ГОССТРОЙ СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЦЕХОВ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ

БЗ-63

МОСКВА-1981

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
ГПИ Сантехпроект

_____ Ю.И.Шиллер

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЦЕХОВ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ БЗ-63

МОСКВА 1981

СОДЕРЖАНИЕ Стр.

I. Общая часть 3
2. Водоснабжение 5
3. Канализация I8
4. Очистка сточных вод 22
4.I. Рекомендуемые методы 23
4.2. Очистка цианосодержащих сточных вод . . . 28
4.3. Очистка хромсодержащих сточных вод . . . 4С
4.4. Нейтрализация и очистка кислотно-щелочных сточных вод 68
4.5. Обезвреживание стоков, содержащих ионы тяжелых металлов. 82
4.6. Оборудование, арматура и трубопроводы. . 87
4.7. Определение количества осадка и его обработка. I02
5. Штаты I05
6. Строительные решения. I06
7. Список литературы I08

Приложения:

I. Техническая характеристика анионитов. I09
2. Техническая характеристика катионитов I11
3. Область применения анионитов. I13
4. Область применения катионитов I15
5. Основные технические характеристики применяемых реагентов I19
6. Характеристика наиболее часто встречающихся химических веществ I42
7. Материал для прокладочных соединений. I48
8. Форма задания на проектирование водопровода и канализации цеха гальванопокрытий I50
9. Сравнение градусов жесткости воды по различным системам I5I

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), I98I

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящие рекомендации, разработанные институтом ГПИ Сантехпроект, являются продолжением работы по обобщению опыта проектирования систем водоснабжения и канализации участков и цехов гальванопокрытий и утверждены как обязательные в организациях Всесоюзного объединения Сантехпроект.

Емкостное оборудование, насосы, арматуру и трубопроводы следует подбирать по каталогам оборудования для станций нейтрализации гальванических цехов (часть X, раздел 5, подразделы 20,21 и 22), издаваемым ГПИ Сантехпроект.

Вопросы автоматизации, электроснабжения, строительные решения этой работой не рассматриваются.

С выходом настоящих рекомендаций анулируются "Рекомендации по проектированию водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий" Б3-49, выпуск 1975 г.

I. Общая часть

I.I. Рекомендации разработаны в развитие глав СНиП П-31-74 и П-32-74 по вопросам водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий.

I.2. В проектах следует предусматривать мероприятия, позволяющие контролировать и сокращать расходы воды и стоков, применять рациональные схемы промывки изделий.

I.3. При разработке проектов следует обращать внимание на возможность повторного использования воды. С этой целью необходимо проводить технико-экономические расчеты вариантов.

I.4. Терминология, принятая в технологическом процессе гальванопокрытий.

I.4.I. Технологическая (основная) ванна - ванна,

предназначенная для химической и электрохимической обработки деталей.

I.4.2. Ванна промывки - ванна для промывки деталей, т.е. удаления с их поверхности раствора, оставшегося после обработки в технологической ванне.

I.4.3. Одноступенчатая или одинарная промывка - промывка деталей в одной ванне с проточной водой.

I.4.4. 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.

I.4.5. Ступенчатая прямоточная (каскадная) промывка - промывка последовательно в нескольких ваннах с раздельной подачей воды. Сток воды в канализацию производится от каждой ванны.

I.4.6. Ванна улавливания (эконом-ванна) - ванна для промывки деталей после обработки в технологической ванне с непроточной водой. 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.

I.4.7. Кратность разбавления (критерий промывки) - отношение концентрации основного компонента в технологической ванне к концентрации того же компонента в ванне последней промывки.

I.4.8. Основной компонент данного раствора (электролита) такой, для которого критерий промывки является наибольшим.

I.4.9. Удельный расход воды на промывку - количество воды, необходимое для промывки одного квадратного метра поверхности промываемых деталей при соблюдении заданного критерия промывки.

I.4.IO. Удельный вес раствора - количество раствора, перенесенного одним квадратным метром поверхности промываемых деталей.

I.4.II. Промываемая поверхность - суммарная поверхность деталей и приспособлений (подвесок, сеток, корзин, барабанов и пр.), вносимых в ванны промывки.

II. Водоснабжение

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

2.2. Для обеспечения требуемого качества покрытий необходимо промывать изделия в воде достаточной чистоты. Особенно нежелательно присутствие в промывной воде солей временной или карбонатной жесткости.

2.3. Качество воды определяется технологическими требованиями.

Может быть использована вода из городского или технического водопровода, от локальных систем водоподготовки или повторно после станций доочистки сточных вод.

Нормируемые требования к качеству воды, для промывных операций приведены в табл. I.

Таблица I

Показатели качества исходной воды	Источник водоснабжения	Область применения
По ГОСТу 2874-73	Городской водопровод	Во всех случаях, не указанных для обессоленной воды
Электропроводность воды до 50 мк См/см, жесткость не более I,8 мг-экв/л	От узла водоподготовки	Для промывки перед обработкой в электролитах, составленных на обессоленной воде, при специальных требованиях к качеству и внешнему виду деталей, для особо ответственных деталей, для ванн улавливания

2.4. При разработке проектов водоснабжения необходимо выполнить требования действующих нормативных документов, ГОСТа 9.047-75, правил по рациональному водопользованию в промышленности и других документов.

2.5. Качество и надежность гальванопокрытий зависит от качества промывки изделий. Растворы и растворенные в них вещества, оставшиеся на поверхности деталей, при промывке полностью не удаляются, а только понижается их концентрация путем разбавления выносимого раствора промывочной водой. При этом, концентрация загрязнений должна быть снижена до такой степени, чтобы оставшиеся вещества не могли оказать вредных воздействий на растворы в последующих технологических ваннах и не давали осадков на поверхности деталей при сушке.

2.6. Кратность разбавления обуславливается видом и чувствительностью следующей технологической ванны, а при промывке, после окончательного покрытия - требованиями антикоррозийной стойкости и внешнего вида покрытия.

2.7. Для сокращения времени на промывные операции в необходимых случаях предусматривается воздушное или механическое перемешивание воды в промывных ваннах.

2.8. Для сокращения уноса растворов из основных технологических ванн необходимо предусматривать следующие мероприятия: промывные детали должны подвешиваться так, чтобы раствор мог быстро вытекать из имеющихся полостей, грани и плоскости деталей должны быть наклонены на $10-15^{0}$ к горизонтали; детали из ванн должны вынимать с выдержкой не менее 10с; вынутые детали следует встряхивать или обдувать; разрывы между технологическими и промывными ваннами закрываются козырьками, которые должны иметь уклон в сторону технологической ванны.

2.9. Для обеспечения стабильных условий промывки, при экономичном расходе воды, следует организовать контроль и регулирование расхода воды по цеху в целом и по отдельным ваннам.

На водопроводном вводе в цех должен быть установлен водомер и обеспечена ежесуточная запись расхода воды.

На отдельных технологических линиях должны быть установлены расходомеры, например, ротаметры со шкалой, соответствующей расчетному расходу воды.

Для обеспечения стабильности режима подачи воды, на водопроводной магистрали, питающей технологическую линию, и на каждом ответвлении к промывочным ваннам, должны устанавливаться вентили для эксплуатационных нужд и ограничители расхода, настраиваемые при наладке режима промывки.

Ограничителями могут служить вентили или пробочные краны со снятыми ручками управления, шайбы и т.д.

2.10. С целью обеспечения постоянного расхода воды целесообразно предусматривать установку регуляторов давления на вводе в цех.

Условная схема водопотребления для промывных операций в гальваническом цехе приведена на рис. 1.

2.11. Схемы наиболее часто применяемых промывок в соответствии с ГОСТом 9.047-75 приведены на рис.2.

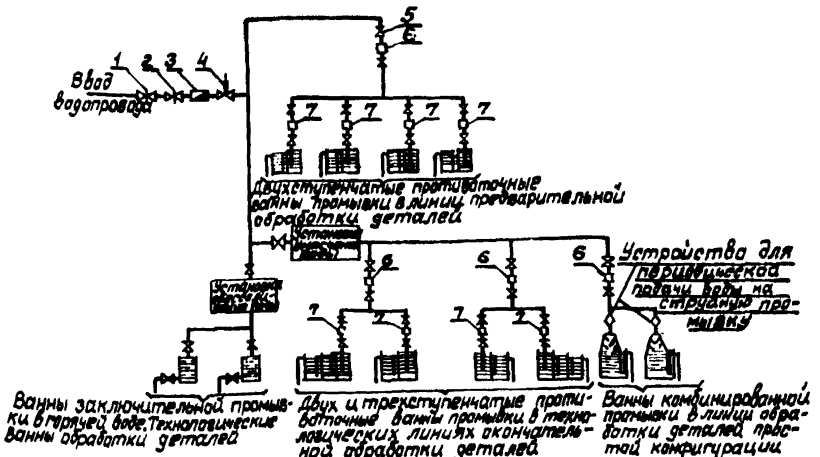


Рис.I. Условная схема водопотребления в гальваническом цехе

I - задвижка; 2 - электрозадвижка; 3 - счетчик воды; 4 - регулятор давления "после себя"; 5 - вентили запорные; 6 - индикаторы расхода воды на технологические линии; 7 - индивидуальные индикаторы расхода воды простейшего типа (для больших ванн).

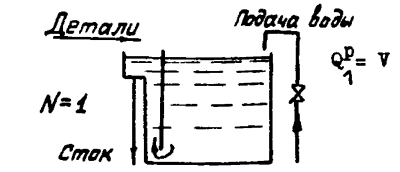
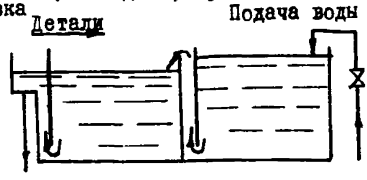
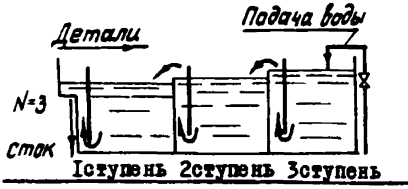
Наименование	Условия для выбора схемы промывки	Примечания
Сдноступенчатая промывка  		Исключение составляют промывки после химического или электрохимического обезжиривания перед обработкой в кислых растворах; анодного окисления, электрополирования перед нейтрализацией; снятие ила ма. В указанных случаях применять двухступенчатую промывку.
Двухступенчатая противоточная (каскадная) промывка  	$Q^р_1 > V > Q^р_2$	В технически обоснованных случаях, например, если в первой ванне промывки должна быть холодная вода, а в последующей - горячая (теплая) или если в автоматических линиях по конструктивным соображениям необходимо раздельное размещение ванн промывки, допускается применение прямоточной промывки (подвод воды отдельно в каждую ванну)
Трехступенчатая противоточная (каскадная) промывка  	$Q^р_2 > V > Q^р_3$	При невозможности установки в действующих цехах двух- или трехступенчатой промывки допускается для деталей, обрабатываемых на подвесках, сокращение одной ступени от расчетного количества при условии применения комбинированного метода промывки.

Рис.2. Схемы промывок

N- число ступеней (ванн) промывок.

$Q^р_1, Q^р_2, Q^р_3$ - расчетный расход воды, соответственно при одно-двух и трехступенчатой промывке, л/ч

V - объем воды в каждой ванне промывки, л.

2.I2. Выбор метода промывки в соответствии с ГОСТом 9.047-75 осуществляется по табли 2

Таблица 2

Наименование метода промывки	Условные обозначения	Область применения
Погружной[1,2] - промывка в ваннах, заполненных водой, при непрерывном перемешивании	П	При обработке на подвесках деталей, имеющих пазы, щели, углубления и т.п. При обработке деталей насыпью
Струйный[3] - промывка из душирующих сеток или форсунок	С	При обработке на подвесках деталей преимущественно простой конфигурации
Комбинированный[2] - последовательно погружной и струйный в одной и той же ванне (при двух и трехступенчатой противоточной промывке - только в последней ступени)	К	При обработке на подвесках деталей средней и сложной конфигурации, не имеющих пазов, щелей, углублений и т.п. Для промывки изделий после обработки в трудно смываемых растворах

Примечания. I. Допускается отсутствие перемешивания при слабых контактах на подвесочных приспособлениях, при обработке легко окисляющихся деталей, при обработке в барабанах и колоколах.

2. Минимальная продолжительность промывки - 20 с.

3. Допускается промывка крупногабаритных и сложнопрофилированных деталей из цинка.

2.I3. Промывка в проточной воде при погружном и комбинированном методе может быть:

одинарной, ступенчатой противоточной или прямоточной.

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 (см. табл. 3).

Таблица 3

Температурный режим воды[1]	Температура, С	Условные обозначения	Область применения
Холодная[2]	Не нормируется	Х	Во всех случаях, кроме перечисленных, для "Т" и "Г"
Теплая 3,4	40-50	Т	После операции обезжиривания, хромирования, травления легких сплавов, снятия шлама, анодного окисления, перед и после химического оксидирования черных металлов.
Горячая[3,4]	70-90	Г	Перед сушкой деталей (кроме хроматированных по цинку и кадмию, Хим. Окс-фос и Хим. Окс-фтор по алюминию)

Примечания:

I. Если при каскадной промывке в последней ступени предусматривается теплая или горячая вода, то в первой ступени температура воды не нормируется.

2. Температура воды для промывки перед никелированием должна быть не ниже $I5^{0}$С.

3. Если при каскадной промывке в первой ступени предусматривается теплая или горячая вода, а во второй -

холодная, то в ванне первой ступени производят местный подогрев.

4. При обработке в барабанах или колоколах из полиэтилена, оргстекла или винипласта, промывку перед сушкой производят в теплой воде.

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

В отдельных случаях, при использовании предварительно умягченной воды, может быть применена трехступенчатая противоточная промывка. В этом случае также можно применить двухступенчатую противоточную промывку в обычной воде и затем ополаскивание промытых деталей в непроточной ванне с умягченной водой, которая периодически меняется.

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

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

2.15. В соответствии с ГОСТом 9.047-75 расход воды на промывку определяется по формуле:

$$Q^P = q\sqrt[N]{K^o} \cdot F \,, \qquad (I)$$

где Q^P - расход воды на промывку, л/ч;

q - удельный вынос раствора (электролита) из ванны поверхностью деталей, л/м^2;

N - количество ступеней (ванн) промывки;

K^o - критерий окончательной промывки деталей;

F - промываемая поверхность деталей, м^2/ч.

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

Значения q - в зависимости от метода обработки и принятой продолжительности стекания раствора с деталей (τ ст) приведены в табл. 4

Таблица 4

Характер стекания раствора с поверхности деталей	Удельный вынос раствора, q, л/м^2		
	деталями на подвесках, $\tau_{ст.}$=6с	при загрузке деталями насыпью (в колоколах, барабанах, корзинах, сетках), $\tau_{ст.}$ =I5с	деталями на подвесках и насыпью после обработки в агрессивных растворах, τ ст. не регламентируется
Хорошее	0,I	0,2	-
Удовлетворительное	0,2	0,4	-
Плохое	0,4	0,5	0,7

При наличии экспериментальных данных для конкретных деталей допускается изменение величины выноса.

Критерий окончательной промывки (K^o) показывает во сколько раз следует снизить концентрацию основного компонента раствора (электролита), выносимого поверхностью деталей до предельно допустимых значений в последней ванне данной операции.

$$K^o = \frac{C_o}{C_n}, \qquad (2)$$

где C_o - концентрация основного компонента в растворе (электролите), применяемом для операции, после которой производится промывка, г/л;

C_n - предельно допустимая концентрация основного компонента в воде после операции промывки (г/л), определяемая по табл. 5

Таблица 5

Наименование компонента или иона электролита (раствора)	Наименование операции или характеристика электролита (раствора), перед которыми производится промывка	Предельно допустимая концентрация основного компонента в воде после операции промывки (Сп), г/л
Общая щелочность в пересчете на едкий натр	Щелочной	0,8
	Кислый или цианистый, сушка	0,I
	Перед анодным окислением алюминия и его сплавов	0,05
Красители (для окрашивания покрытий Ан.ОКс)	Межоперационная промывка, сушка	0,005
Кислота в пересчете на серную	Кислый	0,I
	Щелочной	0,05
	Цианистый	0,0I
	Наполнение и пропитка покрытий, сушка	0,0I
$CN^-_{общ.}$, Sn^{2+}, Sn^{4+}, Zn^{2+} Cr^{6+}, Pb^{2+}	Межоперационная промывка, сушка	0,0I
CNS^-, Ca^{2+}	Межоперационная промывка, сушка	0,0I5
Cu^{2+}, Cu^+	Никелирование	0,002
	Сушка	0,0I
	Меднение	0,02
Ni^{2+}	Хромирование,	
	Сушка	0,0I
Fe^{2+}	Сушка	0,I5
Соли драгоценных металлов в пересчете на металл	Сушка	0,00I

Если перед промывкой производят улавливание электролита, то величину K^0 уменьшают введением коэффициентов:

при одной ванне улавливания - 0,4;
при двух ваннах улавливания - 0,I5;
при трех ваннах улавливания - 0,06.

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

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

одноступенчатая промывка

$$Q_1^p = q \cdot K^0 \cdot F, \qquad (3)$$

двухступенчатая промывка

$$Q_2^p = q\sqrt{K^0 \cdot F}, \qquad (4)$$

трехступенчатая промывка

$$Q_3^p = q\sqrt[3]{K^0 \cdot F}, \qquad (5)$$

Общий расход воды при прямоточной промывке составит:

для двухступенчатой - $2 \cdot Q_2^p$;

для трехступенчатой - $3 \cdot Q_3^p$

Для расчетных расходов воды вводят следующие коэффициенты:

при возможном падении напора в водопроводной сети - I,50;
при струйном методе промывки - 0,7;
при комбинированном методе промывки - 0,5.

2.I6. При расчетном расходе воды менее 50 л/ч и отсутствии средств, обеспечивающих стабильность подачи воды, минимальный расход принимают равным 50 л/ч.

2.I7. Для облегчения расчета расхода воды используют

номограмму (см.рис.3), по которой определяется удельный расход воды (в л/м^2 обрабатываемой поверхности):

при одноступенчатой промывке - $q_1^{уд}$;

при двухступенчатой промывке - $q_2^{уд}$;

при трехступенчатой промывке - $q_3^{уд}$.

2.18. Сети водопровода должны прокладываться открыто с нерабочей стороны рядов ванн или под обслуживающими площадками. Арматура на трубопроводах должна устанавливаться в местах, удобных для обслуживания.

2.19. Материал для системы водоснабжения выбирается по действующим нормам в зависимости от качества подаваемой воды.

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

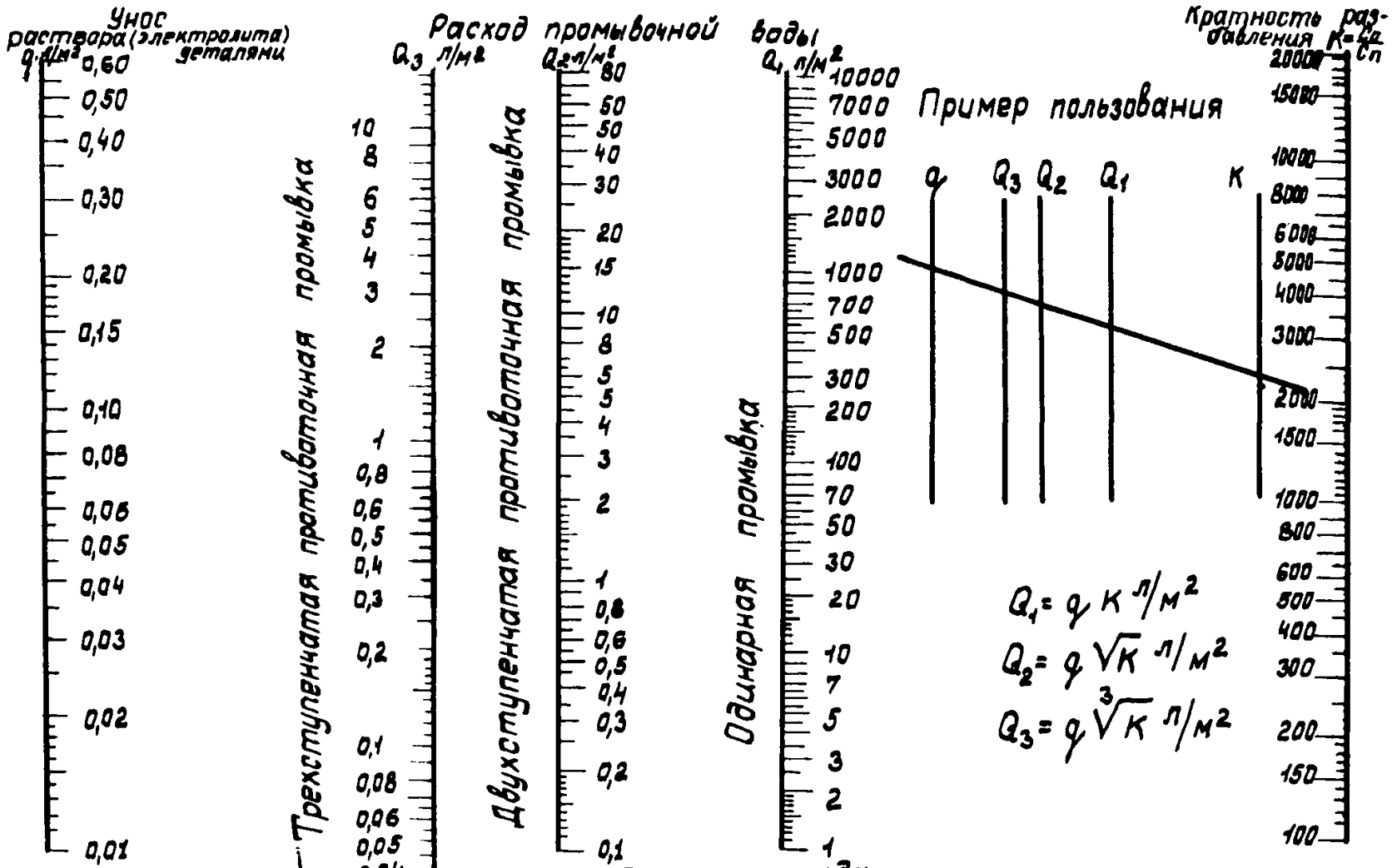


Рис.3. Номограмма для определения расхода воды на промывку

Ш. Канализация

3.I. Обязательным требованием к проектам канализации является охрана водоемов от загрязнения. При этом руководящими материалами служат: "Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами", "Инструкция по приему промышленных сточных вод в городскую канализацию", глава "СНиП П-32-74. Канализация.

Наружные сети и сооружения" и другие нормативные документы.

3.2. Сточные воды гальванических цехов содержат растворенные неорганические соединения: хром, циан, медь, цинк, никель и другие.

После обезвреживания и очистки сточные воды, как правило, необходимо направлять в сеть бытовой канализации.

Предельно допустимые концентрации(ПДК) для наиболее часто встречающихся веществ приведены в табл. 6.

3.3. 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;

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

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

фторсодержащие - от процессов травления, оловянирования, и других операций.

3.4. По режиму сброса и по концентрации все сточные воды делятся на 2 группы:

а) постоянно поступающие промывные сточные воды, образующиеся при промывке изделий в проточных ваннах

Таблица 6

Наименование вещества	ПДК в водных объектах		ПДК в промышленном стоке при сбросе очищенных городских сточных вод в водный объект	
	Хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования	Рыбохозяйственного водопользования	хозяйственно питьевого и культурно-бытового водопользования	рыбохозяйственного водопользования
I. Железо (Fe^{3+})	0,5	—	5,2	
2 Кадмий (Cd^{2+})	0,0I	0,005	0,04	0,025
3 Калий катион	-	50,0	-	-
4 Кальций -"-	-	I80,0	-	-
5 Магний -"-	-	40,0	-	-
6 Мышьяк (As^{3+})	0,05	0,05	0,2	0,2
7 Медь	I,0	0,00I	0,5	0,I
8 Натрий		I20		
9 Никель	0,I	0,0I	0,44	0,04
I0 Нитраты (по азоту)	I0,0	9,I	-	-
II Нитриты		0,08	-	-
I2 Нефтепродукты	0,I-0,3	0,05	4,4	0,7
I3 Роданиды	0,I	-	-	-
I4 Ртуть (Hg^{2+})	0,005	-	0,005	-
I5 Свинец (Pb^{2+})	0,I	0,I	0,44	0,42
I6 Сульфанол НП-I	-	0,2	-	0,2
I7 СП-7	0,4	0,3	0,4	0,3
I8 ОП-I0	I,5	0,5	I,5	0,5
9 Фтор (F^-)	I,5	0,05	-	-
20 Фенолы	0,00I	0,00I	0,05	0,05
2I Хлориды	-	300,0	По общему солесодержанию	
22 Сульфаты	-	I00		
23 Хром $^{3+}$	0,5	-	5,0	0,I
24 Хром $^{6+}$	0,I	0,00I	0,I	-
25 Цианиды (CN^-)	0,I	0,05	I,5	-
26 Цинк	I,0	0,0I	6	0,06

после обработки их в основных;

б) отработанные концентрированные растворы, сбрасываемые периодически из основных ванн.

3.5. Отработанные концентрированные электролиты, содержащие кислоту и щелочь следует направлять в отдельные емкости и по возможности использовать их как реагенты для нейтрализации сточных вод.

Отработанные хром- и цианосодержащие растворы, а также растворы, содержащие другие ценные вещества, должны подвергаться регенерации и возвращаться в производство.

Возможность регенерации и ее технология должна определяться технологической частью проекта.

При невозможности повторного их использования они обезвреживаются раздельно или совместно с промывными сточными водами.

3.6. Каждый вид стоков канализуется отдельно по системам канализации:

кислотнощелочных стоков, хромсодержащих стоков, цианосодержащих стоков, фторсодержащих стоков и др.

При соответствующем обосновании и выборе метода очистки допускается (кроме цианосодержащих стоков) объединение их в одну систему канализации (см. рис. 4).

3.7. Объем сточных вод определяется расходом воды на промывные операции, а также режимом сброса отработанных растворов и решается в технологической части проекта.

3.8. Сети канализации должны прокладываться открыто, в лотках или каналах.

Для удаления проливов необходимо устанавливать трапы с присоединением их к соответствующей данному участку системе канализации.

3.9. Трубы и арматура должны быть в коррозионностойком исполнении. Для канализования следует применять

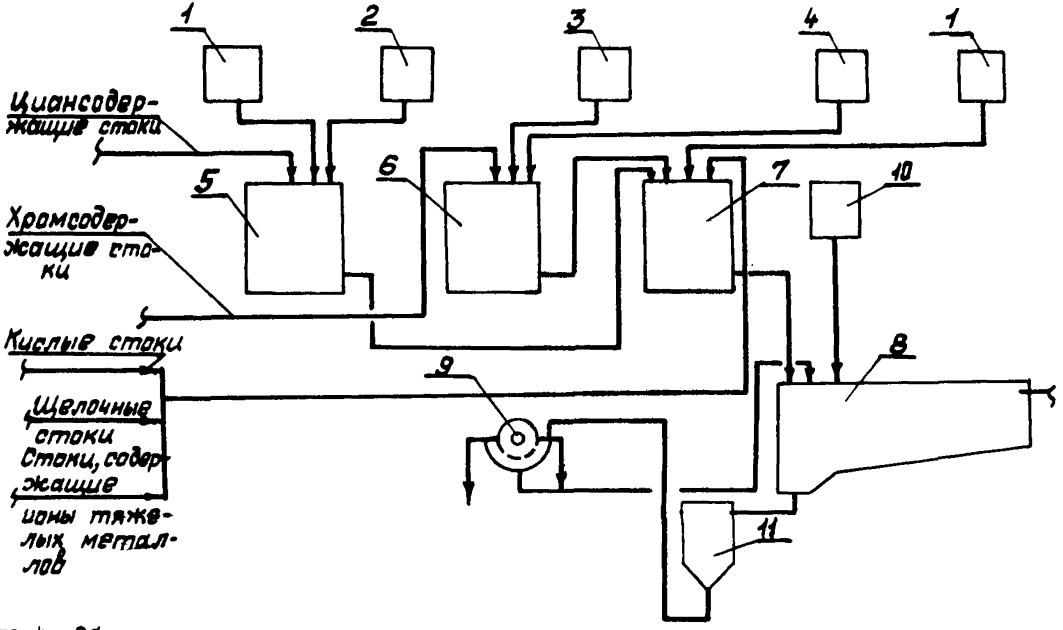


Рис.4. Общая схема канализования и очистки сточных вод цехов гальванических покрытий

I - щелочь; 2 - окислитель; 3 - кислота; 4 - восстановитель; 5 - очистка от цианидов; 6 - очистка от хроматов; 7 - нейтрализация; 8 - отстаивание; 9 - обезвоживание; IO - флокулянт; II - шламонакопитель.

трубы из полиэтилена высокой и низкой плотности, полипропилена, поливинилхлорида, фторопласта и др.

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

4. Очистка сточных вод

4.I. Выбор схемы и рекомендуемые методы очистки приведены в табл. 7.

4.I.I. В настоящее время не существует единого метода очистки по всем видам загрязнения. Очистка стоков ведется суммой различных методов, т.к. постоянно появляются новые вещества, новые технологические процессы, при которых возникают новые композиции.

4.I.2. Основные существующие методы:

реагентный, ионообменный, электрохимический, озонирование, гиперфильтрация, биологическая очистка.

4.I.3. Выбор метода зависит:

от состава сточных вод; концентрации загрязнений; необходимости и возможности повторного использования очищенной воды; режима поступления.

4.I.4. Выбор схемы очистки необходимо решать в зависимости от объема сточных вод, требований и надежности системы, утилизации ценных компонентов.

4.I.5. Схема очистки может быть: периодического действия; непрерывного действия; смешанная.

Выбор схемы определяется методом очистки и объемом сточных вод.

Для реагентного метода очистки периодическая схема может быть рекомендована при объеме сточных вод I0-30м^3/ч. При большем объеме рекомендуется смешанная или непрерывная схема очистки.

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Таблица 7

Вид сточных вод	Усреднение	Реагентный	Ионный обмен	Адсорбция на активированном угле	Электро - диализ	Электро-коагуляция	Гиперфильтрация (обратный осмос)	Электролиз
Кислотно-щелочные стоки с солями тяжелых металлов и другими соединениями	При любых концентрациях. Обеспечивает выравнивание расхода стока концентрации примесей, pH	При любых концентрациях: 1) Отстаиванием: обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов примесей никеля, меди, кадмия, цинка в пределах растворимости гидроксидов 2) с отстаиванием и фильтрацией обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов	До 10мг-экв/л общего содержания. Недопустимо содержание в стокеорганических растворителей, масел, сильных окислителей. Обеспечивает получение воды с эл.сопротивлением до 50 мкСм/см	Не рекомендуется. Возможно применение в качестве доочистки от органических растворимых соединений и следов тяжелых металлов. Обеспечивает практически полное удаление органических соединений	Не рекомендуется	Возможно применение при содержании масел и механических примесей с концентрацией до 1 г/л при расходе стоков до 15м3/ч (с дополнительной корректировкой pH до 8,5 при необходимости более глубокой очистки от ионов тяжелых металлов)	Не рекомендуется	Не рекомендуется
Хромсодержащие стоки с содержанием других тяжелых металлов	При любых концентрациях обеспечивает выравнивание расхода стоков , pH	При любых концентрациях обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов	До 10 мг-экв/л общего солесодержания. Недопустимо содержание в стоке масел, органических растворителей. Обеспечивает получение воды с эл.сопротивлением до 50 мкСм/см	Возможно при смеси активированного угля с ионообменными смолами при концентрациях хрома до 100 мг/л	Не рекомендуется	До 100-150 мг/л по шестивалентному хрому и до 50 мг/л по сумме тяжелых металлов обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов при исходной величине pH≥5 и исходном соотношении концентрации хрома и суммы тяжелых металлов≥2:1	Возможно применение как локальных установок в целях извлечения хромовых соединений и повторного их использования	Возможно при концентрации до 2 г/л

Продолжение таблицы 7

Вид сточных вод	Методы очистки сточных вод							
	Усреднение	Реагентный метод	Ионный обмен	Адсорбация на активированном угле	Электро диализ	Электро-коагуляция	Гиперфильтрация (обратный осмос)	Электролиз
Цианосодержащие стоки с простыми и комплексными цианидами (не содержащими драгоценных металлов: золото, серебро и металлы платиновой группы)	При любых концентрациях	При любых концентрациях. Обеспечивает до ПДК по цианидам. Примеси меди, кадмия, цинка в пределах растворимости. С отстаиванием и фильтрацией обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов	Возможно применение при низких концентрациях цианидов до 5-10 мг-экв/л. Обеспечивает получение воды с эл. сопротивлением до 50 мкСм/см	Возможно при окислении кислородом при средней концентрации до 35 мг/л. Обеспечивает полную очистку как от CN^-, так и от катионов металлов	Возможно применение при концентрациях до 150-250 мг/л. Обеспечивает очистку в пределах ПДК в воде водоемов и выше, с возвратом концентратов в производство	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Возможно при концентрации цианидов $\geq$0,2г/л
Фторсодержащие стоки	То же	При любых концентрациях обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов при последующей дополнительной очисткой	Возможно применение при концентрации до 5-10 мг/л. В виду большой агрессивности элюата концентрировать его до 500 мг/л. Применение ограничено	Не рекомендуется	Возможно применение при концентрации до 20-50 мг/л обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов и выше	Возможно применение при концентрации до 50-100мг/л. обеспечивает очистку до ПДК в воде водоемов	То же	Не рекомендуется
Никельсодержащий сток: от процессов химического никелирования	При любых концентрациях	При любых концентрациях, совместно с кислотно-щелочными стоками. Остаточный никель в пределах растворимости	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется

Продолжение таблицы 7

Вид сточных вод	Методы очистки сточных вод							
	Усреднение	Реагентный	Ионный обмен	Адсорбация на активированном угле	Электродиализ	Электрокоагуляция	Гиперфильтрация (обратный осмос)	Электролиз
От процессов электрохимического никелирования	При любых концентрациях	При любых концентрациях, совместно с кислотно-щелочными стоками. Остаточный никель в пределах растворимости	Возможно использование в целях возврата никеля и воды при общем содержании 5-10 мг-экв/л	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется
Цинксодержащие сточные воды	То же,	При любых концентрациях. Очистка с применением известкового молока не обеспечивает ПДК в воде водоемов, с применением аммиачной воды обеспечивает ПДК	Возможен при общем солесодержании до 5-10 мг-экв/л.	Возможно очистка только кислых цинксодержащих стоков при небольших количествах	То же	То же	То же	То же
Медьсодержащие стоки: от процессов травления в смеси кислот	Обязательно для выравнивания концентрации	Выделение меди цементацией на алюминиевой стружке при концентрации меди не более 1 г/л	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Рекомендуется при концентрации меди 1-20 г/л

Продолжение таблицы 7

Вид сточных вод	Методы очистки сточных вод							
	Усреднение	Реагентный метод	Ионный обмен	Адсорбция на активированном угле	Электродиализ	Электрокоагуляция	Гиперфильтрация (обратный осмос)	Электролиз
От процессов меднения химического и электрохимического	Обязательно для выравнивания концентрации	При любых концентрациях совместно с кислотно-щелочными обеспечивает очистку в пределах растворимости	Возможно при общем солесодержании до 5-10 мг-экв/л	Возможна очистка только кислых стоков с концентрацией меди не более 100 мг/л	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Рекомендуется при концентрации меди 1-20 г/л
Свинецсодержащие сточные воды	То же	При любых концентрациях обеспечивает ПДК в воде водоемов	То же	Не рекомендуется	-"-	-"-	-"-	Не рекомендуется

4.I.6. Выбор метода и схемы очистки сточных вод должен проводиться с учетом сравнения технико-экономических показателей различных вариантов, при этом необходимо учитывать:

возможность блокировки сооружений с основным производством или выделение станций очистки в самостоятельное сооружение;

дополнительные требования местных органов государственного надзора;

возможность использования отработанных электролитов на собственные нужды станции очистки;

качественный и количественный состав по каждому виду стоков;

возможность повторного использования очищенной воды; место выпуска сточных вод;

возможность получения заказчиком необходимых реагентов и оборудования, сооружений, электроэнергии, наличие площади для очистных сооружений.

В технологическом задании должен быть решен вопрос о необходимости резерва по производительности очистных сооружений с учетом перспективного развития производства.

4.I.7. В составе очистных сооружений, кроме помещений для основных технологических процессов, следует предусматривать помещения реагентного хозяйства, лабораторий, КИП и автоматики, венткамер, складского хозяйства, бытовок, электрических установок;

4.I.8. На очистных сооружениях должен предусматриваться технический и лабораторный контроль за их работой, а также учет количества поступающих сточных вод, сжатого воздуха, электроэнергии и т.д.

4.I.9. Оборудование должно применяться, как правило, заводского изготовления, за исключением случаев, оговоренных с заказчиком.

В проектах должна предусматриваться максимальная

механизация и автоматизация тяжелых и вредных для здоровья людей процессов.

4.I.IO. В целях экономии металла необходимо широко использовать неметаллические трубы, оборудование и арматуру с общим снижением металлоемкости систем.

4.2. Очистка цианосодержащих сточных вод

4.2.I. Очистка от цианистых соединений может быть осуществлена следующими методами:

реагентным - окислением цианидов до цианатов, с последующим их разложением;

электрохимическим - путем электролиза простых и комплексных цианидов.

Токсичными свойствами обладают следующие соединения: $NaCN$, KCN, $CuCN$, $Fe(CN)_2$, $[Cu(CN)_2]^-$, $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Cu(CN)_4]^{3-}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$.

4.2.2. Очистка сточных вод реагентным методом.

Очистка цианосодержащих сточных вод должна производиться, как правило, "активным хлором" в щелочной среде путем окисления цианидов до цианатов. Цианат далее гидролизуется до карбонатов и аммония.

Для окисления цианидов могут быть использованы другие реагенты - окислители: перекись водорода, пермаганат калия, озон, кислород.

Источником получения активного хлора являются: хлорная известь $CaOCl_2$, гипохлорит кальция $Ca(OCl)_2$, гипохлорит натрия $NaOCl$, жидкий хлор Cl_2.

Доза реагента при окислении "активным хлором" рассчитывается на основании химических реакций.

Реакции окисления описываются следующими уравнениями:

а) окисление гипохлоритом простых растворимых циани-

дов

$$CN^- + OCl^- \longrightarrow CNO^- + Cl^-; \qquad (6)$$

комплексных растворимых цианидов меди и цинка

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

$$[Zn(CN)_4]^{2-} + 4OCl^- + 2OH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 4\,CNO^- + 4Cl^- + Zn(OH)_2\downarrow \qquad (8)$$

Образующиеся в результате окисления цианидов **цианат-ионы** CNO гидролизуются в воде по уравнению:

$$CNO^- + 2H_2O \longrightarrow CO_3^{2-} + NH_4^+ \qquad (9)$$

При добавочном введении гипохлорит-иона цианат-ион гидролизуется по уравнению:

$$2\,CNO^- + 3OCl^- + 2H^+ \longrightarrow 2CO_2\uparrow + 3Cl^- + N_2\uparrow + H_2O \qquad (10)$$

Оптимальные условия окисления цианатов соответствуют pH=6,5;

б) окисление жидким хлором

простых растворимых цианидов

$$CN^- + Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow CNO^- + 2Cl^- + H_2O \qquad (11)$$

комплексных растворимых цианидов

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 3Cl_2 + 8OH^- \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 3CNO^- + 6Cl^- + Cu(OH)_2\downarrow + 3H_2O \qquad (12)$$

При работе с жидким хлором следует иметь ввиду, что при растворении его в воде происходит подкисление воды в результате реакции:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl, \qquad (13)$$

по которой вместе с хлорноватистой кислотой образуется соляная кислота. Поэтому окислять цианиды жидким хлором возможно только при постоянном добавлении щелочи для нейтрализации свободной кислоты. При несоблюдении этих условий образуется токсичный хлорциан, являющийся продуктом прямого хлорирования цианидов

$$2CN + Cl_2 \longrightarrow 2ClCN \qquad (14)$$

Образование хлорциана не происходит при применении гипохлорита кальция, получающегося по реакции

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow Ca(OCl)_2 + CaCl_2 + 2H_2O. \quad (15)$$

в) окисление перманганатом (следует применять при наличии отходов его на производстве)

простых растворимых цианидов

$$3CN^- + 2MnO_4^- + H_2O \longrightarrow 3CNO^- + 2MnO_2\downarrow + 2OH^-; \quad (16)$$

комплексных растворимых цианидов

$$3[Cu(CN)_3]^{2-} + 7MnO_4^- + 5H_2O \longrightarrow 9CNO^- + 3Cu(OH)_2\downarrow + 7MnO_2\downarrow + 4OH^- \quad (17)$$

Из приведенных реакций (6,7,8) следует, что на I мг простого цианида и на I мг цианида, входящего в комплекс с цинком, требуется 2,73 мг "активного хлора", а на I мг цианида, входящего в комплекс с медью, требуется 3,18 мг "активного хлора".

Обычно при расчетах принимается 3,5–4 мг "активного хлора" на I мг циана.

На практике следует проверять и корректировать принятую дозу реагента на реальной сточной воде пробным хлорированием, так как сточная вода может иметь свою хлороемкость, то есть содержать, помимо цианидов , вещества, окисляющиеся "активным хлором".

Оптимальные условия окисления цианидов соответствуют pH=10–11.

При применении хлорной извести или гипохлорита кальция рабочий раствор реагента приготавливается в виде 5%-го по "активному хлору".

При применении гипохлорита натрия допускается использование концентрированного раствора.

Для обеспечения контакта очищаемых цианстоков с раствором щелочи и с реагентом следует предусматривать

в камере реакции перемешивание механическое или гидравлическое. Перемешивание сжатым воздухом не рекомендуется, так как при этом происходит отдув цианистых соединений в помещение.

Перемешивание сжатым воздухом допускается при обеспечении герметичности реакторов.

При соблюдении указанных оптимальных условий на контакт сточных вод с реагентами требуется 3-5 минут. Полнота обезвреживания цианосодержащих стоков "активным хлором" гарантируется наличием в конце обезвреживания 2-3 мг/л остаточного "активного хлора",

г) окисление перекисью водорода

простых цианидов

$$NaCN + H_2O_2 \longrightarrow NaCNO + H_2O \qquad (I8)$$

комплексных цианидов

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 3H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 3CNO^- + Cu(OH)_2\downarrow + 3H_2O \qquad (I9)$$

Оптимальная величина pH=IO-II.

Использование перекиси водорода рекомендуется для обезвреживания относительно концентрированных (концентрация $CN^- > I$ г/л) сточных вод. В этом случае удельный расход перекиси водорода составляет 5,5-6,5 г/г CN^-, при концентрации CN^- в сточных водах $< I$ г/л удельный расход перекиси водорода, а также время обработки сточных вод значительно увеличиваются, что существенно снижает экономическую целесообразность способа.

Комплексные цианиды металлов окисляются перекисью водорода быстрее и легче, чем простые цианиды.

Достоинство этого способа:

отсутствие образования промежуточных токсичных соединений;

стабильность солесодержания обработанной воды;

самопроизвольное разложение избытка реагента в сточных водах;

сохранение активности растворов перекиси водорода

при длительном хранении и транспортировании.

Обработка сточных вод растворами перекиси водорода может осуществляться на установках периодического действия. Дозирование перекиси водорода должно быть полностью автоматизировано.

д) Окисление цианидов озоном:

$$CN^- + O_3 \rightarrow CNO^- + O_2 \uparrow \qquad (20)$$

Озон быстро реагирует с цианидами в слабощелочной среде. Оптимальная величина pH $\geq$ IO. Доза озона составляет I,8 мг на I мг цианид-иона. Принципиальную схему см. на рис. 5.

Для получения озона применяются озонаторы: ОПТ-I2I (производительность по озону I,6 кг/ч), ОПТ-3I5 (производительность по озону 3,6 кг/ч),ОПТ-5IO (производительность по озону 8 кг/ч), выпускаемые заводом-изготовителем "Курганхиммаш". Опытным заводом Дзержинского филиала НИИхиммаш выпускаются лабораторные озонаторы производительностью 7;8;I5;70;300;500;I000 г/ч;

е) окисление цианидов кислородом на активном угле:

процесс слагается из следующих операций:

абсорбция, окисление, регенерация. Абсорбция цианидов может производиться на следующих углях (в порядке убывания сорбционной способности) СКТ, БАУ, АГ-3- для простых цианидов, АГ-3, СКТ, БАУ - для комплексных цианидов меди.

Чаще всего используется уголь АГ-3 по ТУ Д2ГУ-3-I2-60 "Уголь активный", из-за преобладания в стоках комплексных цианидов.

Сорбированные цианиды окисляются растворенным кислородом. Все цианиды как простые, так и комплексные, окисляются до цианатов.

Лучшие результаты окисления получаются для комплексных цианидов меди $[Cu(CN)_2]^-$ и $[Cu(CN)_3]^{2-}$. Простые

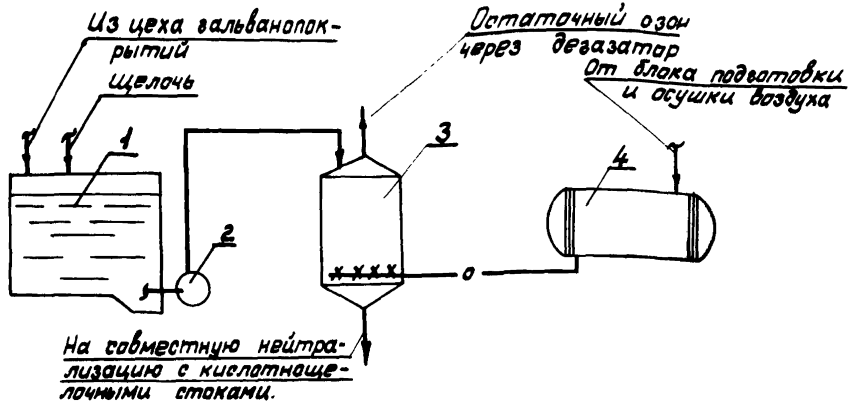


Рис.5. Принципиальная схема очистки циансодержащих сточных вод окислением озоном

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

цианиды и комплексные цианиды цинка и кадмия окисляются значительно медленнее.

Регенерация активного угля происходит в результате следующих реакций:

$$CNO^- + 3H_2O \longrightarrow HCO_3^- + NH_4OH \qquad (21)$$

и окисления цианатов

$$2\,CNO^- + 3/2O_2 + H_2O \longrightarrow N_2 + 2CO_2 + 2OH^- \qquad (22)$$

Окисление цианатов проводится барботированием технического кислорода. Растворимость кислорода в воде при парциальном давлении 80–100 мм. вод.ст. составляет 30–35 мг/л при 10 мин аэрировании в специальном аэраторе. Так как на 1 мг CN требуется 1 мг O_2, средняя концентрация цианидов в стоках не должна превышать 30–35 мг/л.

Оптимальное значение величины pH стоков составляет 6–9. Поступающая на окислительную колонну вода не должна содержать грубодисперсных примесей и масел.

Очищенная вода может быть использована после доочистки в системе оборотного водоснабжения или сброшена в городскую канализацию (см. рис. 6).

Загрузка колонны периодически (1–2 раза в год) обрабатывается раствором соляной кислоты для растворения адсорбированных солей металлов. Необходимость регенерации загрузки определяется по проскоку металлов в очищенную воду. Обработка загрузки производится 10%-ным раствором соляной кислоты, расход которой принимается из расчета трехкратного наполнения колонны.

4.2.3. Электрохимическая очистка.

При электролизе сточных вод, содержащих цианистые соединения, на аноде происходит электрохимическое

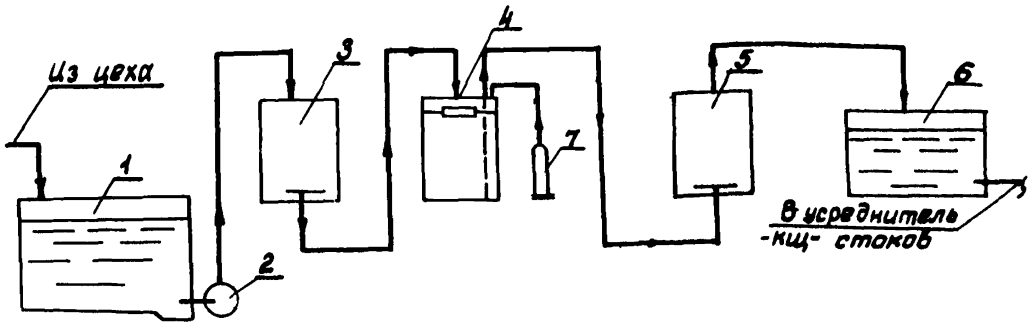


Рис.6. Принципиальная схема очистки цианосодержащих стоков кислородом на активном угле

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

окисление CN^- - ионов, а также комплексных анионов, содержащих CN^- группы; $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Cd(CN)_4]^{2-}$ и др.

с образованием цианат-ионов CNO^-

$$CN^- + 2OH^- - 2e \rightarrow CNO^- + H_2O \qquad (28)$$

$$[Cu(CN)_3]^{2-} + 6OH^- - 6e \rightarrow Cu^+ + 3CNO^- + 3H_2O \qquad (29)$$

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

$$2CNO^- + 4OH^- - 6e^- \rightarrow CO_2\uparrow + N_2\uparrow + 2H_2O \qquad (30)$$

На катоде происходит разряд H^+ - ионов с образованием газообразного водорода, а также разряд ионов Cu^+, Zn^{2+}, Cd^{2+}, образующихся при диссоциации комплексных ионов, содержащих CN^- - группы $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$ и др.

Для улучшения процесса необходима добавка к сточным водам хлористого натрия в концентрациях 5-10 г/л.

При этом происходят следующие реакции

$$2Cl^- - e^- \rightarrow Cl_2$$

$$Cl_2 + CN^- + 2OH \rightarrow CNO^- + 2Cl^- + 2H_2O$$

Следует применять:

аноды - из графитированного угля в виде плит или стержней по ГОСТу 11256-73, или из магнетита и двуокиси свинца;

катоды - из легированных сталей.

Анодную плотность тока следует принимать 0,5-2 А/дм^2. Для электрохимического окисления требуется теоретически 2,06 А.ч. на 1 весовую часть циана.

Удельный расход электроэнергии при содержании 200 мг/л цианидов, составляет 40 кВт.ч/м^3, при этом в стоке содержится до 200 мг/л, "активного хлора".

Величину рабочего тока J ориентировочно можно определить по формуле

$$J = 2{,}06 \cdot Co \cdot V/2 \cdot \tau, \qquad (31)$$

где Со - исходная концентрация цианидов, г/м^3;

V - объем сточных вод в электролизере;

η - выход по току (принимается равным 0,6 ÷ 0,8);

t - заданное время обработки.

Степень очистки сточных вод от цианидов достигает 100%. В виде катодных осадков утилизируется до 80% общего количества металла, содержащегося в сточных водах. Остальное количество металлов удаляется в виде гидроокисей (см. рис.7).

Способ пригоден для обезвреживания промывных сточных вод и отработанных растворов, содержащих цианистые соединения, и наиболее экономичен при концентрации цианидов $\geq$ 200 мг/л.

4.2.4. Технологический процесс реагентной очистки может выполняться по схемам непрерывного и периодического действия.

Технология очистки на установках непрерывного действия заключается в следующем:

сточная вода непрерывным потоком через усреднитель поступает в камеру реакции, куда с помощью автоматического устройства вводятся необходимые дозы требуемых реагентов для доведения pH до оптимальной величины. Далее, так же автоматически, в камеру подается раствор "активного хлора".

Из камеры реакции стоки поступают на нейтрализацию для совместной очистки с кислотно-щелочными стоками.

Полезная емкость усреднителя должна быть рассчитана по графику притока сточных вод и обеспечивать минимальные колебания концентраций. Полезную емкость камеры реакции следует принимать равной тридцатиминутному расчетному расходу сточных вод.

Количество усреднителей, камер реакции и отстойников следует принимать не менее двух. Пропускная способность каждого из них должна составлять 50% от общего количества стоков.

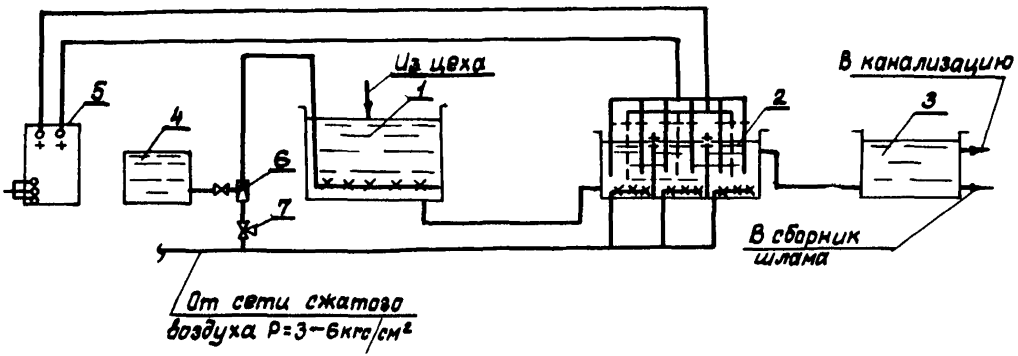


Рис.7. Принципиальная схема очистки цианосодержащих сточных вод электрохимическим методом

I - усреднитель-накопитель; 2 - электролизер; 3 - приемная емкость; 4 - бак для раствора поваренной соли; 5 - выпрямитель; 6 - эжектор; 7 - клапан пневматический

Технология очистки на установках периодического действия заключается в следующем:

Сточная вода из цеха поступает в усреднитель, который одновременно служит и накопителем сточных вод.

Из накопителя вода подается в реактор, оборудованный приборами автоматического регулирования подачи щелочных реагентов до pH=II-I2 и реагентов для восстановления цианидов до цианатов.

Для ускорения реакции обезвреживания в реакторе предусматривается непрерывное перемешивание.

После обезвреживания стоки подаются на общие очистные сооружения для нейтрализации и отстаивания.

Полезную емкость усреднителя (накопителя) следует принимать не менее 4-часового расчетного расхода сточных вод.

Полезную емкость реактора - на часовой расход сточных вод из условий времени его наполнения ввода реагентов, контакта (обезвреживания) и выпуска стоков из реактора.

В проектах, как правило, следует предусматривать две группы работающих реакторов.

Допускается (при обосновании) установка одного реактора. При этом следует учитывать, что такие установки вызовут значительное увеличение емкостей усреднителей, так как объем их должен учитывать время, необходимое на смену или ремонт реакторов.

Продолжительность выпуска стоков после обезвреживания на станцию нейтрализации из реакторов одной группы следует принимать равной продолжительности цикла обезвреживания с учетом наполнения реакторов. Этим достигается более равномерная подача стоков на очистные сооружения, что значительно улучшает работу последних.

4.3. Очистка хромсодержащих сточных вод

Хромсодержащие сточные воды образуются в результате промывки изделий после операций, где применяются соединения Cr^{+6}.

Концентрация этих соединений в стоках определяется технологическим процессом. Кроме того, в промывных сточных водах присутствует некоторое количество трехвалентного хрома, меди, цинка, железа, сульфатов, хлоридов при pH среды от 2,3-8.

Содержание хрома в соединениях составляет:

в двухромовокислом калии	- 35%;
в двухромовокислом натрии	- 40%
в хромовом ангидриде	- 52%

Очистка сточных вод от соединений шестивалентного хрома может быть осуществлена следующими методами: реагентным, ионообменным ; электрохимическим; электрохимическим с использованием нерастворимых анодов; биохимическим; сорбционным; гиперфильтрацией.

4.3.I. Реагентный метод обезвреживания стоков, содержащих Cr^{6+} , производится путем перевода в трехвалентные соединения хрома, затем в виде гидроокиси выводятся в осадок.

Доза реагента рассчитывается на основании химических реакций:

а) восстановление бисульфитом натрия ($NaHSO_3$)

$$Cr_2O_7^{2-} + 3HSO_3^- + 5H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O \qquad (32)$$

б) восстановление сульфитом натрия (Na_2SO_3)

$$Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O \qquad (33)$$

в) восстановление пиросульфитом натрия ($Na_2S_2O_5$)

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3S_2O_5^{2-} + 10H^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 6SO_4^{2-} + 5H_2O \qquad (34)$$

По стехиометрическому расчету на восстановление I мг Cr^{6+} требуется 3 мг бисульфита натрия. Фактическое количество зависит от концентрации хрома и pH среды (см табл. 8)

Таблица 8

Концентрация Cr^{6+}, мг/л	pH=№	pH=2	pH=3	pH=4	pH=5
I0	8	9	9,3	I0,6	I2
20	6,5	8	8,4	0,3	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 в качестве восстановителя гидросульфита натрия $Na_2S_2O_4$ и пиросульфита натрия $Na_2S_2O_5$ удельные дозы принимаются в I,8 раза меньше, чем бисульфита натрия;

восстановление железным купоросом ($FeSO_4$) происходит в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Восстановление протекает согласно уравнениям:

в кислой среде:

$$H_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 6H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe(SO_4)_3 + 7H_2O \quad (35)$$

в щелочной среде:

$$Na_2CrO_4 + 3FeSO_4 + 4NaOH + 4H_2O = Cr(OH)_3 + 3Fe(OH)_3 + 3Na_2SO_4 \quad (36)$$

На восстановление Cr^{6+} железным купоросом на каждый I мг требуется I6 мг $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Применение железного купороса в большинстве случаев нецелесообразно.

Реагенты вводятся в очищаемую сточную воду в виде I0%-ных водных растворов. Для обеспечения более интенсивного контакта очищаемых стоков с растворами серной кислоты и реагента следует предусматривать в камерах реакции перемешивание.

При оптимальных условиях время контакта очищаемой воды с реагентами составляет 5 минут. Полнота обезвреживания хромосодержащих стоков определяется отсутствием в конце обезвреживания соединений шестивалентного хрома. Последующая очистка идет на общей установке по нейтрализации стоков.

Реагентная очистка хромсодержащих сточных вод может быть выполнена на установках периодического и непрерывного действия.

Технология очистки на установках периодического действия заключается в следующем:

хромсодержащие сточные воды из цеха поступают в усреднитель-накопитель, из которого сточные воды подаются в реактор.

При pH стоков более 3 в реактор при интенсивном перемешивании вводится раствор серной кислоты;

- после доведения pH стоков до 2,5-3 в реактор подается I0%-ный раствор бисульфита натрия или другого восстановителя для восстановления Cr^{6+} до Cr^{3+}

после обезвреживания стоки подаются на общую уста-

новку нейтрализации для дальнейшей очистки;

полезную емкость реактора следует принимать равной часовому расчетному расходу сточных вод из условий наполнения реактора, ввода реагентов, контакта и выпуска стоков.

Рекомендуется принимать двухреакторные установки периодического действия. (аналогично установкам периодического действия цианосодержащих стоков).

Технология очистки хромсодержащих стоков непрерывного действия заключается в следующем:

сточная вода непрерывным потоком из усреднителя подается в камеры реакции (реакторы), где производится ее подкисление и восстановление шестивалентного хрома в трехвалентный, и далее на общую установку для совместной нейтрализации и последующего отстаивания с другими стоками гальванического цеха;

полезная емкость усреднителя должна быть рассчитана по графику притока сточных вод, но не менее двухчасового расчетного расхода хромсодержащих стоков;

для получения оптимального значения pH, равного 2,5-3, следует предусматривать подачу серной кислоты в активную зону перемешивания камеры реакции.

Количество подаваемого раствора кислоты должно регулироваться по показаниям pH-метра, сблокированного с дозатором.

Подкисление хромсодержащих сточных вод (при необходимости) следует предусматривать 5-10% -ным и более раствором серной кислоты до получения pH-2,5-3 или отработанными кислотными растворами.

Допускается применение концентрированной серной кислоты.

Ввод рабочего раствора восстановителя следует предусматривать так же в активную зону перемешивания. Подача расчетного количества восстановителя должна осуществляться автоматически.

Полезную емкость камеры реакции рекомендуется принимать равной 30-минутному расчетному расходу сточных вод.

Самостоятельная нейтрализация хромсодержащих сточных вод после обработки их восстановителем в кислой среде не рекомендуется, так как осаждение гидроокиси хрома в этих условиях происходит хуже, чем при совместной нейтрализации их с другими сточными водами гальванического цеха.

Для осаждения $Cr(OH)_3$ оптимальная величина pH составляет 8,5 - 9,0. Гидроокись трехвалентного хрома обладает амфотерными свойствами и при pH=12 растворяется в избытке щелочи с образованием хроматов:

$$Cr(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaCrO_2 + 2H_2O \qquad (37)$$

Поэтому, следует избегать избыточного дозирования едкой щелочи при нейтрализации кислых хромсодержащих сточных вод.

В настоящее время действует типовой проект 902-2-208 "Агрегаты и узлы установок реагентного обезвреживания сточных вод гальванических цехов производительностью до 50 $м^3/ч$" (см. рис.8).

Для сокращения количества солей в воде после реагентной очистки возможна установка сорбционных фильтров, загруженных ионообменной смолой.

Метод расчета сорбционных фильтров и конструкций установок аналогичны расчету ионообменных установок.

4.3.2. Ионообменный метод очистки сточных вод.

Метод ионного обмена заключается в фильтровании обрабатываемых сточных вод через слой зернистого мате-

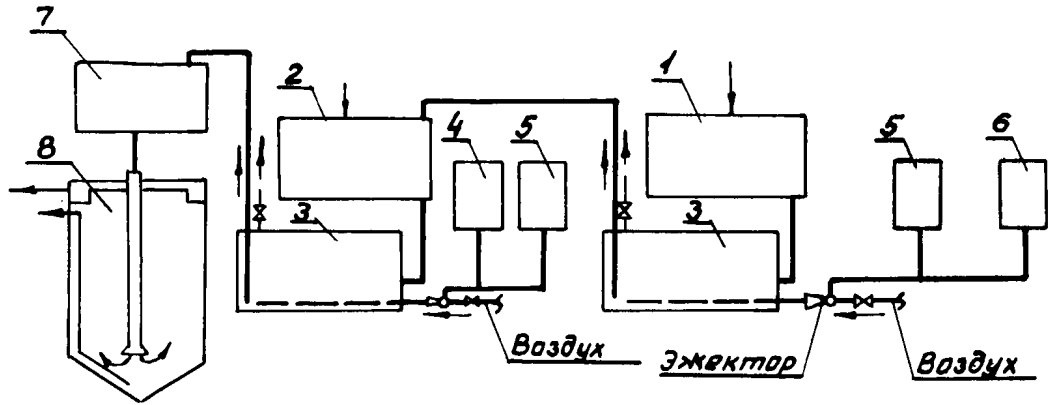


Рис.8. Принципиальная технологическая схема обезвреживания сточных вод гальванического цеха по т.п. 902-2-208.

I - накопитель хромсодержащих стоков; 2 - накопитель кислотно-щелочных стоков; 3 - реактор; 4 - щелочь; 5 - кислота; 6 - восстановитель; 7 - регулирующий бак; 8 - отстойник

риала, способного обменивать часть своих ионов на ионы, растворенные в воде. В качестве зернистого материала используются синтетические смолы-иониты.

В зависимости от химического состава стоков могут быть применены следующие группы смол:

сильнокислотные катиониты, содержащие сульфогруппы и фосфорнокислые группы;

слабокислотные катиониты, содержащие карбоксильные группы;

сильноосновные аниониты, содержащие активные группы четвертичной алкиламониевой и пиридиновой групп.;

слабоосновные аниониты, содержащие пиридиновые, а также вторичные и третичные аминогруппы.

При применении ионообменного метода следует учитывать следующие факторы:

метод ионного обмена обеспечивает сокращение водопотребления предприятий, что позволяет снизить единовременные затраты на строительство водозаборных сооружений, а также эксплуатационные затраты в случае получения воды питьевого качества;

качество воды в источниках водоснабжения часто не отвечает требованиям цехов гальванопокрытий по жесткости, содержанию железа и другим показателям, что вызывает необходимость предусматривать строительство установок улучшения качества воды для водоснабжения цехов гальванопокрытий, что в свою очередь снижает эффект от применения метода реагентной очистки;

возможность возврата хрома, цинка и других металлов в производство;

метод ионного обмена обеспечивает глубокую очистку сточных вод и подачу в цех гальванопокрытий воды высокого качества, значительно превышающего качество воды городского водопровода, что обеспечивает увеличение срока службы технологических растворов и сказывается положи-

тельно на увеличении выхода годных изделий в цехе гальванопокрытий.

Метод хорошо зарекомендовал себя при обезвреживании промывных стоков с небольшими концентрациями загрязнений и может быть применен для очистки от солей хрома, тяжелых металлов, а также доочистки сточных вод после реагентной очистки.

Стоки, содержащие СПАВ, органические соединения, масла и комплексные соединения методом ионного обмена очищать нельзя.

Ионный обмен может использоваться как метод доочистки сточных вод после реагентной очистки, электродиализной обработки или других методов, обеспечивающих снижение солевого состава воды или замену токсичных веществ, окислителей, восстановителей на простые нейтральные соли.

Применение ионного обмена допускается при общем солесодержании не более 5-10 мг-экв/л и в каждом конкретном случае подтверждается технико-экономическим расчетом.

Слабоосновные аниониты (АН-22, АН-22I и другие) способны обменивать анионы из растворов кислот и используются при pH1÷6.

Аниониты промежуточной основности (например ЭДЭ-10П) имеют сильно и слабоосновные группы.

Сильноосновные аниониты (АВ-17, АВ-17П, АВ-29П) в гидроксильной форме более чувствительны к действию растворов щелочей, окислителей и повышенной температуры, чем слабоосновные, но работают в более широком интервале в pH I÷I4. (Техническую характеристику и область применения анионитов см. приложения I,3).

Сильноосновные аниониты более стабильны в солевой форме, а слабоосновные - в гидроксильной.

Сильнокислотные катиониты (КУ-2, КУ-23) работают при pH = I÷I4.

Слабокислотные катиониты (КБ-4, КБ-4П и другие) обладают высокой селективностью к иону водорода.

(Техническую характеристику и область применения катионитов см. в приложениях 2,4).

Большинство ионитов выпускается и хранится во влажном состоянии или под слоем воды. В связи с этим зимой они должны транспортироваться в отапливаемых вагонах и храниться в теплых помещениях.

Если перед загрузкой окажется, что ионит высох, его предварительно замачивают в 20%-ном растворе хлористого натрия.

При переходе ионитов из рабочей формы в солевую проходит изменение объема ионита (дыхание слоя), который для ионитов гелевой структуры составляет 10-15%, макропористой - 10%.

Определение суммарной площади фильтров F сум.,$м^2$ производится по формуле

$$F_{сум} = \frac{Q \cdot t \cdot \Sigma}{z \cdot h \cdot E} \qquad (38)$$

где;

z - число регенераций в сутки-следует принимать от I до 0,33

h - высота слоя ионита;

E - обменная способность фильтрующего материала (данные приведены в приложении I и 2);

Σ - содержание катионов или анионов в воде, поступающей на фильтры (определяется расчетом);

Q - производительность установки, $м^3/ч$;

t - число часов работы установки в сутки.

Число регенераций фильтра с сильноосновным анионитом не должно превышать соответствующего числа для фильтра со слабоосновным анионитом.

Продолжительность регенерации не может превышать фильтроцикла соответствующего фильтра и определяется из соотношения

$$\frac{F_{сум.} \cdot h \cdot E}{Q \cdot \Sigma} \geqslant \left(\frac{\ell \cdot E}{10000 \cdot C \cdot \gamma \cdot V_1} + \frac{\lambda}{V_2} \right) \cdot h + t_в ,$$

где: ℓ - принятый удельный расход реагента;

C - концентрация раствора реагента, подаваемого на фильтр;

γ - удельный вес реагента принятой концентрации (C);

V_1 - скорость пропуска раствора реагента;

V_2 - скорость отмывки;

λ - удельный расход воды на одну отмывку;

$t_в$ - время взрыхления фильтра.

Регенерацию анионитов производят растворами щелочей 2-4%-ной концентрации.

Регенерацию сильнокислотных катионитов проводят растворами кислот 2-6%-ной концентрации.

При использовании растворов серной кислоты возможно загипсовывание катионита, вследствие образования осадка гипса на гранулах.

Во избежание этого проводят ступенчатую регенерацию с постепенным повышением концентрации серной кислоты от I до 6%. Предпочтительно применение соляной кислоты.

Регенерацию карбоксильных катионитов проводят в 2 стадии:

обработка любой кислотой, любой концентрации;

обработка катионита слабыми растворами щелочи.

Наиболее употребительны следующие скорости фильтрования:

в процессе ионирования I0÷30 м/ч;

в процессе регенерации соляной кислотой и щелочью 3÷4 м/ч, серной кислотой до I0 м/ч;

при отмывке 5÷7 м/ч;

при взрыхлении I0÷I5 м/ч.

Последовательность операций и режим регенерации фильтров приведен в табл. 9

Таблица 9

№№ пп	Наименование фильтра	Наименование операций	Используемый реагент или раствор	Ориентировочная продолжительность, мин
I.	Механический фильтр	Взрыхление	Очищенные стоки	6
		Отмывка	То же	I0
			Итого:	I6(0,27ч)
2.	Катионитовый фильтр	Взрыхление	Очищенные стоки	I5
		Регенерация	I0%-ный раствор серной кислоты	30
		Отмывка	Очищенные стоки	78
			Итого:	I23(2,06 ч)
3.	Анионитовый фильтр	Взрыхление	Очищенные стоки	I5
		Регенерация	4%-ный раствор $NaOH$	240
		Отмывка	Очищенные стоки	I92
			Итого:	447(7,54)

Примечание. Приведенное время продолжительности операций является ориентировочным и уточняется в процессе эксплуатации.

Удельный расход воды (ориентировочный) на собственные нужды приведен в табл. IO

Таблица IO

Наименование	Удельный расход воды, $м^3/м^3$		
	на приготовление растворов	на отмывку от продуктов регенерации	Итого
Катионит КУ-2 в Н-форме	4	6,5	IO,5
Катионит КУ-2 в *Na*-форме	I,7	6	7,7
Сильноосновные аниониты типа АВ-I7-8	2,5	I2	I4,5
Слабоосновные аниониты типа АН-3I в ОН-форме	I,8	20	2I,8

Очистка хромсодержащих стоков ионообменным методом

Имеет следующие особенности:

На ионообменные установки целесообразно подавать стоки, содержащие не более 300 мг/л Cr^{6+} и не более 50 мг/л Cl^- -иона.

Схема установки должна содержать: усреднитель, механический песчаногравийный фильтр, фильтр с активированным углем, катионитовый фильтр, один-два анионитовых фильтра, сборник фильтрата.

В качестве загрузки катионитовых фильтров применяются смолы КУ-2-8 или КУ-23 в водородной форме.

Для загрузки анионитовых фильтров могут быть использованы: АВ-I7-8, АВ-I7-I6, АВ-I7п, АН-I8-IOГ, АВ-I7-I2П. (Техническую характеристику см. приложение I).

Количество анионитовых фильтров зависит от требуемо-

го качества очистки. Как правило, устанавливается не менее двух последовательно соединенных фильтров (один или два фильтра для очистки воды от хромат- и частично сульфат и хлорид-ионов и добавочный фильтр для доочистки воды от сульфат, хлорид и других анионов, присутствующих в стоке).

Для получения воды высокого качества в установку может быть включен фильтр смешанного действия, на котором происходит удаление ионов калия, натрия и тех ионов, которые не сорбировались на предыдущем анионитовом фильтре. Для этих целей может быть использован анионит ЭДЭ-10П.

Фильтр, загруженный смолой АВ-17, выводится на регенерацию при проскоке иона Cr^{6+} на уровне 0,05-0,1 мг/л, анионит ЭДЭ-10П при проскоке Cl^- иона на уровне 0,05мг-экв/л, фильтр смешанного действия - при pH= =6,5< pH >8,5.

Регенерация катионита проводится 2Н раствором соляной или азотной кислоты при скорости 2,5÷3 м/ч. Необходимо пропустить 2÷4 эквивалентных объема кислоты (по сорбированным ионам);

Регенерацию анионита АВ-17 проводят 1,25-1,5Н раствором едкого натра при скорости 1 м/ч, используя 2÷5 эквивалентных объемов (по отношению к суммарному количеству сорбированных анионов);

Для сокращения расхода реагента возможно частичное повторное использование щелочи или кислоты.

4.3.3. Электрохимическая очистка хромсодержащих стоков

Очистка сточных вод методом электрохимической коагуляции включает их электролиз с использованием стальных анодов, подвергающихся электролитическому растворению, корректировку величины pH обработанной воды (в случае необходимости) с помощью щелочных реагентов и осветление

обработанной воды (см.рис.9).

Метод электрохимической коагуляции рекомендуется применять при расходе сточных вод не более 50 $м^3/ч$.

Метод наиболее целесообразно применять:

при исходной концентрации шестивалентного хрома до 100 мг/л и исходной величине pH сточных вод 3,5-7, без смешивания с другими видами стоков;

при исходной суммарной концентрации ионов цветных металлов (цинк, медь, никель, кадмий, трехвалентный хром) до 100 мг/л и концентрации каждого из ионов металлов до 30 мг/л. В этом случае при наличии шестивалентного хрома концентрацией $\geqslant 50\%$ от суммарной концентрации ионов других цветных металлов исходная величина pH сточных вод должна составлять $\geqslant 4,5$. При исходной суммарной концентрации ионов цветных металлов до 100 мг/л и наличии шестивалентного хрома в концентрации $< 50\%$ от суммарной концентрации ионов металлов исходная величина pH очищаемых сточных вод должна составлять $\geqslant 5,5$; в отсутствие шестивалентного хрома исходная величина pH сточных вод должна составлять при наличии цинка и меди 4,5, а при наличии никеля и кадмия $\geqslant 6,5$.

Применение этого метода при исходной концентрации шестивалентного хрома от 100 мг/л и выше менее целесообразно в связи с необходимостью введения в обрабатываемую воду депассивирующих добавок, возрастанием удельных расходов металла и электроэнергии, значительным увеличением токовой нагрузки на электролизер, что связано с возрастанием количества выделяющегося водорода, или увеличением времени обработки сточных вод, а это в свою очередь ведет к увеличению габаритов электролизера.

Применение метода при исходной суммарной концентрации ионов цветных металлов (медь, цинк и др.) более 1000мг/л обычно не приводит к достаточно полному их удалению из сточных вод, даже при значительном увеличении

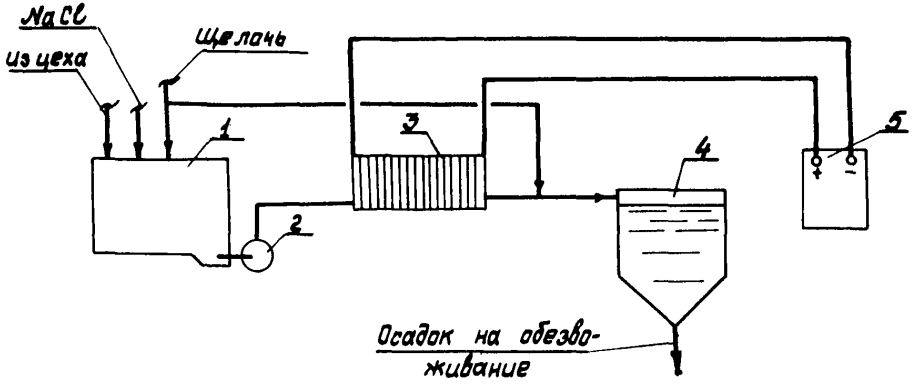


Рис.9. Принципиальная схема очистки хромсодержащих стоков электрохимическим методом

1 - усреднитель-накопитель; 2 - насос; 3 - электролизер; 4 - отстойник; 5 - выпрямитель.

затрат металла и электроэнергии.

При относительно высоком исходном содержании шестивалентного хрома или ионов тяжелых металлов в сточных водах (>100 мг/л) более целесообразно осуществлять их очистку реагентным способом, методами мембранной технологии (электродиализ, обратный осмос), а при наличии шестивалентного хрома - другим электрохимическим способом (электролиз с нерастворимым анодом).

Метод электрохимической коагуляции целесообразно применять при минимальном общем солесодержании 300 мг/л (электропроводность воды 0,4-1,0 · 10^{-3} $Ом^{-1}$. $см^{-1}$).

При величине pH>3 может иметь место пассивация поверхности стальных анодов под действием хромат-, а также нитрат- и фосфат-ионов, вследствие чего ухудшается их электролитическое растворение и снижается выход по току. При исходной концентрации шестивалентного хрома в сточных водах до 100 мг/л и отсутствии в них других ионов, вызывающих пассивацию поверхности анодов (NO_3^-, PO_4^{3-}), последняя не имеет места при соотношении исходных концентраций

$(SO_4^{2-}+Cl^-) : (Cr^{6+}) = 1:1$ или $Cl^- : Cr^{6+} = 1:4$

При этом активирующее действие Cl^- ионов на процесс анодного растворения металлического железа является более эффективным, чем активирующее действие SO_4^{2-} ионов.

При исходной концентрации хрома Cr^{6+} в сточных водах более 100 мг/л пассивация поверхности стальных анодов не имеет места лишь при соотношении исходных концентраций

$$Cl^- : Cr^{6+} = 1 : 1.$$

При наличии в сточных водах NO_3^-, PO_4^{3-}, NO_2^- и CO_3^{2-} ионов 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.

Во всех случаях неблагоприятных соотношений между концентрациями анионов, предотвращающих и вызывающих пассивацию стальных анодов, к сточным водам в накопитель следует добавлять хлористый натрий в количествах, обеспечивающих достижение вышеуказанных соотношений.

При низких концентрациях ионов металлов (< 40 мг/л в сумме) в воде, содержащей в основном сульфат-ионы, для предотвращения концентрационной поляризации в широком интервале pH необходимо введение хлористого натрия в количестве 50 мг/л в пересчете на хлорид-ион.

При наличии в сточных водах грубодисперсных примесей необходимо их предварительное удаление из сточных вод всех твердых частиц, скорость осаждения которых составляет $\geqslant 0{,}3$ мм/с при максимальной концентрации грубодисперсных примесей, поступающих на очистку до 50 мг/л.

При электролизе сточных вод происходит химическое восстановление бихромат-и хромат- ионов ионами Fe^{2+}, образующимися при электролитическом растворении анодов, а также гидрозакисью железа ($Fe(OH)_2$), образующейся в обрабатываемой воде при взаимодействии Fe^{2+} и OH - ионов при pH $\geqslant 5{,}5$ согласно следующим управлениям химических реакций: $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow$

$6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (в кислой среде) (40)

$6Fe(OH)_2 + Cr_2O_7^{2-} + 7H_2O \longrightarrow 6Fe(OH)_3 + 2Cr(OH)_3 + 2OH^-$

(в слабокислой и нейтральной среде) (41)

Кроме того, может происходить химическое восстановление $Cr_2O_7^{2-}$ и CrO_4^{2-} -ионов в результате катодных электрохимических процессов:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \qquad (42)$$

$$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \longrightarrow Cr(OH)_3 + 5OH^- \qquad (43)$$

$$Fe^{3+}+e \rightarrow Fe^{2+};\ Fe^{2+}+2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \qquad (44)$$

Образующиеся частицы гидроокисей хрома и железа коагулируют с образованием хлопьев, на которых происходит адсорбция других примесей, содержащихся в сточных водах.

При наличии в воде растворенного кислорода происходит окисление гидрозакиси железа до гидроокиси:

$$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 \qquad (45)$$

Для улучшения окисления гидрозакиси возможно проведение аэрации сточных вод сжатым воздухом.

В процессе электролиза сточных вод происходит повышение величины pH, т.к. в результате вышеприведенных химических процессов, а также электрохимической реакции образования газообразного водорода уменьшается концентрация водородных ионов. Прирост величины pH зависит от исходной величины pH сточных вод, а также исходной концентрации в них шестивалентного хрома и может составлять I-4 единицы pH.

На рис.IO представлена зависимость конечной величины pH от исходной концентрации Cr^{6+} и начальной величины pH при обработке сточных вод.

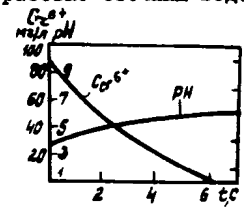


Рис. IO Изменение концентрации шестивалентного хрома Cr^{6+} и величины pH сточных вод в процессе электролиза

В результате электрокоагуляционной очистки сточных вод от хрома Cr^{6+} и ионов тяжелых металлов происходит некоторое снижение электропроводности воды и ее общего

солесодержания.

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

$$i = \frac{J}{S_a}, \qquad (46)$$

где J - величина тока в электической цепи, А;

S_a - общая рабочая поверхность всех анодов, м^2.

Общее солесодержание (сухой остаток) очищаемых сточных вод должно составлять $\geqslant$ 0,5 г/л. При меньшем солесодержании обрабатываемой воды рекомендуется добавление к ней хлористого натрия до достижения вышеупомянутой минимальной величины. Добавление к сточным водам хлористого натрия предотвращает пассивацию стальных анодов и приводит к повышению электропроводности сточных вод.

Удельный расход электроэнергии на обработку сточных вод (кВт . ч/м^3) определяется величиной тока, напряжением на электролизере временем электрохимической обработки и рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{J \cdot U \cdot t}{1000 \cdot V}, \qquad (47)$$

где

J - величина тока, А

U - напряжение на электролизере, В

t - время обработки сточных вод, τ ;

V - объем обработанной воды, м^3

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

Теоретический расход железа и электричества для обработки I м^3 сточных вод с различными исходными концентрациями Сч $^{6+}$ представлен в табл. II.

Таблица II

Концентрация Cr^{6+} г/м³	Теоретический расход электричества А-ч/м³	Теоретический расход железа г/м³
10	30,9	32,2
20	61,8	64,4
30	92,7	96,6
40	123,6	128,8
50	154,5	161
75	231,7	241,5
100	309	322
150	463,5	483
200	618	644

При одновременном присутствии в сточных водах шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов общий расход электричества, при оптимальной величине pH сточных вод, определяется исходными концентрациями этих компонентов и расходом сточных вод. При этом за необходимый расход электричества принимается наибольший из расходов, рассчитанных для удаления каждого из компонентов в отдельности, увеличенный на 20%.

При одновременном наличии в сточных водах шестивалентного хрома, ионов меди и цинка исходная величина pH сточных вод должна находиться в интервале 4-6 при исходной концентрации хрома 50-100 мг/л, в интервале 5-6 при исходной концентрации хрома - 20 - 50 мг/л и в интервале 6-7 при исходной концентрации хрома $<$ 20 мг/л.

При одновременном наличии в сточных водах шестивалентного хрома, никеля и кадмия исходная величина pH сточных вод должна находиться в интервале 5-6 при концентрации хрома более 50 мг/л и в интервале 6-7 - при концентрации хрома менее 50 мг/л.

Корректировку величины pH сточных вод после

электрокоагуляционной обработки рекомендуется проводить в лотке (трубопроводе), по которому сточные воды поступают из электрокоагулятора в отстойник.

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.

При исходной суммарной концентрации шестивалентного хрома и ионов цветных металлов в 50-150 мг/л и электролизе воды при плотности тока 150-200 А/м^2 объем осадка, после двухчасового отстаивания, составляет 6-15% от общего объема жидкости при влажности 98,5-99%.

После 24 часового отстаивания осадок уплотняется на 20-30% от своего начального объема, т.е. влажность осадка уменьшается на 0,3-0,5%.

При наличии в сточных водах только шестивалентного хрома или его преобладающем содержании, образующийся осадок состоит на 75% из гидроокиси железа и поэтому имеет бурый цвет.

Зеленоватый цвет осадка свидетельствует об избыточном количестве переведенного в раствор металлического железа.

Добавление полиакриламида (доза 2 мг/л) к обработанной воде позволяет при одинаковых конечном объеме и влажности осадка уменьшить время осветления воды до I,5 часов.

Обезвоженный на вакуум-фильтрах, фильтр-прессах или центрифугах осадок состоит в основном из оксигидратов железа, хрома и других металлов и может быть использован в качестве металлургического сырья.

После электрохимической обработки в оптимальном технологическом режиме и последующего осветления сточные воды практически не содержат хромат-ионов, а остаточные концентрации в них ионов трехвалентного хрома, двухвалентного железа, меди и цинка обычно не превышают допустимых норм для сброса в городскую канализацию.

При электролизе сточных вод вследствие электролитического растворения анодных пластин происходит сначала уменьшение их толщины, а затем появление на пластинах трещин и отверстий, приводящих к их разрушению. Для предотвращения электрических замыканий следует заменять начавшие разрушаться электродные пластины на новые. Степень использования материала электродов при толщине 3-4,5-6 мм следует принимать соответственно 60-70 и 70-80% от их веса.

4.3.4. Электрохимический способ очистки хромсодержащих сточных вод с использованием нерастворимых анодов

Способ заключается в электролизе сточных вод в бездиафрагменном электролизере с использованием свинцовых анодов, не подвергающихся электролитическому растворению.

Процесс осуществляется в присутствии ионов металлов с переменной валентностью, например, трехвалентного железа. В этом случае достигается интенсификация катодного процесса восстановления Cr^{6+} до Cr^{3+} и одновременное

ингибирование анодного процесса окисления Cr^{3+} до Cr^{6+}

Применение этого способа экономически целесообразно для обработки сточных вод, содержащих более 2 г/л шестивалентного хрома.

Процесс осуществляется при исходной величине pH сточных вод $\leq$ I,5 , анодной плотности тока 2-3 А/дм^2 и добавлении к обрабатываемым сточным водам 5-I0 г/л ионов Fe^{3+} (в виде солей трехвалентного железа). В этих условиях достигается высокий выход трехвалентного хрома по току, составляющий 70-90%.

К сточным водам после электрохимической обработки добавляют щелочной реагент для осаждения трехвалентного хрома в виде гидроокиси.

Процесс осуществляется в непроточных электролизерах периодического действия. В качестве анодов целесообразно использовать пластины из свинца или свинцово-сурьмяного сплава, применяемые обычно при нанесении гальванических хромовых покрытий, в качестве катодов - пластины из легированных сталей (марки Х18 Н9Т).

Общий расход электричества (А.ч), необходимый для обезвреживания хромсодержащего раствора, определяется по формуле:

$$Q = I,55 \cdot C_0 \cdot V/\eta \qquad (48)$$

где C_0 - исходная концентрация шестивалентного хрома, г/л;

V - количество обрабатываемого раствора, л;

I,55 - коэффициент удельного расхода электричества;

η - выход по току, принимаемый равным 0,7-0,8.

Время электрохимической обработки определяется по формуле:

$$t = \frac{Q}{J}, \qquad (49)$$

где Q - общий расход электричества, А.ч ;

J - максимальная величина тока в электрической цепи, А.

4.3.5. Биохимический способ очистки сточных вод от хрома

Очистка сточных вод основана на способности специальной культуры микроорганизмов использовать связанный кислород в своей жизнедеятельности в анаэробных условиях.

Эта культура восстанавливает хромат - и бихромат - ионы до гидроокиси хрома. Скорость восстановления составляет трое суток при соотношении 1г хромата калия на 1 г сухого вещества бактериальной биомассы.

Производственные сточные воды очищают в смеси с хозяйственно-бытовыми сточными водами в соотношении 1:1,5 - 1:2.

Смесь сточных вод обезвреживается в резервуаре-биовосстановителе, где во взвешенном состоянии находится специально выращенный, адаптированный к Cr^{6+} активный ил, доза которого составляет $\approx$ 7 г/л, pH7-8, (см. рис.II)

Время пребывания сточных вод в биовосстановителе составляет 1-2 часа.

В обработанных сточных водах Cr^{6+} отсутствует,

4.3.6. Сорбционный способ очистки хромсодержащих сточных вод

Сорбционный способ заключается в фильтровании хромсодержащих предварительно подкисленных сточных вод через активный уголь марки БАУ.

Подкисление выполняют серной кислотой до pH = 1,5-2. На активном угле Cr^{6+} восстанавливается до Cr^{3+}. Трехвалентный хром сорбируется активным углем. Очищенная вода характеризуется величиной pH=3-4 и отсутствием хрома.

Регенерацию сорбента производят серной кислотой, образующийся при этом элюат содержит Cr^{3+} в виде $Cr_2(SO_4)_3$

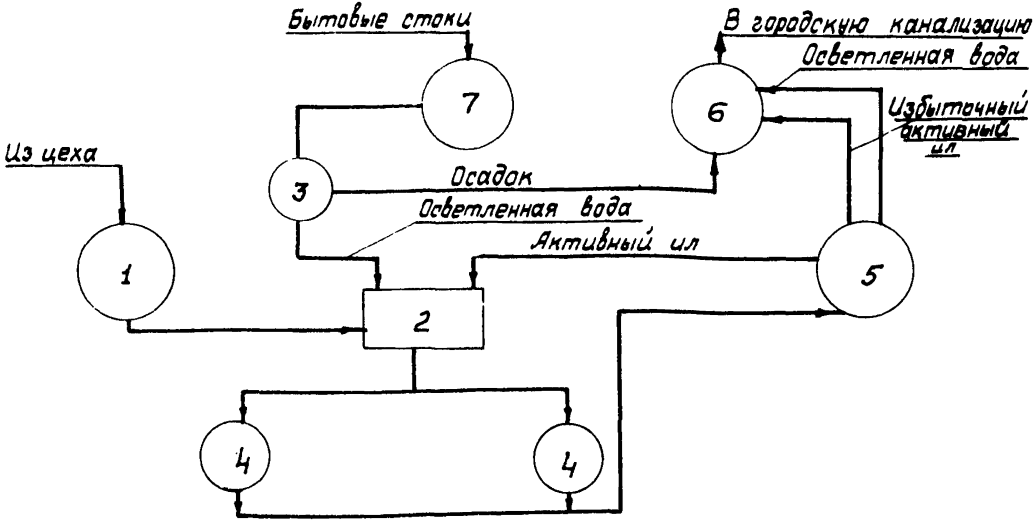


Рис.II. Принципиальная схема очистки хромсодержащих стоков биохимическим методом

I - усреднитель-накопитель; 2 - камера смешения; 3 - отстойник; 4 - биовосстановитель; 5 - отстойник; 6 - сборный резервуар; 7 - станция перекачки

При регенерации адсорбента 15%-ной едкой щелочью полученный элюат содержит $Cr\,O_4^{2-}$ иона в виде Na_2CrO_4

После регенерации адсорбент отмывают водопроводной водой до pH = 7-8.

В качестве сорбента используется активный уголь БАУ-А (ГОСТ 6217-74).

Скорость фильтрации и значения pH при обезвреживании шестивалентного хрома следует принимать согласно табл.12.

Таблица 12

Концентрация Cr^{6+}, г/л	Скорость фильтрации, м/ч	pH
До 5	7	2
До 30	2-4	1,5
30 - 60	0,5 - 1	1
До 150	0,1	1

8. Очищенная на адсорбционной установке вода, после корректировки величины pH, может быть повторно использована для промывных операций.

4.3.7. Гиперфильтрационный способ очистки сточных вод от хрома (обратный осмос)

Способ очистки сточных вод гиперфильтрацией (обратным осмосом) основан на их фильтровании под давлением через полупроницаемые мембраны (поры - диаметром около 10^0А), пропускающие воду, но задерживающие гидратированные ионы растворенных в воде солей.

Процесс разделения растворов, содержащих высокомолекулярные вещества, мембранами, которые имеют поры диаметром 50-2000 Å, называется ультрафильтрацией.

При очистке сточных вод методами гипер- и ультрафильтрации можно получить пригодную для повторного использования чистую воду и сконцентрированные загрязняющие

вещества, которые в ряде случаев легко утилизируются (см. рис.I2)

Повышение температуры обрабатываемых стоков до 35-40°С значительно увеличивает производительность установок.

Экономичным (если оно не ниже осмотического давления раствора) считается давление, равное 50 кгс/см^2. Для гиперфильтрационной обработки воды используют полимерные (ацетилцеллюлозные, полиамидные и др.) мембраны в виде пленок, обладающих селективностью на определенные вещества. 5-I0% концентрация солей в стоках практически не влияет на селективность мембран. При фильтровании растворов более высокой концентрации селиктивность мембран снижается.

По отношению к ионам различных веществ селективность мембран характеризуется:

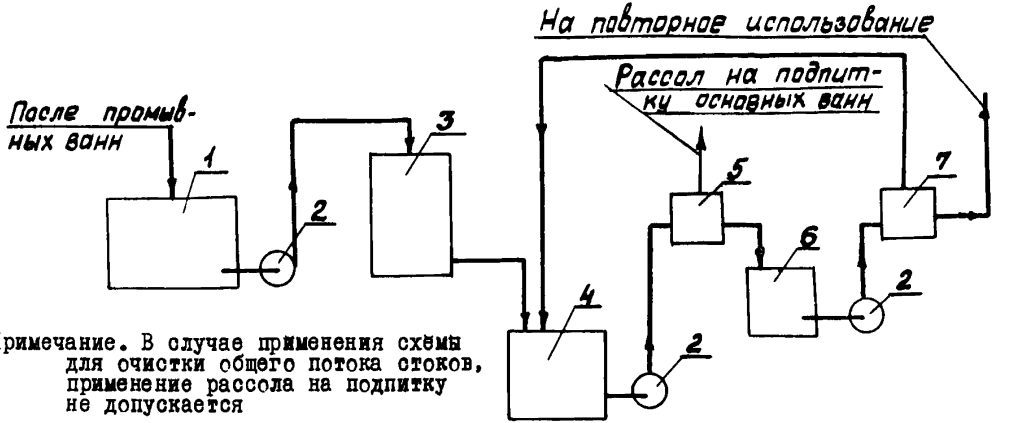
$$Al^{3+} > Zn^{2+} > Cd^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Ba^{2+} > SO_4^{2-}$$
$$> Na^{+} > F^{-} > K^{+} > Cl^{-} > J^{-} > NO_3^{-} > H^{+}$$

Мембраны поставляются шириной 0,4 и I м., общей длиной 20-25 м., намотанными на бабину, в полиэтиленовых пакетах. Стоимость мембран $\approx$ 2 руб. за один квадратный метр.

Намечены к промышленному производству мембраны марок - МГА - гиперфильтрационные ацетатные и УАМ - гиперфильтрационные ацетатные и УАМ - ультрафильтрационные ацетатные. Характеристика мембран см. по табл.I3.

Таблица I3

Марка мембраны	Производительность, л/(м^2.сут.)	Селективность, %	Средний диаметр пор, Å	Пористость, %
МГА-80	600	80	-	75 $\pm$ 3
МГА-90	350	90	-	-"-
МГА-95	250	95	-	-"-
МГА-I00	I50	97,5	-	-"-



Примечание. В случае применения схемы для очистки общего потока стоков, применение рассола на подпитку не допускается

Рис.I2. Принципиальная схема очистки хромсодержащих сточных вод методом гиперфильтрации (замкнутая)

I-накопитель; 2 - насос; 3 - механический фильтр; 4 - накопитель; 5 - ГПУ-I; 6 - накопитель; 7 - ГПУ-2

Продолжение табл. I3

Марка мембраны	Производительность, л/(м^2.сут)	Селективность, %	Средний диаметр пор, Å	Пористость, %
УАМ-50 м	29-58	-	<50	75 ± 3
УАМ-I00 м	58-230	-	75 ± 25	-"-
УАМ-I50 м	230-690	-	$I25 \pm 25$	-"-
УАМ-200 м	504-I370	-	$I75 \pm 25$	-"-
УАМ-300 м	920-2450	-	250 ± 50	80 ± 3
УАМ-500 м	I730	-	>300	80 ± 3

Буква М в марке ультрафильтрационных мембран указывает на то, что мембраны выпускаются в мокром виде.

В гиперфильтрационных аппаратах стоки под высоким давлением протекают вдоль мембран. При этом часть воды фильтруется сквозь мембрану и под давлением, близким к атмосферному, по дренажной системе выводится из аппарата. Сконцентрированная часть стока отводится из напорных камер через клапан, регулирующий давление до атмосферного.

В настоящее время разработаны четыре конструкции гиперфильтрационных аппаратов:

типа фильтрпресс

с трубчатыми мембранами

с мембранами, свернутыми в рулон

с мембранами в виде полых волокон

Исходя из опыта работы различных установок, можно, для ориентировочных расчетов, принимать одну регенерацию после 2-3х суток работы установки.

4.4. Нейтрализация и очистка кислотно-щелочных сточных вод

Нетрализация и очистка кислотно-щелачных сточных вод может быть осуществлена следующими методами:

реагентным, ионнообменным и электрохимическим.

Кислотно-щелочные сточные воды образуются в процессе поверхностной металлообработки и нанесения гальванических покрытий, содержат также ионы железа и тяжелых металлов (цинк, медь, никель, алюминий, кадмий и др.) в концентрациях, часто намного превышающих концентрации кислот.

Кислотно-щелочные сточные воды, имеющие после усреднения pH<6,5 или pH>8,5, должны нейтрализоваться на местных очистных сооружениях до pH=6,5-8,5.

Для нейтрализации сточных вод с pH>8,5 используется, как правило, серная кислота (рекомендуется использование отработанных кислот, элюатов от ионного обмена).

Для нейтрализации сточных вод с pH<6,5 используются щелочные реагенты, как правило, известковое молоко (рекомендуется использование отработанных щелочей, элюатов от ионного обмена).

Нейтрализация кислых сточных вод, содержащих тяжелые металлы, протекает в две стадии: на первой нейтрализуется кислота, на второй - происходит образование гидроокисей.

Теоретический расход щелочных реагентов, необходимых для нейтрализации некоторых минеральных кислот см. табл. I4.

Таблица I4

Реагент	Количество реагента (г) для нейтрализации 1 г. кислоты				
	H_2SO_4	HCl	HNO_3	H_3PO_4	HF
Окись кальция (CaO)	0,57	0,77	0,44	0,86	I,4
Гидроокись кальция ($Ca(OH)_2$)	0,75	I,0I	0,59	I,I3	I,85
Едкий натр (Na OH)	0,82	I,09	0,63	I,22	2
Карбонат кальция ($CaCO_3$)	I,02	I,37	0,8	I,53	2.5
Карбонат магния ($MgCO_3$)	0,86	I,I5	0,67	I,2I	2,I
Карбонат натрия (Na_2CO_3)	I,09	I,45	0,84	I,62	2,65

Количество реагента должно определяться с учетом реакций, проходящих в усреднителях, полного состава солей, pH и т.д.

4.4.I. Реагентный метод

Очистку кислотно-щелочных стоков, как правило, следует выполнять на установках непрерывного или периодического действия.

Для обезвреживания кислотно-щелочных сточных вод предусматриваются следующие устройства:

усреднитель;
камера смешения;
камера реакции;
емкости для приготовления и хранения реагентов;
дозировочные устройства;
приборы контроля и автоматического управления;
отстойник для осветления очищенных сточных вод;
установка для обезвоживания осадка.

Полезную емкость камер реакций следует принимать равной 30-минутному расчетному расходу воды с учетом количества обезвреженных цианосодержащих стоков и стоков, содержащих Cr^{3+}

Очистка кислых и щелочных сточных вод от катионов металлов, а также нейтрализация свободной кислоты и щелочи основана на изменении их pH до 8-9, при котором выпадают в осадок труднорастворимые ссединения.

Реакции нейтрализации и реакции взаимодействия солей тяжелых металлов с известковым молоком следующие:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2H_2O; \quad (50)$$

$$FeSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + Fe(OH)_2\downarrow; \quad (51)$$

$$2CuSO_4 + Ca(OH)_2 + CaCO_3 \longrightarrow 2CaSO_4 + Cu(OH)_2CO_3\downarrow \quad (52)$$

$$2NiSO_4 + Ca(OH)_2 + CaCO_3 \longrightarrow 2CaSO_4 + Ni(OH)_2CO_3\downarrow \quad (53)$$

$$Cr_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2Cr(OH)_3 \qquad (54)$$

При взаимодействии сернокислых солей с известковым молоком, кроме гидроокисей металлов, в осадок выпадает дополнительное количество гипса сверх того, который выделился при нейтрализации свободной кислоты. Поэтому, расчет необходимой дозы реагента для нейтрализации кислых сточных вод, содержащих также соли тяжелых металлов, производится по всем реакциям. Учитывая, что часть металлов выпадает в осадок, реагируя с ионами CO_3^{2-} или с обеими одновременно (например) медь и никель (см. реакции 52, 53), известковое молоко рекомендуется приготовлять из низкосортной недообожженной извести, чтобы оно содержало одновременно $Ca(OH)_2$ и $Ca\,CO_3$.

Камера реакции должна быть оборудована устройствами механического, гидравлического или воздушного перемешивания.

Для поддержания оптимального значения pH стоков камера реакции должна быть оборудована автоматическим pH-метром, сблокированным с дозаторами щелочного или кислого реагента.

Для ускорения выпадения осадка рекомендуется предусматривать подачу 0,1%-ного раствора полиакриламида в количестве 2-3 мг на 1 литр сточных вод. Подавать раствор полиакриламида целесообразно на выходе стоков из камеры реакции в отстойник.

Удельный расход активного и товарного ПАА следует принимать по табл. 15.

Для снижения влажности осадка, получаемого в отстойнике, рекомендуется предусматривать дополнительное отстаивание в шламонакопителях в течение 8-10 часов.

Таблица I5.

Концентрация осадка, г/м³	ПАА активного, г/м³	ПАА товарного 8%-ной активности	ПАА 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

Пример расчета расхода кислоты и щелочи для нейтрализации сточных вод:

Дано Расход - I0 м³/ч

Состав:

H_2SO_4 - 600 мг/л;

HCl - I00 мг/л;

HNO_3 - 500 мг/д;

$NaOH$ - 600 мг/л;

Na_2CO_3 - 200 мг/л.

Определяем часовое количество загрязнений, поступающих со стоками

H_2SO_4 - 600мг/л - 600г/м³·10м³/ч = 6000г/ч;

HCl - 100мг/л - 100г/м³ · 10м³/ч = 1000г/ч;

HNO_3 - 500мг/л - 500г/м³ · 10м³/ч = 5000г/ч

Na_2CO_3 - 200мг/л - 200г/м³ · 10м³/ч = 2000г/ч

$NaOH$ - 600 мг/л - 600г/м³ · 10м³/ч = 6000г/ч

Для расчета реагентов необходимо расход в г/ч перевести в Г-экв. Для этого часовое количество кислоты или щелочи делится на грамм эквивалент данного вещества, то есть

H_2SO_4 – 6000 : 49 =I22 г-экв/ч

HCl – I000 : 36,5 = 27,4 г-экв/ч;

HNO_3 – 5000: 63 =79,4 г-экв/ч

Итого кислоты: – 228,8 г-экв/ч

$NaOH$ – 6000 : 40 = I50 г-экв/ч

Na_2CO_3 – 2000 : 53 = 37,7 г-экв/ч

Итого щелочи: – I87,7 г-экв/ч.

Остаток кислоты составит:

228,8 - I87,7 = 4I,I г-экв/ч

Расход извести на нейтрализацию кислоты составит по CaO

4I,I * 28 = II50 г/ч по I00% CaO

Соотношения между pH и объемными концентрациями растворов в г-экв/м^3 и г/м^3 приведены в табл. I6.

Таблица I6

Содержание серной кислоты (H_2SO_4) в стоках			Содержание извести (CaO)		
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

Продолжение табл. I6

Содержание серной кислоты (H_2SO_4) в стоках			Содержание извести (CaO)		
pH	г-экв/м³	г/м³	г-экв/м³	г/м³	pH
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	0,50	25	0,50	I4	I0,7
3,4	0,40	I9,6	0,40	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	0,20	9,8	0,20	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,I0	4,9	0,I0	2;8	I0
4,2	0,063	3,I	0,063	I,8	9,8
4,4	0,040	I,96	0,040	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	0,0I0	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

При обработке сточных вод реагентным методом остаточная концентрация ионов тяжелых металлов (начальная концентрация тяжелых металлов 50-I00 мг/л) для доведения стока до pH максимального выделения гидроокиси, будет соответствовать данным табл.I6.

Таблица I7

Гидроокись	pH максимального выделения	Остаточная концентрация, мг/л	pH начала образования гидроокиси	pH растворения гидроокиси	Произведение растворимости
$Cr(OH)_3$	8,75	0,05	7	II	$6{,}3 \cdot 10^{-21}$
$Fe(OH)_2$	8,0-9,5	0,3-I	7	I3,5	$5 \cdot 10^{-10}$
$Ni(OH)_2$	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	$1{,}8 \cdot 10^{-13}$
$Cu(OH)_2$	8,0-9,5	0,I-0,I5	5,3	более 9	$2{,}2 \cdot 10^{-13}$
$Cd(OH)_2$	8,5-I0	2,5	7,2-8,2	-	$2{,}2 \cdot 10^{-14}$
$Be(OH)_2$	9,8	-	6,8	I3	$2 \cdot 10^{-14}$
$Co(OH)_2$	-	-	6-7,7	-	$2 \cdot 10^{-15}$
$Pb(OH)_2$	8,4	-	6	-	$8{,}7 \cdot 10^{-14}$
CaF_2	8,5	I6-I8	-	-	$4 \cdot 10^{-11}$
$CaCO_3$	8,5-9	0,5	-	-	$4{,}8 \cdot 10^{-9}$
H_3AsO_3	5,0	0,05	-	-	-
$CaSO_4$	I0-I0.2	650	-	-	$9{,}1 \cdot 10^{-6}$
$Fe(OH)_3$	3.6	0,3-0,5	3,9	I4	$4 \cdot 10^{-17}$
$Al(OH)_3$	6	0,I-0,5	3,7	8,5	$1 \cdot 10^{-32}$
$Sn(OH)_2$	3,2	-	2,3	I0	$6{,}3 \cdot 10^{-32}$
$Bi(OH)_3$	-	I,4	-	-	$3{,}2 \cdot 10^{-32}$
Na_3AlF_6	6,8-7,5	0,5	-	8,5	$4{,}1 \cdot 10^{-10}$
$Sr(OH)_2$	-	-	-	-	$3{,}2 \cdot 10^{-4}$
$Mn(OH)_2$	-	-	-	-	$1{,}9 \cdot 10^{-13}$
$Mn(OH)_3$	7	0,0I	-	-	$1 \cdot 10^{-36}$

Пример теоретического расчета дозировки реагента.

При расходе сточной воды Q = 50 м^3/сут, содержащей 3% серной кислоты и 15 г/л сернокислого железа, понадобится следующее количество извести 50%-ной активности. Для нейтрализации 98 г/л требуется 56 г/л активной CaO, а для 30 г/л - X, откуда:

$$X = \frac{30 \cdot 56}{98} = 17 \text{ г/л}$$

Для связывания 152 г/л $FeSO_4$ (молекулярный вес 152) по реакции 51 требуется 56 г/л активной CaO, а для 15 г/л- 4, откуда

$$X = \frac{15 \cdot 56}{152} = 5{,}5 \text{ г/л}$$

Суммарный теоретический расход активный CaO равен 22,5 г/л или 22,5 кг/м^3. При 10% -ном избытке активной CaO полный суточный расход на 1 м^3 составит 24,75 кг/м^3.

Суточный расход активной CaO составит:

$$50 \times 24{,}75 = 1237{,}5 \text{ кг/сут.}$$

Расход товарной извести, содержащей 50% активной CaO, соответственно будет равен 2475 кг/сут. или 2,5 т/сут. Рекомендуется проводить известкование сточной воды, добавляя известь до величины pH=8-9, при которой все катионы тяжелых металлов переходят в осадок. Для доведения pH стоков с 7 до 9 надо на каждый 1 м^3 стока дополнительно ввести 0,28 г активной CaO (0,01 г-экв/м^3).

4.4.2. Ионообменный метод очистки кислотно-щелочных стоков

Основные положения применения и расчет ионообменных смол приведены в разделе 4.3.2. Очистка хромсодержащих стоков.

Очистку промывных кислотно-щелочных стоков, содержащих не более 5 мг-экв/л, рекомендуется проводить по схеме, состоящей из механического фильтра, фильтра загруженного активированным углем, катионитного фильтра (КУ-2-8, КУ-23), анионитного фильтра I ступени, для поглощения анионов слабых кислот (ЭДЭ-10п, АН-31, АН-18-10П, АН-22I, АН-25I) и анионитного фильтра второй ступени, для поглощения анионов сильных кислот (АВ-17-8) (см.рис. 13).

Количество фильтров и схема определяются в зависимости от состава сточных вод.

Для обработки стоков, содержащих смеси кислот и их солей, рекомендуется принимать следующие схемы в зависимос мости от количества загрязнений (табл. 18) и последовательности режима регенерации фильтров (табл. 19)

Таблица 18

Состав стоков	мг-экв/л	Рекомендуется схема установки
Смесь сильных кислот и солей	I,5	МФ-У-ФСД
То же	I,5 - 5	МФ-У-К-А
-"-	5 - I0	МФ-У-К-А,-К-$А_2$
Смесь сильных и слабых кислот и их солей	I,5	МФ-У-ФСД
То же	I,5 - 5	МФ-У-К-$А_I$- $А_2$
-"-	То же	МФ-У-К-$А_I$ - ФСД
-"-	5 - I0	МФ-У-К-$А_I$ - К - $А_2$
-"-	То же	МФ-У-К-$А_I$ - ФСД

Примечание. МФ - механический фильтр; К - катионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа КУ-2;

$А_I$ - анионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа АН-31, АН-22I, АН-25I;

ФСД- фильтр смешанного действия.

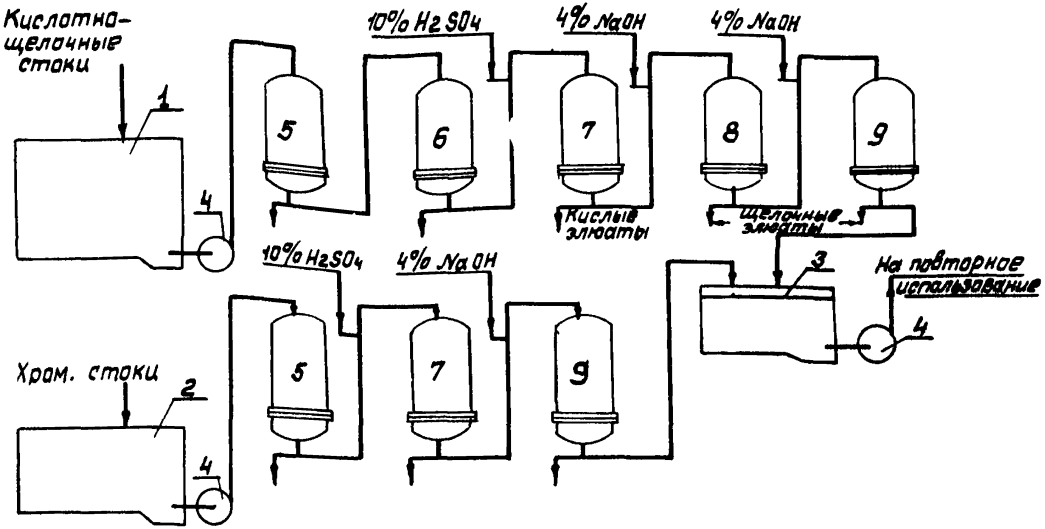


Рис.I3. Принципиальная схема очистки кислотно-щелочных и хромсодержащих стоков методом ионного обмена

I - накопитель кислотно-щелочных стоков; 2 - накопитель хромсодержащих стоков; 3 - накопитель обессоленной воды; 4 - насос; 5 - механический фильтр; 6 - фильтр с активным углем; 7 - фильтр катионитовый; 8 - фильтр анионитовый I ступени; 9 - фильтр анионитовый II ступени.

A_2 - анионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа АВ-17;

У - фильтр с активированным углем.

Таблица 19

№ пп	Наименование фильтра	Наименование операций	Используемый реагент или раствор	Ориентировочная продолжительность процесса, мин.
1.	Механический фильтр	Взрыхление	Кислотно-щелочные стоки	6
		Отмывка (спуск первого фильтрата)		10
			Итого:	16(0,27ч)
2.	Фильтр с активированным углем	Взрыхление	Очищенные стоки	15
		Отмывка	То же	10
			Итого:	25(0,42ч)
3.	Катионитовый фильтр	Взрыхление	Очищенные стоки	15
		Регенерация	10%-ный раствор серной кислоты	45
		Отмывка	Очищенные стоки	126
				186(3,1ч)
4.	Анионитовый фильтр (для удаления анионов сильных кислот	Взрыхление	Очищенные стоки	15
		Регенерация	4%-ный раствор едкого натра	40

Продолжение табл. I9.

№ пп	Наименование фильтра	Наименование операций	Используемый реагент или раствор	Ориентировочная продолжительность процесса, мин
		Отмывка	Очищенные стоки	I08
			Итого:	I63(2,7 ч)
5.	Анионитовый фильтр (для удаления анионов слабых кислот)	Взрыхление	Очищенные стоки	I5
		Регенерация	4%-ный раствор едкого натра	42
		Отмывка	Очищенные стоки	252
			Итого:	309(5,I ч)

4.4.3. Электрокоагуляция

Очистка кислотно-щелочных стоков электрокоагуляцией позволяет достигнуть высокий 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 $\geqslant$ 5,5, при очистке от кадмия и никеля $\geqslant$ 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 и 5,5 - 6.

После электролиза величина pH сточных вод возрастает незначительно и обычно не превышает 6.

При исходной величине pH сточных вод, $\geqslant 6$, значение ее в результате электрохимической обработки обычно не увеличивается.

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, в случае наличия в сточных водах нескольких ионов тяжелых металлов, рекомендуется определить величину тока J, необходимую для удаления из сточных вод каждого компонента в отдельности, по формуле:

$$J = \frac{q}{t} = V \cdot C_0 \cdot b \cdot 3456/t = q \cdot C_0 \cdot b \cdot 3456, \qquad (55)$$

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, $г/м^3$

b - удельный расход металлического железа, необходимый для удаления из сточных вод одного грамма компонента, г;

3456 - расходный коэффициент (количество кулонов электричества, необходимое для электролитического растворения одного грамма 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 гравийнс-песчаной загрузкой.

Технологическая схема очистных сооружений, необходимых для электрокоагуляционной обработки сточных вод, в которых содержатся ионы тяжелых металлов, аналогична схеме, используемой для очистки хромсодержащих стоков.

4.5. Обезвреживание стоков содержащих ионы тяжелых металлов

Кислотно-щелочные стоки, содержащие ионы тяжелых металлов, с целью улучшения качества очистки или утилизации, возможно, при соответствующем технико-экономическом обосновании, выделить в самостоятельный вид стоков. Наиболее часто для покрытий применяются такие металлы как никель, цинк, медь, кадмий.

Методы обработки драгоценных металлов (золото, серебро, платина) данными рекомендациями не рассматриваются.

Для выделения каких-либо гидроокисей тяжелых металлов возможно использование тех же методов, что и для обезвреживания кислотнощелочного стока.

Величину pH для осаждения гидроокисей металлов следует принимать по табл. I8.

После высаживания гидроокисей металлов сточные воды следует направлять на совместную очистку с кислотно-щелочными стоками.

Характеристику наиболее часто встречающихся химических веществ см.в приложении 6.

4.5.I. Очистка никельсодержащих стоков

Осаждение следует производить известью с образованием гидроокиси. Лучше применять известь 3-го сорта, содержащую недожог ($CaCO_3$), при этом получается менее растворимая соль $Ni(OH)_2CO_3$

Остаточная концентрация никеля I,5 - 2 мг/л.

Доза реагента принимается на I весовую часть никеля 0,8 весовой части окиси кальция.

Все соединения никеля в стоке, кроме растворов химического никеля, можно очищать методом ионного обмена и методом сорбции, электрокоагуляции.

4.5.2. Очистка цинксодержащих стоков

В качестве реагентав следует использовать окись кальция в соотношении I,2 весовой части на I весовую часть цинка или аммиачную воду в соотношении 2,5 - 3,5 весовой части на I весовую часть. цинка.

Остаточные концентрации ионов цинка после известкования при pH9-9,5 и обработки в горизонтальных отстойниках составляют 5 мг/л, а при осветлении в слое взвешенного осадка 2 мг/л. При применении аммиачной воды в

отстойниках и осветлителях со взвешенным осадком остаточная концентрация ниже ПДК.

Расчетная скорость движения воды в отстойниках принимается не более I - I,2 мм/с.

Для очистки возможно также применение сорбционного метода.

4.5.3. Очистка медьсодержащих стоков

Очистка промывных сточных вод от меди производится гашеной известью, необожженным доломитом или способом цементации на алюминиевой или стальной стружке.

Расход извести принимается из расчета 2 мг активной CaO на I г меди.

Время пребывания стока в камере реакции не менее I5 мин.

Отработанные растворы возможно обрабатывать реагентным методом при концентрации меди не более I0 г/л.

Очистка концентрированных растворов, содержащих медь, методом цементации предусматривает контакт с металлической стружкой, смешение с реагентом, контакт с реагентом, отстаивание. После очистки в стоке может остаться 50-I00 мг/л меди, поэтому необходима его доочистка реагентным методом или смешение с кислотно-щелочным стоком.

Расход металлической стружки I - I,5 весовой части на I весовую часть меди.

Продолжительность контакта сточной воды с металлической стружкой 3-4 часа.

Расход I00%-ного CaO на доочистку (после цементации меди) от железа, алюминия, следов масла составляет 250 г на I $м^3$ сточной воды.

Количество выпавшего осадка 98%-ной влажности составит 2-3% от объема сточных вод. Эффект задерживания

меди 80-90%.

Соединения меди в стоке можно также удалить методом ионного обмена и методом адсорбции на смешанном сорбенте, и др. методами.

4.5.4. Очистка сточных вод от фторидов

Очистка сточных вод от фторидов может осуществляться реагентным и электрохимическим методами.

Очистку реагентным методом сточных вод от фторидов следует осуществлять переводом фторид-иона в малорастворимые в воде соединения, выпадающие в осадок.

При начальной концентрации более 50 мг/л очистку производят в два этапа.

На первом этапе сточные воды обрабатываются известью при pH 10,5 - 11, с доведением остаточной концентрации по фтору до 20-40 мг/л. При этом в осадок выпадает преимущественно фтористый кальций - CaF_2.

На втором этапе сточные воды, содержащие 20-40 мг/л фтора, обрабатываются сульфатом алюминия, pH стоков должно быть 4,5 - 5,5.

Необходимая доза извести в пересчете на CaO на 1- м этапе составляет 1,5 мг на один мг фторид-иона (с избытком на 25%).

Необходимая доза сульфата алюминия на 2-м этапе составляет 40-50 мг/мг фторида.

Время контакта сточных вод с известью не менее

I5 мин, с сульфатом алюминия - не менее 20 мин.

Время осветления сточных вод на I-м этапе - 2 часа, на 2-ом - 4. После осветления на I-м этапе сточные воды подкисляют серной кислотой до pH 4,5 - 5,5.

При исходной концентрации фтора, не превышающей 30 мг/л, возможна обработка сточных вод в одну ступень.

Извлечение фтора из стока предусматривает усреднение стока, смешение его с известью, контакт, извлечение из стока фтористого кальция(I-й этап), подкисление, смешение стока с сульфатом алюминия, контакт, извлечение из стока образующего осадка, нейтрализация стока (2-й этап). Объем осадка зависит от концентрации фтора в стоках и может составлять до I2% от их объема.

Объем осадка составляет около I2% от объема стока.

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 содержания фтора в осветленной воде. Реактор, где происходит нейтрализация кислот, должен быть обязательно оборудован местной вытяжкой вентиляцией.

При реагентном методе содержание фтора в воде после очистки составляет I,4 мг/л.

Электрокоагуляция

Электрокоагуляцию фторсодержащих сточных вод целесообразно применять при концентрации фторидов в стоке не более I00 мг/л.

При более высоких концентрациях фторидов очистку осуществляют в две ступени: первая - обработка известью и вторая - доочистка методом электрокоагуляции. При этом исходная величина pH сточных вод, по данным Водгео,

должна составлять 3 - 3,5. Электролиз проводят при плотности тока 0,5 - 0,7 А/дм^2.

Ориентировочный расход металлического алюминия составляет 8 мг/л фтора.

Для предотвращения пассивации алюминиевых анодов сточные воды должны содержать 100 мг/л хлорид-иона. С этой целью для подкисления сточных вод после первой ступени их обработки рекомендуется применять соляную кислоту.

После электрокоагуляционной обработки сточные воды поступают в отстойник для осветления (время отстаивания 4 часа).

Осветленные сточные воды содержат 0,3-1,5 мг/л фтора и 0,3-0,5 мг/л алюминия при pH =7-8,5.

4.6. Оборудование, арматура и трубопроводы

Для выполнения всех технологических операций необходимо рассчитать и подобрать соответствующее оборудование. По назначению оборудование подразделяется на:

накопители (усреднители), смесители, камеры реакций, отстойники, реагентное хозяйство.

4.6.1. Накопители (усреднители)

Задачей накопителя является накопление определенного объема стоков для выравнивания поступающих стоков по времени и по концентрации (усреднение концентрации).

Объем накопителя определяется в соответствии с графиками притока сточных вод и колебаний концентраций загрязнений в них. При отсутствии графиков допускается объем накопителей определять по количеству сточных вод, поступающих в течение одной смены (СНиП П-32-74,п.7.39).

Число секций необходимо принимать не менее двух, (обе рабочие)

Перемешивание сточных вод в усреднителях следует

предусматривать с помощью сжатого воздуха, механических мешалок или насосов.

Расчет и конструирование усреднителя следует выполнять в соответствии с п.7.41 главы СНиП П-32-74.

Давление сжатого воздуха, необходимое для перемешивания, определяется расчетом.

Размещать усреднитель следует, как правило, в помещении станции нейтрализации.

Использование перекрытия накопителя для размещения оборудования запрещается. Каждый усреднитель должен быть оборудован указателями уровня, дыхательными трубами, при перемешивании сжатым воздухом - вытяжной вентиляцией.

4.6.2. Смесители

Смесительные устройства применяются для быстрого и равномерного распределения реагентов в обрабатываемых стоках.

Расчет смесительных устройств и их конструкцию следует принимать в соответствии со СНиП П-31-74 п.6.51-6.60.

Количество смесителей должно быть не менее двух (оба рабочие).

Продолжительность контакта стоков с реагентами следует принимать 5-10 мин для кислых и щелочных стоков и не менее 30 мин для стоков, содержащих ионы тяжелых металлов. Для ускорения времени перемешивания возможно использование аппаратов с вращающимся магнитным полем типа АВС и ВА-100. Аппараты ВА-100 можно использовать также для приготовления известкового молока.

При производительности установок до 100 $м^3$/сут рекомендуется применять механическое перемешивание. При большей производительности перемешивание в смесителях гидравлического типа , или непосредственно в подающих трубопроводах (п.6.52 главы СНиП П-31-74).

При перемешивании стоков с реагентами сжатым воздухом барботирование производится в течение 5–10 мин. Расход воздуха составляет 0,2 л на 1 л стоков в 1 мин.

Конструкция смесителя не должна допускать возможности осаждения взвеси и реагентов, вводимых в виде суспензий, и насыщения воды пузырьками воздуха.

4.6.3. Камеры реакции

Камеры реакции предназначены для завершения реакции загрязнений, имеющихся в сточных водах, с реагентами и образования хлопьев.

При расходе стоков до 15–30 $м^3/ч$ и периодической схеме, камеры реакции обычно совмещаются со смесителями.

Объем камер реакции следует рассчитывать исходя из времени требуемого для завершения химических реакций.

Конструкция камер реакции должна предотвращать возможность выпадения осадка.

В качестве камер реакции возможно использование вихревых камер хлопьеобразования, применяемых в системах подготовки воды.

4.6.4. Отстойники

1. Отстойники предназначены для выделения из обрабатываемых стоков гидроокисей металлов совместно с другими элементами загрязнений.

Конструктивно отстойники могут быть вертикальными или горизонтальными. Допускается применение тонкослойных блоков.

Число отстойников надлежит принимать не менее двух (оба рабочие).

Расчет отстойников следует выполнять в соответствии с главой СНиП II-32-74.

Средняя скорость движения воды в отстойнике определяется лабораторным путем в зависимости от характера оседающей взвеси.

Для ориентировочных расчетов допускается применять скорость движения воды в отстойнике в зависимости от количества взвешенных веществ:

для вод с содержанием взвешенных веществ более 250 мг/л - 3-6 мм/с;

для вод, не содержащих гидроокиси - I-2 мм/с.

Скорость выпадения взвеси (U_o) приведена в табл.20.

Таблица 20

Взвешенные вещества	Физический диаметр частиц, мм	Uo мм/с, при t воды, °С		
		I0	I5	20
Гидроокиси	0,005			0,2
	0,005-0,0I5			0,25
	0,I	0,23	0,26	0,3
Мелкий песок	0,04	0,82	0,94	I,06
	0,05	I,23	I,4I	I,6
	0,06	I,84	2,I2	2,39
	0,07	2,5I	2,88	3,25
	0,09	4,I4	4,77	5,67
Частицы извести	0,I	5,I2	5,88	6,63
	0,2	I7,II	I8,76	20,42
	0,3	28,3I	29,96	3I,62
	0,5	50,7I	52,36	54,02
Крупный песок	0,6	6I,9I	63,56	65,22
	0,8	84,3I	85,96	87,92
Гравий	I	I06,7I	I08,36	II0,02
	I,5	I62,7I	I64,36	I66,02

Продолжение табл. 20

Взвешенные вещества	Физический диаметр частиц, мм	Ио мм/с, при воды, °С		
		I0	I5	20
Частицы извести	I,75	I78	I78	I78
	2	I90	I90	I90

Коэффициент (α), учитывающий взвешивающее влияние вертикальной составляющей скорости потока в зависимости от соотношения длины отстойника (L) к глубине (Н), следует принимать

L/H	I0	I5	20	25
α	I,33	I,5	I,67	I,82

высота нейтрального слоя принимается 0,3 - 0,4 м

Для задержания всплывающих веществ и выравнивания потока в горизонтальном отстойнике устраиваются плавающие доски, возвышающиеся над уровнем воды на 0,I5-0,2 м с заглублением под воду на 0,4-0,8 м.

Расстояние от доски до входного отверстия или жолоба принимается 0,5 м, а от выходного - 0,2 м.

Тогда общая длина отстойника будет:

$$L + 0,5 + 0,2 + 2B,$$

где В - ширина распределительного лотка, отстойника, м

Горизонтальные отстойники рекомендуется выполнять с пирамидальным или коническим днищем с углом наклона не менее 45^0.

Объем зоны накопления и уплотнения осадка $W_{З.Н.}$ определяется по формуле:

$$W_{З.Н.} = \frac{24 \cdot Q (C_1 - C_2) \cdot T}{\delta}, \qquad (56)$$

где C_I - содержание взвеси в воде, поступающей в отстойник, с учетом взвешенных реагентов, мг/л;

C_2 - содержание взвеси в воде, выходящей из отстойника;

T - период работы отстойника между чистками, сут;

q - расчетный расход воды, $м^3/ч$;

δ - концентрация уплотненного осадка, мг/л $\approx$ 20 000

Влажность осадка принимается W = 98 - 99,5%.

4.6.5. Тонкослойные отстойники

Уменьшение высоты слоя отстаивания позволяет снизить турбулентность потока, вследствии чего сокращается время отстаивания. Наиболее рациональной схемой взаимного движения воды и осадка считается противоточная, при которой выделенный осадок удаляется в направлении, противоположном движению рабочего потока.

Расчет тонкослойных отстойников производится следующим образом:

площадь поперечного сечения полочного пространства ω определяется по формуле

$$\omega = \frac{Q}{V} \qquad (57)$$

где

Q - расход стоков , $м^3/ч$;

V - скорость потока сточной воды в секциях тонкослойного отстойника, м/ч, принимается равной IOИо.

Высоту полочного пространства (H) рекомендуется принимать I-2 м, ширину - по формуле

$$B = \frac{\omega}{H} \qquad (58)$$

Угол наклона полок - $45\text{-}60^0$.

Необходимость продолжительности отстаивания определяется по формуле

$$t = \frac{h_c}{3600 \cdot U_0}, \qquad (59)$$

где h_c - высота секции-принимается равной 50-150 мм.

Длина полочного пространства определяется по формуле

$$L = K \cdot t \cdot V, \qquad (60)$$

где

К - коэффициент запаса равен 1,1-1,5.

Общая строительная длина тонкослойного отстойника складывается из длины водораспределительных и водосборных устройств и длины полочного пространства.

Объем иловой части отстойника W определяется по формуле

$$W = \frac{(C_0 - C_t) \cdot Q \cdot 100}{(100 - P) \cdot \rho_{oc}},$$

где

Со - начальная концентрация взвешенных веществ в сточной воде;

C_t - концентрация взвешенных веществ в осветленной воде;

Q - расчетный расход сточных вод;

P - влажность осадка, %;

ρ_{oc} - плотность осадка.

Длину полки рекомендуется принимать в пределах 1-1,5 м.

4.6.6. Вертикальные отстойники

Площадь отстойной части вертикального отстойника ($F_{o.ч.}$) следует определять по формуле

$$F_{o.ч.} = \frac{Q}{U_0} \cdot Z, \qquad (62)$$

где Q - расчетный расход, м^3/с;
u_0 - скорость осаждения частиц, м/с;
χ - коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения диаметра отстойника (Д) к его рабочей высоте (Н)

$\frac{D}{H}$	0,7	I	I,5	2	2,5	3
χ	I,3	I,37	I,5	I,65	I,93	2,25

Продолжительность отстаивания для стоков, содержащих гидроокиси металлов, следует принимать не менее 2-х часов. Конструктивные размеры следует принимать в соответствии с главой СНиП П-3I-74.

Объем осадочной части отстойника (W) определяется исходя из времени накопления осадка, по формуле

$$W = \frac{Q \cdot t (M_1 - M_2)}{\delta}$$

где Q - объем поступающих сточных вод, м^3/ч;
t - время уплотнения осадка, ч;
M_1 - начальная концентрация взвешенных веществ, поступающих в отстойник, г/м^3;
M_2 - то же конечная концентрация, т/м^3;
δ - концентрация осадка (ориентировочно может быть принята от 5000 до 20 000 г/м^3).

4.6.7. Реагентное хозяйство

Реагентное хозяйство служит для хранения, приготовления и подачи растворов реагентов. Хранение запасов реагентов следует принимать не менее чем на 7 суток работы.

Месячный запас реагентов должен храниться на центральном складе.

В целях уменьшения протяженности реагентопроводов и других коммуникаций установка для приготовления растворов реагентов должна размещаться возможно ближе к сооружениям, в которых производится обработка сточных вод.

Хранение запасов твердых сыпучих реагентов предусматривается в таре-поставке.

Хранение водных растворов реагентов, расходуемых в течение суток или смены, предусматривается в расходных баках.

Приготовление водных растворов реагентов осуществляется в емкостях, предназначенных только для данного вида реагента.

Основные технические характеристики применяемых реагентов см. в приложении 5.

Подача реагентов из баков приготовления растворов в расходные баки может быть как по самотечным, так и по напорным трубопроводам. При этом, свободный напор на излив следует принимать 1,5 - 3 м столба жидкости.

Дозирование реагентов может осуществляться как самотечным способом, с помощью различного типа дозаторов, так и напорным - с помощью насосов-дозаторов.

Следует предусматривать возможность промывки всех реагентопроводов.

Оборудование, трубопроводы, арматура и приборы, предназначенные для агрессивных реагентов, должны быть в коррозионностойком исполнении.

Для транспортирования водных растворов, приготовленных из твердых и сыпучих реагентов (строительной и хлорной извести), реагентопроводы должны выполняться из труб диаметром не менее 40 мм.

Для полноты обезвреживания сточных вод реагентное хозяйство должно быть оборудовано надежными средствами автоматизации, обеспечивающими постоянную и бесперебойную подачу реагентов надлежащего качества и в необходимом

количестве, бесперебойность перемешивания реагентов со стоками, сигнализацию в случаях нарушения нормального режима работы сооружений, возможность дистанционного управления и пуска, контроль процесса очистки по показаниям приборов.

4.6.8. Расчет электрокоагулятора

При расчете электрокоагулятора следует определить полезный объем, общую поверхность и количество электродов, конструктивные размеры, число электрокоагуляторов и величину тока в электрической цепи. При этом основными исходными параметрами для расчета являются:

расход сточных вод;

концентрация шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов в сточных водах;

плотность тока;

заданное время обработки сточных вод.

Полезный объем электролизера (объем сточных вод постоянно находящихся в электролизере)

$$V = q \cdot t \qquad (64)$$

где q - расход сточных вод, поступающих в электролизер, $м^3/с$;

t - заданное время обработки сточных вод (рекомендуемое время обработки сточных вод $\leq$ 0,5-5 минут)

Величина тока, А, проходящего через электролизер, расчитывается по формуле:

$$J = \frac{Q}{t} = V \cdot C_0 \cdot 11120/t = q \cdot C_0 = 11120, \qquad (65)$$

где Q - общее количество электричества, которое необходимо пропустить через объем V $м^3$ сточных вод для их очистки от Cr^{6+}, кл;

C_0 - исходная концентрация Cr^{6+}, $г/м^3$;

III20 - теоретическое количество электричества, необходимое для восстановления 1г Cr^{6+}кл.

Общая поверхность анодных пластин ($м^2$) определяется по формуле:

$$S_a = \frac{V}{d}, \qquad (66)$$

где d - расстояние между соседними электродами (принимается равным 6-10 мм), м

Суточный расход металлического железа (кг) определяется по формуле:

$$q_{Fe} = 2,5 \cdot C_0 \cdot q / 1000 \cdot a \qquad (67)$$

где 2,5 - коэффициент осредненного удельного расхода металлического железа;

a - коэффициент использования материала электродов (в зависимости от толщины электронных пластин принимается равным 0,6-0,9)

Поверхность одного анода ($м^2$) может быть найдена по формуле

$$S_1 = 2 \cdot b \cdot h, \qquad (68)$$

где b - ширина анодной (катодной) пластины, м

h - высота анодной (катодной) пластины, м

Рекомендуется принимать ширину и высоту электродных пластин соответственно в пределах 0,3-0,6 и 0,5-1 м.

Общее необходимое количество анодных пластин определяется по формуле:

$$n_a = \frac{S_a}{S_1}$$

Общее количество электродных пластин составляет

$$n_э = 2n_a + 1$$

Общее количество электродных пластин в одном электродном блоке должно составлять не более 30. При большем

расчетном количестве пластин необходимо предусматривать два или более электродных блока. Расстояние между соседними блоками принимается равным 30–40 мм.

Расход металлического железа, кг/сут., для обработки сточных вод ориентировочно может быть определен из формулы:

$$q_{Fe} = \frac{1,2 \cdot B \cdot Co \cdot q}{1000 \cdot \theta} \qquad (69)$$

где Co – исходная концентрация компонента, для удаления которого требуется наибольший абсолютный расход металлического железа;

B – удельный расход металлического железа для удаления I г одного из компонентов сточных вод, г,

θ – коэффициент использования материала электродов принимается 0,6–0,8.

Примечания:

I. При наличии в сточных водах нескольких компонентов в различных концентрациях в формулу подставляются величины B и C (относятся к одному из компонентов сточных вод), произведение которых является наибольшим.

2. При наличии в сточных водах только одного компонента расход металлического железа определяется по формуле:

$$q_{Fe} = \frac{B \cdot Co \cdot q}{1000 \cdot \theta}, \qquad (70)$$

Объем водорода, выделяющегося на катодах при электролизере сточных вод в течение I часа при нормальном давлении и температуре (t)^{0}C, определяется по формуле

$$V_t = \eta_к \cdot C_{H_2} \cdot J \cdot \frac{273+t}{273}$$

где $\eta_к$ – катодный выход по току; равный 0,9 – 0,95;

C_{H_2} – объемный электрохимический эквивалент водорода, равный 0,00042 м^3/(л.ч.);

J - величина тока, А;
t - температура сточных вод.

Количество водорода, выделяющегося в атмосферу, на практике оказывается несколько меньшим, так как часть образующегося водорода растворяется в воде.

Электролизер должен быть снабжен отдельным вентиляционным устройством.

Категорию помещения по взрывной, пожарной и взрывопожарной опасности следует определять в соответствии с СН 463-74.

Расчет систем вентиляции и конструирование сети следует проводить в соответствии с главой СНиП П-33-75.

Если расчетный объем водорода, выделяющегося в помещение, не превышает 5% свободного объема помещения, то оно не считается взрывоопасным и в соответствии с главой СНиП П-М 2-72 относится к категории "Д".

При разработке конструкции электрокоагулятора необходимо учитывать, что:

движение потока сточных вод следует осуществлять вдоль поверхности электродных пластин (в вертикальном или горизонтальном направлении). При вертикальном движении воды направление движения потока следует принимать снизу вверх;

электроды (катоды и аноды), изготавливаются из низкоуглеродистой стали (ст.3, ст.4 и т.п.) и имеют толщину от 3 до 6 мм. Расстояние между электродами от 5 до 10 мм. Блок электродов представляет собой набор стальных пластин, закрепленных на общей раме. Пластины через одну подключаются с помощью токопроводов к положительному и отрицательному полюсам источника тока. Для предотвращения коротких замыканий пластины в 2-3 местах по всей высоте разделяются прокладками из диэлектрика (текстолит, винипласт);

блок электродов монтируется на специальной подставке и затем с помощью подъемного механизма помещается в

электролизер. При этом в электролизер может помещаться один или несколько электродных блоков. Верхние кромки электродных пластин должны выступать из жидкости на высоту не более 30 мм;

корпус электрокоагулятора - прямоугольный стальной резервуар, футерованный кислотостойкими материалами: полиизобутиленом полипропиленом и др., или изготовленными из них. Электролизер оборудуется вытяжным вентиляционным устройством (предпочтительно бортовые отсосы) для удаления газов, образующихся при электролизе.

Целесообразно, чтобы дно электролизера имело небольшой уклон (до 5^0) в сторону выхода из него сточных вод.

Скорость движения воды в межэлектродном пространстве не должна превышать 0,01 м/с.

Предотвращение пассивации электродов осуществляется периодической переполюсовкой.

Вес одного блока не должен превышать 0,5 т.

Электрокоагулятор следует располагать вблизи отстойника или совмещать с ним в одной конструкции.

Перелив из электрокоагулятора в отстойник (при совмещенной конструкции) во избежании резких изменений в направлении и режиме движения стоков выполняется как водослив плавного профиля.

Отстойник необходимо оборудовать устройством для сбора пены, а также приемной камерой, рассчитанной на 15-20 минутное пребывание воды с целью ее дегазации.

4.6.9. Электродиализаторы

Метод электродиализа можно использовать для удаления из малоконцентрированных сточных вод солей тяжелых металлов с целью повторного использования обессоленной воды в производстве. Электродиализный метод применим также для очистки сточных вод, образующихся при электрохимической обработке металлов, для регенерации хромистых, травильных и полировочных электролитов.

Для очистки сточных вод методом электролиза используют электрохимически активные ионитовые мембраны, которые представляют собой тонкие пленки, изготовленные из размельченной в порошок ионообменной смолы, и неэлектропроводного материала (полиэтилен, полистирол, фторопласт и др.)

Электродиализные аппараты конструктивно выполняются в виде многокамерных плоских или трубчатых аппаратов.

Выпускаемые в настоящее время аппараты представляют собой набор плоских мембран расположенных параллельно. Обессоленная вода поступает в четные камеры, а через нечетные камеры циркулирует рассол.

При пропускании через такой аппарат постоянного электрического тока катионы растворенных солей в четных камерах будут двигаться к катоду и проходить через катионитовую мембрану, отделяющую четную камеру от нечетной. Анионы будут двигаться к аноду и проходить в нечетную камеру через анионитовую мембрану.

В результате, соли переносятся током из четных - камер в нечетные, вода в четных камерах опресняется, а в нечетных рассольных камерах накапливаются соли.

На 100-200 камер одного аппарата устанавливают только по одному катоду и аноду. Особым достоинством ионитовых мембран является то, что они не требуют специальной регенерации.

При обработке сточных вод гальванических производств, образующихся в процессах никелирования, цинкования, кадмирования, хромирования, меднения и т.д. и содержащих $\approx$ 500 мг/л минеральных солей при плотности тока 0,25 А/дм^2, остаточная концентрация солей составляет 5-10 мг/л. Удельные затраты электроэнергии 1 - 1,5 кВт ч/м^3. При этом удельная поверхность ионитовых мембран составляет 1000 см^2/л раствора.

Наряду с регенерацией кислот и щелочей в некоторых случаях образуются и другие ценные продукты (катодные

осадки цветных металлов и железа, кристаллическая гидроокись алюминия и др.)

В настоящее время Алма-Атинским электромеханическим заводом МПС СССР выпускаются комплектные малогабаритные электродиализные установки ЭДУ-400 2 (4,6) производительностью 500-1500 $м^3$/сут и аппараты ЭХО-М-5000х200 для установок производительностью 500х1500 $м^3$/сут. Тамбовским машиностроительным заводом серийно выпускаются электродиализные установки ЭОУ-НИИПМ производительностью 25-100 $м^3$/сут с аппаратами типа "Родник-3" и др.

Ионообменные мембраны марки МК-40 (катионитовые), МА-40 и МА-41 (анионитовые) в настоящее время выпускает в промышленном масштабе Щекинское производственное объединение "Азот" (г.Щекино, Тульской области)

4.6.10 Арматура и трубопроводы

Арматуру, устанавливаемую на станциях очистки воды, следует подбирать, исходя из коррозионной стойкости применяемых материалов, температуры и давления сточных вод.

Марки запорной и регулирующей арматуры, которые необходимо применять для обезвреживания сточных вод, приведены в строительном каталоге часть 10, раздел 5, подразделы 22 и 23. Как правило следует применять трубопроводы из полимерных материалов или стальных, футерованных полиэтиленом. Коррозионная стойкость полиэтилена приведена в СН 478-80. Трубопроводы из титановых труб не допускается применять при транспортировке серной и соляной кислот концентрацией более 5%.

Материал для прокладочных соединений см. в приложении 7.

4.7. Определение количества осадка и его обработка

В результате реакций нейтрализации и обезвреживания сточных вод образуются нерастворимые примеси, которые вы-

падают в осадок. Концентрация каждой гидроокиси, солей и расход реагентов определяется по химическим реакциям, при этом необходимо учитывать остаточную концентрацию веществ, приведенных в табл. I6.

Объем влажного осадка (Р) определяется по формуле

$$P = \frac{10\ M}{100 - P\ вл.} \qquad (72)$$

где М - количество сухого вещества в осадке, кг/м^3

Р вл. - влажность осадка, %

Количество сухого вещества в осадке (Р сух.) кг/м^3 вычисляется по формуле:

$$P_{сух} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + y_1 + y_2 \ldots}{a - z} - 2, \qquad (73)$$

где X_I X_2 количество активной CaO, необходимой для нейтрализации кислоты и осаждения катионов металлов;

y_1, y_2 - количество образующегося сульфата кальция (гипса) и гидроокисей металлов;

a - объем обрабатываемых стоков, м^3;

z - объем известкового молока, необходимого для обработки стоков;

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

Для дальнейшей обработки осадка и его перевозки необходимо сократить его объем за счет уплотнения и обезвоживания.

Уплотнение осадка необходимо предусматривать в шламонакопителях, рассчитанных на 7-I0 суточное пребывание шлама, при этом влажность шлама уменьшается на I - I,5%.

Обезвоживание шлама возможно предусматривать способом вакуумирования, фильтрования или центрифугирования.

Расчет вакуум-фильтров и центрифуг следует производить в соответствии с главой СНиП П-32-74.

Фильтрат необходимо направлять в отстойник.

Ориентировочную нагрузку на вакуумфильтре возможно принимать из расчета 8-10 кг/м^2 в час. Вакуум-фильтры комплектуются необходимым вспомогательным оборудованием (рессиверами, вакуум-насосами).

Количество отсасываемого воздуха составляет 0,5-0,8 м^3/ч на м^2/мин при величине вакуума 300-500 мм рт.ст.

Количество воздуха для отдувки осадка составляет 0,1-0,2 м^3/м при давлении 0,2-0,8 ати.

Ресивер рассчитывают, исходя из 30-60 минутного притока фильтрата. Высота установки рессивера (Н) определяется:

При самотеке фильтрата

$$Hc = \frac{P}{76} + \delta + 1 \text{ м}; \qquad (74)$$

при откачки насосами

$$H_H = \frac{P}{76} - h + \delta + 1м \qquad (75)$$

где:

P - максимальный рабочий вакуум, мм рт.ст.;

h - высота всасывания насоса;

δ - потери напора по длине всасывающего трубопровода.

Влажность обезвоженного осадка составляет 75-80%.

Для периодической промывки фильтрующих тканей используется ингибированная соляная кислота с расходом 50 мл/м^2 ткани. Кислоту после отстаивания возможно использовать повторно.

Для фильтрования осадка возможно использовать гравитационный способ (на иловых площадках) и фильтрование под давлением (пресс-фильтры, ФПАКМ, емкостные фильтры). Иловые площадки используются очень редко, так как шламы после обработки стоков плохо отдают воду.

Пресс-фильтры - фильтры периодического действия. Удельную нагрузку следует определять экспериментальным

путем. Ориентировочно можно принимать 8-10 кг/м^2 в час.

Влажность осадка 65-70%.

Обычно применяемые фильтр-прессы типа ФПАКМ имеют механизированную выгрузку осадка и комплектуются заводами-поставщиками необходимым вспомогательным оборудованием.

Подача шлама на фильтр-прессы ФПАКМ без предварительного уплотнения не допускается.

При небольших объемах шламов возможно применение емкостных фильтров (нутч-фильтры).

Существующие другие методы обезвоживания осадков (замораживание, нагревание) для обработки шлаков гальванического производства, не применяются.

Сжигание осадка применяется только при технико-экономическом обосновании. Для сжигания возможно использовать печи, предназначенные для бытовых стоков и отходов.

При использовании для обезвреживания стоков методом электрокоагуляции объем образующего осадка зависит от концентрации загрязнений.

При концентрации Cr^{6+} 50-150 мг/л в обрабатываемом стоке объем осадка составляет 6-12% от объема стоков, при влажности 98,5-99%.

Обезвоженный осадок содержит в основном оксигидраты железа (до 30%) и хрома и может быть использован как вторичное сырье.

Для транспортировки шламов следует применять: при влажности 95-99% - центробежные насосы, при меньшей влажности - плунжерные насосы.

5. Штаты

Существующее штатное расписание не охватывает производств по очистке и нейтрализации сточных вод, поэтому штатное расписание по каждой станции следует принимать применительно к нормативам численности установленным Министерством коммунального хозяйства или Министерством,

которым подчинено производство.

Для ориентировочного определения численности обслуживающего персонала можно пользоваться следующими материалами:

„Нормативы численности рабочих, занятых на работах по эксплуатации сетей, очистных сооружений и насосных станций водопровода и канализации" НИИ труда, 1976 г.

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

6. Строительные решения

Планировку сооружений и размещение очистной установки следует производить с таким расчетом, чтобы к очистным сооружениям в процессе эксплуатации был обеспечен допуск для осмотра, доставки реагента, удаления осадка, ремонта, взятия контрольных проб.

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

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

Расположение очистных сооружений в отдельно-стоящем здании, или пристроенном к зданиям другого назначения, должно быть экономически обосновано.

Химическую защиту полов, стен, перегородок следует проектировать в соответствии с главой СНиП П-28-73 "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, часофицированы

и оборудованы постоянной телефонной и селекторной связью.

Установка производительностью более 2000 $м^3$/ч оборудуется громкоговорящей связью.

Эксплуатация очистных сооружений должна проводиться под наблюдением и контролем центральной лаборатории предприятия.

Наладка работы очистных сооружений должна производиться специализированной организацией, затем наладочной организацией должны быть разработаны регламенты по всем технологическим операциям.

Выдача взаимных заданий между отделами выполняется в соответствии с действующими положениями.

Форма задания, выдаваемого технологическим отделом на проектирование установок по очистке сточных вод, приведена в приложении 8 (отдельно для промывных и сточных вод, а также для отработанных растворов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. Рекомендации по проектированию водоснабжения и канализации цехов гальванопокрытий. ГПИ Сантехпроект, Б3-49, I975.

2. Водоподготовка и очистка промышленных стоков. Выпуск П. Наукова думка. Киев, I975 г.

3. Процессы и сооружения для разделения взвесей при очистке природных и сточных вод. Общество "Знание", РСФСР, I980 г.

4. Методы очистки производственных сточных вод. Справочное пособие. Стройиздат. М., I977 г.

5. Сбработка и утилизация осадков сточных вод. Общество "Знание", РСФСР. М., I978 г.

6. Сооружения для обработки осадков городских сточных вод. ЦНИИЭП инженерного оборудования. Стройиздат. М., I978 г.

7. Золотова, Асс. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. М., Стройиздат, I975 г.

8. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. "Наукова думка". Киев, I980 г.

9. Строительные нормы и правила .Главы П-3I-74 и П-32-74.

I0. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. I975 г.

II. Временные рекомендации по электрохимической очистке промышленных сточных вод от шестивалентного хрома с использованием стальных электродов,Б3-59. ВНИИ ВОДГЕО. М., I978 г.

I2. Рекомендации по нейтрализации сточных вод гальванического производства машиностроительной промышленности. Министерство автомобильной промышленности. М., I973.

I3. Смирнов, Генкин. Металлургия. I980 г. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов.

I4. Отчет по теме "Разработка рекомендаций по проектированию систем автоматического контроля и регулирования процессов очистки сточных вод цехов металлопокрытий". ВНИИ ВОДГЕО, I975 г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНИОНИТОВ

Показатели	Аниониты сильноосновные							Аниониты слабоосновные													
	АВ-17		АВ-29П			АВ-29		АН-I	АН-2ФН	АН-3I	АН-I8-8	АН-2I		АН-22	АН-25		ЭДЭ-IOП	АН-22I	АН-25I	АН-I8П	
	8	8чС	-8П	-IOП	-I2П	Высший сорт	I сорт					-6	-I4		сорт А	сорт Б					
Внешний вид	Сферические зерна от светло-желтого до светло-коричневого		Сферические зерна белого и светло-желтого цвета			Сферические зерна светло-желтого цвета		Серые или белые непрозрачной формы	Черные или темно-коричневые непрозрачной формы	Желтого цвета неправильной формы	Сферические зерна серые, желтые	Сферические от светло-желтого до коричневого цвета		Сферические желтого цвета	Сферические от светло-желтого до светло-коричневого		Красновато-коричневые непрозрачной формы	Сферические			
																		Белого цвета	Желтого цвета	Желтого цвета	Светлого и белого цвета
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22
Содержание влаги, %	35-50		55-65			35-55		40-50	I0		30-50		20-40	30-35	30-40	I0		40-60	40-50	35-60	
Размер зерен, мм	0,355-I,25	0,4-I,25	0,355-I,25			0,355-I,25		0,4 - 2,0			0,4-I,25	0,355-I,25		0,3I5-I,25	0,25-0,5	0,5-I,25	0,4-I,8	0,3I5-I,25	0,5-I,6	0,355-I,5	
Содержание рабочей фракции, %	95	95	95	95	95	90	90	95	92	93	92	90	90	92	95	95	93	90	90	92	92
Удельный объем набухшего ионита, мг/л	3,0	3,0	4,2	4,0	3,0	3,3	3,I	2,7	2,6	3,3	2,3	2,I	I,8	2,0	2,5	2,5	3,3	3,8	3,3	2,9	3,0
ПОЕ в 0,IH растворе HCl, мг-экв/г	3,4	3,5	0,85	0,85	0,9	I,I	I,I	I,7	2,7	2,8	I,4	I,5	2,2	2,4	I,9	I,9	2,3	I,25	I,5	I,0	I,0
ДОЕ, Г-экв/м³	670	900	620	620	600	I000	900	II00	I700	I300	650	-	-	II00	-	-	II00	800	-	-	-
Окисляемость по O_2, мг/л	0,7	0,7	-	-	-	I,0	I,0														
Осматическая стойкость, %	85-90	85-90	-	-	95	85	85	80	60	75	-	-	85	-	-	-	80	85	-	95	95
Насыпная масса, т/м³	0,6-0,7	0,6-0,7							0,65	0,7-0,8				0,79			0,6	0,83	0,4	-	-
Дыхание слоя, %	I0-I5									I0-I5				7-I0							

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22
Гидравлическое сопротивление при слое I м и скорости фильтрации 20 м/ч	270	270								220	-	-	-	2I5							
Регенерация фильтра:																					
I) Взрыхление Скорость, м/ч	I0-I5	I0-I5								I0-I5	-	-	-	I0-I5							
Объем воды на объем смолы	2-3	2-3								2-3											
Рекомендуемая скорость фильтрации, м/ч	20-30	20-30								20-30				20-30							
2) Регенерация концентрации щелочи, %	2-4	2-4						5	2	2-4				2-4							
Объем щелочи, об/об	3 -4,5	3-4,5							60 г/г-экв	I-5				I00 г/г-экв							
Скорость фильтрации реагента, м/ч	3-4	3-4								3-4				3-4							
3) Отмывка																					
Расход воды, об/об	8-9	8-9								I0-I2				5-6							
Скорость, м/ч	5-7	5-7								5-7				5-7							

Техническая характеристика катионитов

Показатели	КУ-2-8			КУ-2-20	КУ - 23				КУ-I	КБ-2				КБ -Ж	
	Высший	I сорт	КУ-2-8 С		I0/60	I2/80	I5/I00	30/I00		КБ-2	КБ-2-4	КБ-2	КБ-2 -IOП	КБ-4П-2	КБ-4-IOП
Внешний вид	Сферические зерна от жёлтого до коричневого цвета				Сферические зерна от светло-серого до темно-серого				Черные или темно-корич.	Сферические белого цвета	Прозрачные			Сферические от белого до желто-розового цвета	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6
Содержание влаги, %	40-60	40-60	40-60	30-40	55-70	60-70	60-70	60-70	40-55	80	75	85	75	60-75	55-70
Размер зерен, мм	0,3I5 - I,25								0,4-2,0		0,3I5 - I,6			0,3I5 - I,6	
Содержание рабочей фракции	93	92	94	95	95	95	95	95	92	90	90	90	90	90	85
Удельный объем набухшего ионита, мг/г в Н-форме	2,9	3,3	2,9	2,0	4,3	4,I	3,8	4,I	3,5	4,5	3,5	3,0	3,0	2,8	3,3
ДОЕ в 0,IН растворе NaOH статистических условиях, мГ-экв/г	5,8	4,6	4,9	4,0	4,8	4,8	4,8	4,5	4,2	5,5	6,5	7,0	5,0	-	8,5
ДОЕ, Г-экв/м^3	I300	I300	I300	-	400	400	400	-	550						
Окисляемость по O_2, мг/л	0,3	0,3	0,8						0,75	2,0	2,0			2,0	2,0
Осматическая стойкость, %	90	85	80		85	85	85	85	70	30-70					
Насыпная масса, т/м^3	0,8	0,8	0,8			0,6-0,76			0,6-0,75	0,6-0,7				0,7-0,8	
Дыхание слоя, %	I0-I5	I0-I5	I0-I5			7-I0,3									
Гидравлическое сопротивление при слое I м и скорости фильтрации 20 м/ч	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							
Регенерация фильтра Взрыхление Скорость, м/ч	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							
Регенерация серной кислотой Скорость, м/ч	I0	I0	I0		до I0	до I0	доI0	доI0							
Концентрация, %	I-6	I-6	I-6												
Расход, г(г-экв)	I40-I60	I40-I60	I40-I60		I50-I60	I50-I60	I50-I60	I50-I60							

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
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		4-4,5	3,5-4,5	3,5-4,5	3,5-4,5							
Хлористым натрием															
Скорость, м/ч	5	5	5												
Концентрация, %	8-10	8-10	8-10												
Расход, Г/г-экв.	230-250	250-300	250-300												
Отмывка															
Скорость, м/ч					5-7	5-7	5-7	5-7							
Расход, об/об					5-7	5-7	5-7	5-7							

Приложение 3

Область применения анионитов

Наименование анионита	Область применения
АВ-17-8 (ГОСТ 20301-74)	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 промышленности и т.п. Анионит АВ-17-8 применяется в широком интервале значений pH, в ОН -форме, следует хранить в герметически закрытой таре под слоем воды во избежание поглощения углекислого газа из воздуха.
АВ-17-8чС (ГОСТ 20301-74)	Совместно с катионитом КУ-2-8чС используется для глубокого обессоливания воды, 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) (ГОСТ 20301-74)	Водоподготовка и очистка сточных вод
АВ-29-12П (ГОСТ 20301-74)	Процессы водоподготовки с невысокими требованиями к остаточному содержанию анионов кремниевой и угольной кислот, очистка сточных вод.

Продолжение приложения 3

I	2
АН-I8-8 (ГОСТ 2030I-74)	Применяется для очистки воды при pH = I - 6,5
АН-I8П (в модификациях АН-I8-IOП; АН-I8-I2П) (ГОСТ 2030I-74)	Очистка сточных вод, первая ступень обессоливания воды, фармацевтическая промышленность, извлечение редких металлов и т.п. Применяется при pH=I-6,5.
А Н -2I (в модификациях АН-2I-6, АН-2I-I4) (ГОСТ 2030I-74)	Извлечение цветных и редких металлов в гидрометаллургии.
АН-22-8 (ГОСТ 2030I-74	Водоподготовка, гидрометаллургия, Рабочий диапазон значений pH=I-6.
АН-22I (ГОСТ 2030I-74)	Водоподготовка, очистка сточных вод разных производств
АВ-I6ГС (ГОСТ 2030I-74)	Сахарная промышленность, химическая промышленность, удаление сильных кислот, очистка сточных вод от детергентов, выделение или разделение тяжелых металлов и т.п.
ЭДЭ-IOП (ГОСТ 2030I-74)	Деминерализация воды, очистка гидролизных растворов, медицинская и фармацевтическая промышленности, пищевая промышленность, производство ионитовых мембран МА-40 и т.п.

I	2
АН-I (ГОСТ 20301-74)	Гидролизная промышленность (очистка пентозного гидрализата от серной кислоты и красящих веществ), ювелирная промышленность, гидрометаллургия
АН-2ФН (ГОСТ 20301-74)	Деминерализация воды, содержащей небольшие количества гумусовых веществ, применяется в гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленностях, в производстве искусственного волокна, в виноделии, фармацевтической промышленности и т.п.
АН-31 (ГОСТ 20301-74)	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 (ГОСТ 20298-74)	Умягчение и обессоливание воды, разделение и выделение цветных и редких металлов, регенерация 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 анионитами АВ-I7-8

Продолжение приложения 4

Наименование катионита	Область применения
КУ-2-8 (ГОСТ 20298-74)	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения КУ-2-8 не разрешен
КУ-2-8чС (ГОСТ 20298-74)	Глубокое обессоливание воды (в паре с анионитом АВ-17-8чС), разделение различных элементов, очистка фармацевтических препаратов, медицина, пищевая промышленность.
КУ-2-20 (ГОСТ 20298-74)	Очистка растворов антибиотиков от минеральных катионов, очистка растворов гальванических производств.
КУ-23 (ГОСТ-20298-74)	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.
КБ-2 (ГОСТ 20298-74)	Сорбция антибиотиков из нативных растворов, разделение аминокислот, извлечение металлов из производственных и сточных вод, отделение катионов щелочных металлов, очистка рассолов от солей кальция и магния (содовое производство), сорбция кислых

I	2
	компонентов из газовоздушных смесей
КБ-2-4 (ГОСТ 20298-74)	Сорбция антибиотиков из нативных растворов при разделении аминокислот и другие процессы, основанные на ионном обмене
КБ-2-7П, КБ-2-10П (ГОСТ 20298-74)	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 (ГОСТ 20298-74)	Удаление бикарбонатной жесткости воды (обработка воды вплоть до морской), выравнивание и поддерживание постоянного значения pH среды в барьерных фильтрах, очистка рассолов, 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.
КБ-4П-2 (ГОСТ 20298-74)	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.

I	2
КБ-4-IOП (ГОСТ 20298-74)	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 (ГОСТ 20298-74)	Умягчение и деминерализация воды, при катализе, в целлюлозной, текстильной и сахарной промышленности и т.п.

Приложение 5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ

I. Известь строительная по ГОСТу 9179-77.

Строительная известь получается путем обжига кальциевых и магнезиальных карбонатных пород.

В зависимости от условий твердения подразделяется на воздушную и гидравлическую.

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

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

Гидравлическую известь подразделяют на слабогидравлическую и сильногидравлическую.

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 извести.

По физико-химическим показателям должна соответствовать следующим нормам:

ВОЗДУШНАЯ ИЗВЕСТЬ

Наименование показателей	Норма для извести, % помола							
	негашеной						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
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	
с добавками	4	6	-	6	9	-	2	4
Непогасившиеся зерна, не более	7	II	I4	I0	I5	20	-	-

В скобках указано содержание MgO для доломитовой извести.

2. Гидравлическая известь

Наименования показателей	Норма для изв. % по массе	
	слабогидравлической	сильногидравлической
I. Активные $CaO + MgO$		
не более	65	40
не менее	40	5
Активная MgO, не более	6	6
CO_2 не более	6	5

Известь хлорная
ГОСТ I692-58

Поставляется в деревянных бочках емкостью 50-I00 и 275 л; в фанерных барабанах емкостью 50-I00 л и в полиэтиленовых мешках. Хлорную известь, предназначенную для длительного хранения упаковывают в стальные барабаны изготовленные из черного кровельного железа толщиной 0,76-0,82 мм емкостью I00 л или в двухслойные гудронированные пакеты, уложенные в сухие деревянные ящики.

Хранение запасов хлорной извести производится в стандартной упаковке в затемненных, закрытых, хорошо вентилируемых помещениях при 20-25°С. Не допускается хранение совместно со взрывчатыми веществами, огнеопасными продуктами, смазочными маслами, металлическими изделиями и баллонами со сжатыми газами.

По физико-химическим показателям хлорная известь должна соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Норма для марок		
	А	Б	В
I. Внешний вид и цвет	Порошкообразный продукт белого цвета		
2. Содержание активного хлора в %, не менее	35	35	32
3. Разрыв между содержанием общего и активного хлора в %, не более	2	2	4
4. Содержание влаги в %, не более:			
для длительного хранения	2	I0	не нормируется
для текущего потребления	2	не нормируется	

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

Гипохлорит натрия (NaClO)
ГОСТ 11086-76

Поступает в гуммированных цистернах или покрытых винипластом контейнерах, канистрах или бочках вместимостью до 60 л. Хранится в крытых складских неотапливаемых помещениях, защищенных от солнечного света.

Товарный гипохлорит натрия имеет следующие физико-химические показатели:

Наименование показателя	Норма для марок		
	А	Б	В
I. Внешний вид	жидкость зеленовато-желтого цвета		Жидкость от зеленовато-желтого до коричневого цвета
2. Коэффициент светопропускания, %, не менее	20	20	не нормируется
3. Содержание активного хлора, г/л, не менее	I90	I70	I20
4. Содержание щелочи в пересчете на NaOH, г/л	I0-20	40-60	20-90
5. Содержание железа, г/л, не более	0,02	0,05	не нормируется

Примечание. Допускается потеря активного хлора по истечении I0 суток хранения не более 30% относительно к первоначальному содержанию и изменение окраски до красновато-коричневого цвета.

Гипохлорит натрия производится в недостаточном количестве и кроме того при длительной транспортировке теряет свою активность, поэтому целесообразно получение гипохлорита натрия предусматривать в местах потребления путем

электролиза раствора поваренной соли.

Установка для получения гипохлорита натрия из раствора поваренной соли разработана НИИ Коммунального водоснабжения и очистки воды, Гипрокоммунводоканалом, Проектно-конструкторским бюро и экспериментальным заводом коммунального оборудования Академии коммунального хозяйства.

Установка состоит из реагентного хозяйства, предназначенного для приготовления электролита - раствора соли требуемой концентрации, электролизера, в котором происходит электролитическое разложение раствора, резервуара - накопитель гипохлорита, который затем дозируется в требуемом количестве.

Разработано несколько типов электролизных установок ЭН - I,2; ЭН-5; ЭН-25; ЭН-I00 с расходом соответственно I,2; 5; 25; I00 кг в сутки по активному хлору.

На получение I кг активного хлора расходуется I3÷ 20 кВт/ч электроэнергии и 5 ÷ 8 кг соли.

Установки изготавливаются заводом "Коммунальник", г. Москва.

Получаемый раствор гипохлорита натрия (I0-I5%) применяется без разбавления.

Гипохлорит кальция возможно получать на месте путем хлорирования известкового молока

$$2\ Ca(OH)_2 + 2C\ell_2 = Ca(OC\ell)_2 + CaC\ell_2 + 2H_2O.$$

В качестве хлоратора может быть использован резервуар гуммированный внутри, снабженный механической мешалкой. После заполнения его известковым молоком в хлоратор впускают хлор-газ, одновременно включая мешалку. При взаимодействии хлора с известковым молоком в течение I ч образуется I0%-ный раствор по $Ca(OC\ell)_2$. Известковое молоко применяется I5% концентрации по $Ca(OH)_2$

Пиросульфит натрия (метабисульфит натрия) ($Na_2S_2O_5$) технический, ГОСТ 11683-76

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

По физико-химическим показателям пиросульфит натрия должен соответствовать следующим показателям:

Наименование показателей	Нормы для сортов	
	Первого	Второго
1. Внешний вид	Кристаллический порошок белого или слабожелтого цвета	
2. Общее содержание двуокиси серы (SO_2), %, не менее	64	62,3
или в пересчете на пиросульфит натрия ($Na_2S_2O_5$) %, не менее	95	92,5
3. Содержание железа (Fe) %, не более	0,005	0,015
4. Содержание нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,05	0,1
5. Содержание мышьяка (As), %, не более	0,0001	0,0001

Гидросульфит натрия технический
($Na_2S_2O_4$) ГОСТ 246-76

Поставляется в стальных барабанах вместимостью 25 и 50 л, которые вставляют в фанерные барабаны или в стальные толстостенные барабаны. Допускается упаковывание в стальные барабаны, внутренняя поверхность которых покрыта полиэтиленом. Должен храниться в закрытом складском помещении в исправной таре.

Гарантийный срок хранения шесть месяцев.

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

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим показателям

Наименование показателей	Нормы для сортов	
	Высшего	Первого
I. Внешний вид	Белый с сероватым оттенком порошок	
2. Содержание гидросульфита натрия ($Na_2S_2O_4$), %, не менее	92,0	86,0
3. Содержание сернистого натрия (Na_2S), % не более	0,I5	0,3
4. Содержание окиси железа (Fe_2O_3), %, не более	0,08	0,I0
5. Содержание цинка (Zn), %, не более	0,I	0,4
6. Содержание нерастворимых в воде веществ,% не более	0.4	I,0

Полиакриламид технический
ТУ6-01-1049-76

Полиакриламид АМФ - продукт полимеризации акриламида. Внешний вид - желеобразная масса от голубого до желтого цвета. Растворимость в воде полная.

Полиакриламид поставляется в мешках из поливинилхлоридной или полиэтиленовой пленки, вложенных в бумажные, тканевые или льно-пгуто-пеньковые мешки, уложенные в деревянные ящики массой 40-50 кг. Хранится полиакриламид в обычных складских условиях, срок хранения - 6 месяцев.

ПАА не обладает токсичными свойствами, безвреден, водные растворы его не обладают коррозионными свойствами и не действуют на железо, сталь и чугун. По отношению к общему количеству взвешенных веществ доза ПАА колеблется от 0,1 до 0,8 мг/л. Полиакриламид в обрабатываемую среду вводится позднее других реагентов на 1-2 мин.

Применение полиакриламида ускоряет осаждение взвешенных веществ (вызывая более интенсивное осветление обрабатываемых стоков), в связи с чем отстойники могут работать с повышенной в 1,5-2 раза производительностью.

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

Поставляется в гуммированных цистернах, по согласованию с потребителем допускается транспортировать бисульфит натрия в стальных железнодорожных цистернах, автоцистернах, в стальных бочках, а также в стеклянных бутылях вместимостью 20-30 л.

Бисульфит натрия хранят в неповрежденной упаковке изготовителя под навесом, предохраняющим продукт от попадания прямых солнечных лучей. При температуре окружающего воздуха ниже $0^{\circ}C$ стеклянные бутыли допускаются хранить только в отапливаемых складских помещениях.

Гарантийный срок хранения бисульфита натрия - три месяца со дня изготовления. Бисульфит натрия пожаро- и взрывобезопасен, токсичен. Токсичность обуславливается возможностью выделения из раствора сернистого ангидрида (SO_2).

ПДК SO_2 в воздухе рабочей зоны производственных помещений 10 мг/м^3

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателя	Нормы для сортов	
	Первый	Второй
I. 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
2. Содержание бисульфита натрия ($NaHSO_3$) в пересчете на SO_2, %, не менее	24,0	22,5

Продолжение таблицы

Наименование показателя	Нормы для сортов	
	Первый	Второй
3 Содержание сульфита натрия (Na_2SO_3) в пересчете на SO_2, %, не более	0,5	I,0
4. Содержание железа (Fe) в пересчете на Fe 0, %, не более	0,005	0,0I0
5. Содержание несвязанной двуокиси серы (SO_2)	Если при прибавлении метилового оранжевого не будет наблюдаться красная окраска раствора	

Содержание железа, указанное в п.4, гарантируется при транспортировке и хранении продукта в специальных гуммированных цистернах или стеклянных бутылях.

Натрий сернистый технический (Na_2S), ГОСТ 596-78

Поставляется в стальных барабанах объемом 50 и I00 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 I0 мг/м^3. По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателя	Норма для сортов	
	Высший	Первый
I. Внешний вид	Монолитная масса, чешуйки, гранулы от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	
2. Массовая доля сернистого натрия (Na_2S), %, не менее	72	67
3. Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,2	0,5
4. Массовая доля железа (Fe), % не более	0,06	0,I5

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

Поставляется в полиэтиленовых мешках, помещенных в мешки бумажные непропитанные или мешки бумажные бутумированные; в барабанах фанерных, бочках деревянных массой не более 50 кг. Хранится в закрытом складском помещении в неповрежденной упаковке. Гарантийный срок хранения - шесть месяцев со дня изготовления.

Сульфит натрия пожаро и взрывобезопасен. При действии кислот разлагается с выделением SO_2. По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Норма для марки
	Техническая
I. Внешний вид	Бесцветные кристаллы. Допускается слабо-желтый или слабо-розовый оттенок

Продолжение табл.

Наименование показателей	Норма для марки Техническая
2. Содержание сульфита натрия ($Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$)	92
3. Содержание щелочи в пересчете на углекислый натрий ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$), %, не более	2,5
4. Содержание тиосульфата	не нормируется
5. Содержание железа (Fe), %, не более	0,025
6. Содержание нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,1

Сульфит натрия безводный Na_2SO_3 - сернистокислый натрий ГОСТ 5644-75

Поставляется в полиэтиленовых мешках - вкладышах или химической продукции, вложенных в непропитанные бумажные мешки, фанерных барабанах, сухотарных деревянных бочках или деревянных ящиках, массой не более 50 кг. Хранится в закрытых складских помещениях в неповрежденной упаковке. Гарантийный срок хранения - один год со дня изготовления.

Безводный сульфит натрия пожаро - и взрывобезопасен. При действии кислот безводный сульфит натрия разлагается с выделением сернистого ангидрида SO_2.

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Норма для марки
	Техническая
I. Внешний вид	Порошок белого или слегка желтоватого цвета
2. Содержание сульфита натрия (Na_2SO_3), не менее	93
3. Содержание нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,08
4. Содержание щелочи в пересчете на Na_2CO_3, % не более	0,7
5. Содержание тиосульфата $(S_2O_3)^{2-}$, % , не более	0,02
6. Содержание железа (Fe), % не более	0,005
7. Содержание тяжелых металлов (Pb), %, не более	Не нормируется

Алюминий сернокислый технический (неочищенный) $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O + mSiO_2$), ГОСТ 5I55-74

Поставляется навалом в вагонах или специальных мягких контейнерах, хранят навалом в очищенном закрытом складском помещении на площадках с твердым покрытием. Срок хранения неограничен. Пожаро- и взрывобезопасен.

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Нормы для марок	
	А	Б
I. Внешний вид	Гранулы, брикеты, куски неопределенной формы или в виде мелкого порошка серого цвета	
2. Содержание окиси алюминия (Al_2O_3), % не менее	9,5	9,5
3. Отношение содержания нерастворимого в воде остатка к окиси алюминия (н.о.) (Al_2O_3), % не более	2,2	2,7
4. Содержание железа в пересчете на Fe_2O_3, %, не более	0,5	0.9
5. Содержание свободной серной кислоты (H_2SO_4), %, не более	2,0	3,0
6. Содержание мышьяка (As_2O_3), % , не более	0,003	0,003

Сода кальцинированная техническая

(Na_2CO_3) ГОСТ I0689 - 75

Техническую кальцинированную соду транспортируют в упакованном виде. Упаковывают в четырехслойные мешки по ГОСТу 2226-75, предназначенную для длительного хранения упаковывают в шестислойные бумажные битумированные мешки. 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.

Предельно допустимая концентрация пыли 2 мг/м^3.

Производственные помещения и лаборатории, в которых производится работа с кальцинированной содой, должны быть оборудованы приточно-вытяжной механической вентиляцией, обеспечивающей концентрацию пыли, не превышающую ПДК

По физико-химическим показателям техническая кальцинированная сода должна соответствовать следующим нормам

Наименования показателей	Нормы для сортов		
	I-го	2-го	3-го
I. Внешний вид	Мелкокристаллический порошок белого или светло-серого цвета		
2. Содержание углекислого натрия (Na_2CO_3), % не менее	96,5 (99,2)	90,5 (99,0)	87,0
3. Содержание углекислого калия (K_2CO_3); %, не более	2,0	5,0	6,5
4. Содержание сернокислого калия (K_2SO_4), % , не более	I,5	4,4	6,5
5. Содержание железа в пересчете на Fe_2O_3, % не более	0,005	0,0I	0,02
6. Содержание нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,I	0,I	0,2
7. Насыпная плотность, кг/л, не менее	I	I	I
8. Содержание влаги, % не более	0,5	I,0	I,0

Кальцинированная сода может также поставляться по ГОСТу 5I00-73.

Содержание углекислого натрия составляет 99,2 и 99% соответственно для I-го и 2-го сортов

Может транспортироваться в цементовозах и содовозах

Кальция гипохлорит двутретьосновной ГОСТ I3392 - 73 $Ca(OCl)_2$

Поставляется в барабанах, в полиэтиленовых мешках до 30 кг, хранят в закрытых неотапливаемых помещениях, хорошо вентилируемых, защищенных от попадания влаги и прямых солнечных лучей. Гарантийный срок хранения 2 года. По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам.

Наименование показателя	Нормы для марок	
	Первый сорт	Второй сорт
I. Внешний вид	Белый порошок	
2. Содержание активного хлора, %, не менее	55	50
3. Содержание общего хлора, %, не более	$\frac{A}{2} + 6$	$\frac{A}{2} + 7$
4. Содержание гигроскопической влаги, %, не более	I	I,5
5. Остаток на сите № 045 К, %, не более	3,5	6

А - содержание активного хлора

Натр едкий технический ГОСТ 2263 - 79 (NaOH)

Поставляется в цистернах, автоконтейнерах, стальных и полиэтиленовых бочках, твердый продукт упаковывают в стальные барабаны вместительностью 50-I80 л или картонные барабаны 25-I00 л.

Наименование показателя	Норма для марки			
	твердая химическая		раствор химический	
	Первый сорт	Второй сорт	Первый сорт	Второй сорт
I. Внешний вид	Чешуированная или плавленная масса белого цвета		Бесцветная жидкость	
2. Массовая доля едкого натра, % , не менее	97,0	96,0	45,5	43,0
3. Массовая доля углекислого натрия, %, не более	I,5	I,9	I,I	2,0
4. Массовая доля хлористого натрия, % , не более	0,7	0,9	I,0	I,5
5. Массовая доля железа в перечне на Fe_2O_3, %, не более	0,0I	0,02	0,006	0,2
6. Массовая доля кремниевой кислоты в пересчете на SiO_2, % , не более	0,5	0,5	0,5	-
7. Массовая доля сульфата натрия, %, не более	0,6	0,9	-	-

Данные по маркам,: твердый ртутный (ТР), твердый диафрагменный(ТД).Раствор ртутный (РР) не приводятся.

Хлор жидкий по ГОСТу 6718-68

Перевозят в специальных железнодорожных цистернах, специальных контейнерах - бочках емкостью 400, 800 и I000 л и баллонах, удовлетворяющих требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением". На каждый литр емкости тары допускается

наполнение не более I,25 кг жидкого хлора. Рабочее давление жидкого хлора в котле и контейнере I5 кгс/см^2.

Рабочее давление жидкого хлора в баллонах 20 кгс/см^2. Хранение жидкого хлора производится в складах, отвечающих требованиям санитарных правил для складов с сильно-действующими ядовитыми веществами.

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Норма
I. Содержание хлора в об. %, не менее	99,6
2. Содержание влаги в вес, %, не более	0,05
3. Содержание треххлористого азота в вес. % не более	0,005

Кислота серная техническая (H_2SO_4), ГОСТ 2184-77

Техническую серную кислоту I-го и 2-го сорта, башенную и регенерированную транспортируют в железнодорожных стальных сернокислотных цистернах из стали марок Ст.3, в стальных контейнерах, стальных бочках. Серная кислота пожаро и взрывобезопасна, пары токсичны. ПДК в воздухе рабочей зоны I мг/м^3.

При смешении кислоты с водой необходимо кислоту вливать в воду а не наоборот, т.к. при подаче воды в кислоту возможен выброс кислоты из аппарата. По физико-химическим показателям должна соответствовать следующим нормам:

Наименование показателя	Норма			
	Контактная техническая		Башенная	Регенерированная
	I сорт	2 сорт		
I. Внешний вид	Не нормируется			
2. Массовая доля моногидрата (H_2SO_4), %	92,5	92,5	75	9I
3. Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,02	-	0,05	0,2
4. Массовая доля окислов азота (N_2O_3), % не более	-	-	0,05	0,0I

Купорос железный технический ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) - гидрат закисного сернокислотного железа) ГОСТ 6981-75

Поставляется в деревянных сухотарных бочках или фанерных барабанах, массой не более I20 кг. По согласованию с потребителем допускается транспортирование железного купороса насыпью в крытых автомашинах. Хранят в крытых складских помещениях. Пожаро- и взрывобезопасен, малотоксичен.

По физико-химическим показателям должен соответствовать следующим нормам:

Наименование показателей	Нормы для сортов	
	Первый	Второй
I. Внешний вид	Зеленовато-голубые кристаллы	
2. Содержание закисного сернокислого железа ($FeSO_4$), %, не менее	52	47
3. Содержание свободной серной кислоты, %, не более	0,3	I,0

Наименование показателей	Норма для сортов	
	Первый	Второй
4. Содержание нерастворимого остатка, % , не более	0,2	I,0

Натрий хлористый ($NaCl$)
ГОСТ I3830 - 68

Соль поставляется как в упаковке в мешках до 50 кг так и без упаковки по согласованию с потребителем. Соль "Дробленка" и "Глыба" выпускается без упаковки. Соль "Дробленка" и "Зерновая" выпускается зерном размером не более 40 мм. Соль "Глыба" выпускается в виде кусков массой от 3 до 50 кг. Примесь мелочи и кусков массой менее 3 кг допускается в количестве не более I0%.

Физико-химические показатели соли должны соответствовать следующим нормам

Сорт	Содержание $NaCl$ в %, в пересчете на сухое вещество, не менее	Содержание нерастворимых в воде веществ в %, в пересчете на сухое вещество, не более	Содержание влаги в %, не более	Норма химического состава в % в пересчете на сухое вещество, не более				
				Ca	Mg	SO_4	Fe_2O_3	Na_2SO_4
Первый	97,7	0,45	0,25-5,0	0,5	0,I	0,I	0,0I	0,5
Второй	97,0	0,85	0,25-6,0	0,65	0,25	I,5	0,0I	0,5

Данные по сортам "Экстра" и "Высший" не приводятся.

Водорода перекись (H_2O_2)
ГОСТ 177-77

Поставляется в стеклянных бутылях вместимостью 10 - 20 л,, полиэтиленовых канистрах до 70 л, в алюминиевых контейнерах из алюминия марок А-0, А-5, АД, АД-1 и в специальных алюминиевых железнодорожных цистернах. По соглашению с потребителем допускается поставка в стеклянных бутылях вместимостью 30; 50 и 55 л.

Хранят в складских помещениях, обеспечивающих защиту от воздействия солнечных лучей, при температуре окружающего воздуха не выше 30°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 др. 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 из поливинилхлорида, полиэтилена, из чистого алюминия

По физико-химическим показателям должна соответствовать следующим нормам:

Наименование показателя	Норма для марки		
	А	техническая	
		Высшего сорта	Первого сорта
1. Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость		
2. Массовая доля перекиси водорода, %	35-40	35-40	7,5-40
3. Массовая концентрация свободных кислот в пересчете на серную кислоту, г/л, не более	0,35	-	-

Наименование показателя	Норма для марки		
	техническая		
	А	Б	
		Высший сорт	Первый сорт
4. Массовая концентрация свободных кислот в пересчете на уксусную кислоту, г/л, не более	-	6,0	I3,0
5. 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 авторецинпен тах под давлением I5 ± 0,5 МПа (I50 ± 5 кгс/см^2) или 20 ± I,0 МПа (200 ± I0 кгс/см^2) при 20^{0}С. Хранят в специальных складских помещениях или на открытых площадках под навесом защищающим баллоны от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Кислород нетоксичен, 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 следующим нормам.

Продолжение приложения 5

Наименование показателя	Норма для технического кислорода		
	Первый сорт	Второй сорт	Третий сорт
I. Объемная доля кислорода, %, не менее	99,7	99,5	99,2
2. Массовая концентрация водяных паров при 20^0C 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), г/м^3, не более	0,07	0,07	0,07
3. Объемная доля водорода, %, не более (для кислорода получаемого электролизом воды)	0,3	0,5	0,7

Приложение 6

Характеристика наиболее часто встречающихся химических веществ

Наименование	Химическая формула	Граммолекула	Граммэквивалент	Растворимость в воде гр/литр при 20°С
I	2	3	4	5
Азотная кислота	HNO_3	63	63	В любых количествах
Алюминий гидроокись	$Al(OH)_3$	78	26,0	63,70
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)	$FeSO_4 7H_2O$	278	I39	265

Продолжение приложения 6

I	2	3	4	5
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
Калий фосфорнокислый	K_3PO_4	I73	86,5	985
Калий хлористый	KCl	74,5	74,5	342
Калий двухромовокислый (хромик)	$K_2Cr_2O_7$	294	I47	47
Калий цианистый	KCN	65	65	I30
Кальций азотнокислый	$Ca(NO_3)_2$	I64	82	I290
Кальций гидроокись (Гашеная известь)	$Ca(OH)_2$	74	37	I,2 разлаг.

Продолжение приложения 6

I	2	3	4	5
Кальций окись	CaO	56	28	6,60
Кальций-магний углекислый (доломит)	$CaMgO \cdot 2CO_2$	I68	-	-
Кальций сернокислый(ГИПС)	$CaSO_4$	I36	68	сл.р.
Кальций углекислый (кальцит)	$CaCO_3$	I00	50	н.р.
Кальций фосфорно-кислый	$Ca_3(PO_4)_2$	3I0	5I,6	н.р.
Кальций фтористый	CaF_2	78	39	0,00I6
Кальций хлористый	$CaCl_2$	II0	55	745
Кальций хлорноватисто-кислый (хлорная известь)	$CaOCl_2 \cdot 2H_2O$	I79	89,5	н.р.
Гипохлорит кальция	$Ca(OCl)_2$			
Магний окись	MgO	40	20	$6,2 \cdot I0^{-4}$
Магний сернокислый	$MgSO_4$	I20	60	360
Магний хлористый	$MgCl_2$	95	47,5	546
Медь азотнокислая	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	24I	I20,5	I24,8
Медь гидроокись	$Cu(OH)_2$	97	48,5	н.р.
Медь сернокислая (купорос)	$CuSO_4$	I59	79,5	20,0
Медь углекислая	$CuCO_3$	I86	46,5	н.р.
Медь хлористая	$CuCl_2$	I34	67	730
Медь цианистая	$Cu(CN)_2$	II6	58	н.р.

Продолжение приложения 6

I	2	3	4	5
Натрий азотнокислый	$NaNO_3$	85	85	875
Натрий азотистокислый	$NaNO_2$	69	69	840
Натрий гидроокись (едкий натр)	$NaOH$	40	40	I090
Натрий кремнекислый (жидкое стекло)	Na_2SiO_3	I22	6I	Р
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)	$Na_2S_2O_3 5H_2O$	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)	$Na_3PO_4 12 \cdot H_2O$	380	I26,6	288
Натрий фтористый	NaF	42	-	43
Натрий хлористый	$NaCl$	58	58	357
Натрий хромовокислый	$Na_2Cr_2O_4 \cdot 10H_2O$	2I4	I07	х.р.

Продолжение приложения 6

I	2	3	4	5
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
Хром гидроокись	$Cr(OH)_3$	I39	46,3	н.р.
Хром окись (хромовый ангидрид)	CrO_3	I00	I6,6	I6,70
Хром сернокислый	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot I8H_2O$	7I6	238,6	р.

Продолжение приложения 6

I	2	3	4	5
Цинк азотнокислый	$Zn(NO_3)_2$ 6 H_2O	297,5	I48,7	3245
Цинк гидроокись	$Zn(OH)_2$	99,4	49,7	сл.р.
Цинк окись	ZnO	8I,38	40,69	900I
Цинк сернокислый (цинковый купорос)	$ZnSO_4$	I6I,45	80,72	544
Цинк цианистый	$Zn(CN)_2$	II7,4	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	78I

Приложение 7

Материалы для прокладочных соединений

Материал прокладок	ГОСТ, ТУ	предельные рабочие параметры среды		Среда
		$t^{0}C$	P, кгс/см^2	
Картон прокладочный пропитанный, марки А Толщина 0,3÷1,5 мм	9347-74	120	16	Водяной пар, масла, бензин, мазут, органические растворители и углеводороды.
Картон асбестовый хризотиловый толщина - 2-10 мм	2850-75	500	10	Углеводороды жидкий и газообразный, мазут, масла, смолы горячие газы и газовые смеси, минеральные кислоты
Паронит общего назначения ПОН Толщина листа 0,4 - 6 мм	481-71	от -182 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	То же	от -182 до +300	100	Вода морская, рассолы аммиак, кислород, азот, углеводороды, минеральные масла нефтепродукты
То же электролизерный ПЭ Толщина листов 1 ÷ 7,5 мм	-"-	от -15 до +200	25	Водород, кислород, щелочи, аммиак 10% -ная азотная кислота

Продолжение приложения 7

I	2	3	4	5
Резина листовая тепло-морозо-кислотощелоче-стойкая ТМКЩ Толщина пластин 2 ÷ 60 мм	7338--77	от -60 до +90	IO	Вода пресная и морская, растворы солей, щелочи и кислоты концентрацией не более 20%
То же повышенно-масло-бензостойкая ПМБ и ограниченно масло-бензостойкая ОМБ Толщина пластин 2 ÷ 60 мм	-"-	от -40 до +80		Жиры, масла на нефтяной основе, эмульсии, бензин, топливо из нефтепродуктов
Фторопласт 4 Толщина пластин 0,8 ÷ 2 мм	I0007--72, Ту 6-0,5-810-76	от -269 до +260	64	Кислоты и щелочи любой концентрации, растворители, окислители
Пластикат поливинилхлоридный прокладочный Толщина листов I ÷ 5 мм	I8269-72	от -30 до +70	40	Кислоты азотная и соляная, щелочи
Текстолит ПТК, ПТ Толщина листов 0,5 ÷ 70 мм	5-78	I00	IO	Кислоты и щелочи низкой концентрации
Полиэтилен, толщина листов I ÷ 20 мм	I6337--77Е I6338--77	от -60 до +80	IO	Агрессивные жидкости и газы
Винипласт листовой Толщина листов I÷ 20 мм	9639--7I*	от -50 до +60	-	Кислоты и щелочи, растворители

Объект | Корпус | Стадия | Задание на проектирование водопровода и канализации | Лист | Листов

Цех

Наименование	№ позиции по планировке	Потребители воды: Количество: Установочных	Потребители воды: Количество: Одновременно работающих	Потребители воды: Время работы в сутки	Назначение воды	Обрабатываемая поверхность, м²/ч	Критерий промывки	Расход воды: на 1 м² обрабатываемой поверхн., л/ч	Расход воды: Непрерывный или периодический	Расход воды: Одним потребителем: Максимальный, л/с	Расход воды: Одним потребителем: Средний: максимальный м³/ч	Расход воды: Одним потребителем: Средний: м³/сут	Расход воды: Всеми потребителями, м³/сут.	Требования к воде потребителя: Напор, м вод.ст.	Требования к воде потребителя: Температура, °С	Требования к воде потребителя: Степень чистоты	Сточные воды: Количество: от одного потребителя: максимальное, л/с	Сточные воды: Количество: от одного потребителя: среднее: м³/ч	Сточные воды: Количество: от одного потребителя: среднее: м³/сут.	Сточные воды: Количество: От всех потребителей, м³/сут.	Сточные воды: Загрязнение: Температура, °С	Сточные воды: Загрязнение: Наименование	Сточные воды: Загрязнение: Унос от всех потребителей, г/ч	Отметка выпуска воды
Наименование подразделения																								

Объект | Корпус | Стадия | Задание на проектирование системы нейтрализации сбрасываемых растворов | Лист | Листов

Цех

Оборудование, откуда сливается раствор: Наименование	№ позиции по планировке	Количество	Рабочий объем, м³	Отметка выпуска раствора	Характеристика сбрасываемого раствора: Наименование и химический состав	Концентрация, г/л	Периодичность сброса	Время сброса, мин.	Примечание
Наименование подразделения									

Приложение 9

Сравнение градусов жесткости воды по различным системам

Градусы жесткости	мг.экв/дм^3 (мг.экв/л)	Страны			
		Германия	Франция	США	Англия
I мг-экв/дм^3	I	2,8	5	50	3,5
I^0 немецкий	0,3566	I	I,78	I7,847	I,25
I^0 французский	0,I998	0,56	I	I0	0,7
I^0 американский	0,02	0,056	0,I	I	0,07
I^0 английский	0,28	0,8	I,42	I4,25	I

Л19577 подп.к печ.30.XI.81г. Заказ 1712 Тираж 7300 Ц.2руб.31 коп.
Отпечатано в ПЭМ ВНИИИС

gost.e-ecolog.ru