание и поддерживание постоянного значения Рн-среды в барьерных фильтрах, очистка рассола, извлечение поливалентных катионов из растворов, сорбция кислых компонентов из газовоздушных смесей щелочно-земельных металлов и т.д. Устойчив к растворам щелочей, кислот и некоторых окислителей. В гальванических цехах - для деонизации воды, обогащенной органическими веществами и в других ионообменных процессах

Наименование катионита	Область применения
КБ-4П-2	Обессоливание бикарбонатно-кальциевых вод, тонкая очистка воды, селективное удаление небольших количеств двухвалентных катионитов из смесей с большими концентрациями одновалентных катионитов и т.п. Рабочий диапазон pH = 7,4 ÷ I4
КБ-4-IOП	Сорбция ионов поливалентных металлов из растворов и пульп, очистка сточных вод гальванических цехов и т.п. Катионит КБ-4-IOП - химический аналог катионита КБ-4. Рабочий диапазон pH = 7,4.÷ I4
КУ-I	Умягчение и деминерализация воды при катализе, в целлюлозной, текстильной и сахарной промышленности и т.п.

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ pH И ОБЪЕМНЫМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ, Г-ЭКВ/$м^3$ И Г/$м^3$, ИЗВЕСТИ И СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Содержание серной кислоты H_2O_4 в сточной воде			Содержание извести по CaO в сточной воде		
pH	г-экв/$м^3$	г/$м^3$	г-экв/$м^3$	г/$м^3$	pH
2,5	3,I5	I55	3,I5	89	II,5
2,6	2,I5	I23	2,5	70	II,4
2,7	2	98	2	56	II,3
2,8	I,6	78	I,6	45	II,2
2,9	I;26	6I	I,26	35	II,I
3	I	49	I	28	II
3,I	0,8	39	0,8	22	I0,9
3,2	0,63	3I	0,63	I8	I0,8
3,3	0,5	25	0,5	I4	I0,7
3,4	0,4	I9,6	0,4	II,2	I0,6
3,5	0,3I6	I5,5	0,3I6	8,9	I0,5
3,6	0,25I	I2,3	0,25I	7	I0,4
3,7	0,2	9,8	0,2	5,6	I0,3
3,8	0,I6	7,8	0,I6	4,5	I0,2
3,9	0,I26	6,I	0,I26	3,5	I0,I
4	0,I	4,9	0,I	2,8	I0
4,2	0,063	3,I	0,063	I,8	9,8
4,4	0,04	I,96	0,04	I,I	9,6
4,6	0,025	I,28	0,025	0,7	9,4
4,8	0,0I6	0,78	0,0I6	0,45	9,2
5	0,0I	0,49	0,0I	0,28	9
5,5	0,003I	0,I5	0,003I	0,09	8,5
6	0,00I	0,05	0,00I	0,03	8
6,5	0,0003	0,005	0,0003	0,003	7,5
7	0	0	0	0	7

ХАРАКТЕРИСТИКА НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Наименование	Химическая формула	Граммолекула	Грамм-эквивалент	Растворимость в воде г/л при 20°С
Азотная кислота	HNO_3	63	63	в любых количествах
Алюминий гидроокись	$Al(OH)_3$	78	26	63,7
Алюминий сернокислый	$Al_2(SO_4)_3$	343	58	368
Аммиак	NH_3	I7	I7	5II
Аммоний сернокислый	$(NH_4)_2SO_4$	I38	66	582
Аммоний азотнокислый	NH_4NO_3	80	80	I78
Аммоний фтористый	NH_4F	37	37	500
Аммоний хлористый	NH_4Cl	53,5	53,5	375
Барий хромовокислый	$BaCrO_4$	252	I26	-
Борная кислота	H_3BO_3	62	20,6	50
Железо азотнокислое	$Fe(NO_3)_3$	2II,8	70,6	830
Железо гидрозакись	$Fe(OH)_2$	90	45	0,0004
Железо гидроокись	$Fe(OH)_3$	I07	35,7	н.р.
Железо сернокислое (купорос)	$FeSO_4 \times 7H_2O$	278	I39	265
Железо хлорное	$FeCl_2$	I26,7	63,35	644
Железо хлористое	$FeCl_3$	I62	54	I60
Кадмий гидроокись	$Cd(OH)_2$	I46	73	0,003
Кадмий окись	CdO	I28	64	н.р.
Кадмий сернокислый	$CdSO_4$	208	I04	770
Кадмий хлористый	$CdCl_2$	I83	9I,5	I350
Калий азотнокислый	KNO_3	I0I	I0I	3I6
Калий гидроокись (едкое кали)	KOH	56	56	II20
Калий кремнефтористый	K_2SiF_6	220	II0	53
Калий сернокислый	K_2SO_4	I74	87	I07
Калий углекислый (поташ)	K_2CO_3	I38	69	II00

Наименование	Химическая формула	Граммолекула	Грамм-эквивалент	Растворимость в воде г/л при 20°С
Калий фосфорнокислый	K_3PO_4	173	86,5	985
Калий хлористый	KCl	74,5	74,5	342
Калий двухромовокислый (хромик)	$K_2Cr_2O_7$	294	147	47
Калий цианистый	KCN	65	65	130
Кальций азотнокислый	$Ca(NO_3)_2$	164	82	1290
Кальций гидроокись (гашеная известь)	$Ca(OH)_2$	74	37	1,2 разлаг.
Кальций окись	CaO	56	28	6,60
Кальций-магний углекислый (доломит)	$CaO \cdot MgO \cdot 2CO_2$	168	-	-
Кальций сернокислый (гипс)	$CaSO_4$	136	68	сл.р.
Кальций углекислый (кальцит)	$CaCO_3$	100	50	н.р.
Кальций фосфорно-кислый	$Ca_3(PO_4)_2$	310	51,6	н.р.
Кальций фтористый	CaF_2	78	39	0,0016
Кальций хлористый	$CaCl_2$	110	55	745
Кальций хлорноватисто-кислый (хлорная известь)	$CaOCl \times 2H_2O$	179	89,5	н.р.
Гипрохлорит кальция	$Ca(OCl)_2$			
Магний окись	MgO	40	20	$6,2 \cdot 10^{-4}$
Магний сернокислый	$MgSO_4$	120	60	360
Магний хлористый	$MgCl_2$	95	47,5	546
Медь азотнокислая	$Cu(NO_3)_2$	241	120,5	124,8
Медь гидроокись	$Cu(OH)_2$	97	48,5	н.р.
Медь сернокислая (купорос)	$CuSO_4 \times 7H_2O$	159	79,5	20
Медь углекислая	$CuCO_3$	186	46,5	н.р.
Медь хлористая	$CuCl_2$	134	67	730
Медь цианистая	$Cu(CN)_2$	116	58	н.р.
Натрий азотнокислый	$NaNO_3$	85	85	875
Натрий азотистокислый	$NaNO_2$	69	69	840

Наименование	Химическая формула	Граммолекула	Граммэквивалент	Растворимость в воде г/л при 20°С
Натрий гидроокись (едкий натр)	$NaOH$	40	40	I090
Натрий кремнекислый (жидкое стекло)	Na_2SiO_3	I22	6I	
Натрий сернокислый	Na_2SO_4	I48	7I	I94
Натрий кислый сернистокислый(бисульфит)	$NaHSO_3$	I04	I04	Р
Натрий сернистокислый (сульфит)	Na_2SO_3	I26	63	269
Натрий тиосернокислый (гипосульфит)	$Na_2S_2O_3 \times 5H_2O$	248	I24	790
Натрий углекислый (кальцинированная сода)	Na_2CO_3	I06	53	2I5
Натрий уксуснокислый	$NaC_2H_3O_2$	82	82	I200
Натрий фосфорнокислый (тринатрий фосфат)	$Na_3PO_4 \times 12H_2O$	380	I26,6	288
Натрий фтористый	NaF	42	-	43
Натрий хлористый	$NaCl$	58	58	357
Натрий хромовокислый	Na_2CrO_4	2I4	I07	х.р.
Натрий двухромовокислый	$Na_2Cr_2O_7$	298	I49	2380
Натрий кремнефтористый	Na_2SiF_6	I88	94	4,3
Натрий цианистый	$NaCN$	49	49	800
Никель гидроокись	$Ni(OH)_2$	92	46	0,0005
Никель окись (закись)	NiO	74,7	37,35	н.р.
Никель сернокислый	$NiSO_4$	I54,7	77,35	3,80
Никель углекислый	$NiCO_3$	II8	59	0,09
Никель хлористый	$NiCl_2$	I29	64,5	2540
Ортофосфорная кислота	H_3PO_4	98	32,6	5480
Свинец углекислый	$PbCO_3$	267	I33,5	0,000I
Свинец гидроокись	$Pb(OH)_2$	24I	I20,5	сл.р.
Серебро азотнокислое	$AgNO_3$	I69,9	I69,9	2280
Серная кислота	H_2SO_4	98	49	р.
Стронций сернокислый	$SrSO_4$	I83,7	9I,85	I7,7

Наименование	Химическая формула	Граммолекула	Грамм-эквивалент	Растворимость в воде г/л при 20°С
Хром гидроокись	$Cr(OH)_3$	139	46,3	н.р.
Хром окись (хромовый ангидрид)	Cr_2O_3	100	16,6	16,7
Хром сернокислый	$Cr_2(SO_4)_3$	716	238,6	р.
Цинк азотнокислый	$Zn(NO_3)_2$	297,5	148,7	3245
Цинк гидроокись	$Zn(OH)_2$	99,4	49,7	сл.р.
Цинк окись	ZnO	81,38	40,69	9001
Цинк сернокислый (цинковый купорос)	$ZnSO_4$	161,45	80,72	544
Цинк цианистый	$Zn(CN)_2$	117,4	58,7	0,005
Уксусная кислота	CH_3CO_2H	60	-	р.
Формальдегид	$HCHO$	30	-	р.
Метафосфорная кислота	HPO_3	79,99	79,99	реаг.
Хлористый водород (соляная кислота)	HCl	36,5	36,5	781

Принятые сокращения: н.р. - нерастворимые;
сл.р. - слаборастворимые;
р. - растворимые без ограничения;
разлаг.- разлагается в воде;
реаг.- реагирует с водой.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОКЛАДОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Материал прокладок	ГОСТ, ТУ	Предельные рабочие параметры среды		Среда
		Температура, °С	Давление кгс/см	
Картон прокладочный пропитанный; марки А. Толщина 0,3 ÷ I,5 мм	9347-74	I20	I6	Водяной пар, масла, бензин, мазут, органические растворители и углеводороды
Картон асбестовый. Толщина - 2-I0 мм	2850--75	500	I0	Углеводороды жидкий и газообразный мазут, масла, смолы, горячие газы и газовые смеси, минеральные кислоты
Паронит и прокладки из него. Толщина листа 0,4-6 мм	48I--8I	От - I82 до + 450	64	Воздух, вода, пар водяной, водные растворы солей, аммиак, спирты, тяжелые и легкие нефтепродукты
То же, маслобензостойкий ПМБ. Толщина пластин 0,4 ÷ 3 мм	48I- - 8I	От - I82 до + 300	I00	Вода морская, рассолы, аммиак, кислород, азот, углеводороды, минеральные масла, нефтепродукты
То же, электролизерный ПЭ. Толщина листов I- 7,5 мм	48I--8I	От - I5 до +200	25	Водород, кислород, щелочи, аммиак, I0-%-ная азотная кислота
Резина листовая тепло-морозо-кислото-щелочестойкая ТМКЩ. Толщина пластин 2 ÷ 60мм	7338--77ж	От - 60 до + 90	I0	Вода пресная и морская, растворы солей, щелочи и кислоты концентрацией не более 20%
Резина листовая повышенно-маслобензостойкая ПМБ и ограниченно маслобензостойкая ОМБ. Толщина пластин 2 ÷ 60 мм	7338--77	От -40 до +80		Жиры, масла на нефтяной основе, эмульсии, бензин, топливо из нефтепродуктов

Материал прокладок	ГОСТ, ТУ	Предельные рабочие параметры среды		Среды
		Температура, °С	Давление кгс/см2	
Фторопласт 4. Толщина пластин 0,8 ÷ 2 мм	I0007--80Е	0Т-269 До+260	64	Кислоты и щелочи любой концентрации, растворители, окислители
Текстолит ПТК.ПТ. Толщина листов 0,5 ÷ 70 мм	5-78	I00	I0	Кислоты и щелочи низкой концентрации
Полиэтилен. Толщина листов I ÷ 20 мм	I6337-- 77Е* I6338-- 85Е*	От -60 до +80	I0	Агрессивные жидкости и газы
Винипласт листовой. Толщина листов I ÷ 20 мм	9639-- 7I*	От -50 до +60	-	Кислоты и щелочи, растворители

ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Марка угля	ТУ или ГОСТ	Способ получения	pH водной суспензии	Удельная поверхность по БЭТ $м^2/г$	Насыпная плотность $г/см^2$	Влажность %	Зольность, %	Зернение, мм	Применение
АР-3	ГОСТ 8703-74	Прессованием массы, состоящей из каменноугольной пыли и древесной смолы с последующей термической обработкой	7-8	48	0,6	I5		I,0-5,5	Для рекуперации паров органических растворителей
КАД молотый	ТУ6-I6-23-45-79	Обработкой специальных сортов каменного угля и полукокса водяным паром при высокой температуре с последующим размолом	7-8	64		I0		0,I	При флотации руд полезных ископаемых в цветной металлургии
ОУ-А сухой, щелочной	ГОСТ 4453-74	Активацией древесного угля-сырца водяным паром при высокой температуре	8	I38		I0	I0		Для осветления продуктов в пищевой, фармацевтической промышленности

Продолжение прилож.8

Марка угля	ТУ или ГОСТ	Способ получения	р.Н водной суспензии	Удельная поверхность по БЗГ м2/г	Насыпная плотность г/см^2	Влажность, %	Зольность %	Зернение, мм	Применение
ОУ-Б влажный	ГОСТ 4453-74	Активацией древесного угля-сырца водяным паром при высокой температуре	4-6	I38	0,4I3	58	6		Для осветления продуктов в пищевой фармацевтической промышленности
МД	ТУ6-I6-I627-7I	Обработка древесного угля водяным паром при высокой температуре	7-8	90		I0	I0		Для извлечения различных веществ из раствора газопаровоздушных смесей
БАУ	ГОСТ 62I7-74	Обработка угля-сырца (березового или букового) водяным	7-8	57	0,22 – 0,24	I0	8	I,0÷ 3,6	Для извлечения различных веществ
АГ-3	ТУ 20464--75	Прессованием угольно-смоляной пасты с использованием полукокса с последующей термической обработкой	7-8	-	0,44-0,46	5		I,5÷ 2,7	

ПАРАМЕТРЫ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ МАРОК АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Марка	ГОСТ или ТУ	Вес 1 л, г	Удельная поверхность переходных по Р, м2/г	Объем, $см^3/г$				Оптовая цена, руб/т (по данным 1985г.)
				суммарный	микропор	переходный пор	макропор	
ОУ-А	ГОСТ 4453-74	-	138	-	0,26	0,27	-	485
ОУ-Б	ГОСТ 4453-74	-	138	-	0,26	0,27	-	585
МД		-	90	-	0,22	0,18	-	360
АР-3	ГОСТ 8703 74	550	48	0,70	0,33	0,07	0,3	510
СКТ	ТУ6-16-2477-81	420	108	0,98	0,51	0,20	0,27	840
АГ-3	ГОСТ 20464-75	600	33	0,60	0,30	0,05	0,25	520
БАУ	ГОСТ 6217-74	260	57	1,50	0,23	0,08	1,19	800
СКТ-3	ТУ6-16-2462-81	470	48	0,80	0,46	0,09	0,25	910
КАД кодный	ТУ6-16-1917-74	380	110	1,00	0,34	0,15	0,51	420
КАД молотый	ТУ6-16-23-45-79	-	64	-	0,12	0,11	-	208

ЛИТЕРАТУРА

Рекомендации по проектированию водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий БЗ-63. М.: ГПИ Сантехпроект, 1981.

Руководящие указания по проектированию очистных сооружений предприятий отрасли. НИР № 87016, 1988.

Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Создание технологий и оборудования для замкнутых малоотходных систем водного хозяйства гальванических производств". Харьков: Харьковский дом техники. 1989.

Рекомендации по ионообменной очистке сточных вод Воронежского государственного университета.

СНиП 2.04.02-84.

СНиП 2.04.03-85.

Аширов А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов. Л.: "Химия", 1983.

Шуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д.
Методы очистки производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1977.

Ковалёв В.В. Безотходная технология гальваниеского производства на предприятиях МССР. Обзорная информация МолдНИИНТИ. Кишинёв. 1988.

Ковалев В.В. Прогрессивные технические решения водоочистки на предприятиях Молдавии. Обзорная информация МолдНИИНТИ. Кишинев, 1989.

Ковалев В.В., Шилин А.И. Безотходная технология в гальванотехнике, Москва.: Информприбор ТС-9 "Экономика и технология приборостроения". Обзорная информация, выпуск 3, 1988.

Гибкие автоматизированные гальванические линии. Справочник под ред. Зубченко В.И. Машиностроение 1989.

Справочник по аналитической химии. Под ред. Лурье Ю.Ю. Химия.

Подп. к печ. 28.10.91г. 60х84 I/8 Офсетная печать
Тираж 7500 Заказ 9853 Без права размножения Цена 28-60

Отпечатано в АПП ЦИТП
378, ГСП, Москва, А-445, Смольная, 22

gost.e-ecolog.ru