Министерство угольной промышленности СССР

Управление охраны природы

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь)

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ОТВЕДЕНИЮ И ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пермь
1985

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

Управление охраны природы

Всесоюзный научно-исследовательский и
проектно-конструкторский институт охраны окружающей
природной среды в угольной промышленности
(ВНИИОСуголь)

СОГЛАСОВАНЫ
с начальником Всесоюзного
объединения "Союзшахтопроект"
тов. Н.А.Шельновым
21 июля 1984 года

УТВЕРЖДЕНЫ
первым заместителем министра
угольной промышленности СССР
тов. В.В.Белым
16 октября 1984 года

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ОТВЕДЕНИЮ И ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пермь
1985

УДК 628.258:502

Временные рекомендации по предотвращению загрязнения, отведению и очистке поверхностного стока с территории предприятий угольной промышленности. - Пермь: ВНИИОСуголь, 1985. - 78 с.

Рекомендации содержат количественную и качественную характеристики, условия отведения, расчеты по регулированию поверхностного стока, мероприятия по предотвращению его загрязнения, схемы отведения и обезвреживания.

Рекомендации предназначены для использования проектными организациями и производственными объединениями при проектировании сооружений по обезвреживанию поверхностного стока с территории шахт и обогатительных фабрик, при разработке и осуществлении мероприятий по охране водных ресурсов.

Коллектив авторов: А.Ж.Кокетьев (руководитель), канд.хим.наук Н.К.Старкова, О.А.Крылова (часть I), канд.техн.наук М.П.Ким (часть II).

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь). 1985.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ВВЕДЕНИЕ. 5

Часть первая. НЕЙТРАЛЬНЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК. 7

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. 7

Предотвращение загрязнения поверхностного стока. . 7

Перечень исходных данных, необходимых для расчетов. 8

2. КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА 10

Годовое количество и расчётные расходы стока . . . 10

Состав и концентрация загрязнений в поверхностном стоке. 13

3. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА 21

4. РАСЧЁТЫ ПО ОТВЕДЕНИЮ ЧАСТИ ДОЖДЕВЫХ ВОД ЧЕРЕЗ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА. 24

Разделение стока перед очистными сооружениями. . . 24

Разделение стока перед выпуском в водоём 29

Регулирование стока перед очистными сооружениями.. 31

5. ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА 38

Часть вторая. КИСЛЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОКИ. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКА 45

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. 45

2. ОБЪЁМ СТОКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ И УГОЛЬНЫХ СКЛАДАХ 46

3. СОСТАВ КИСЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ И УГОЛЬНЫХ СКЛАДАХ. 49

4. ОТВЕДЕНИЕ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИСЛЫХ СТОКОВ. 5I

ПРИЛОЖЕНИЕ I. Перечень законодательных и нормативных документов, регламентирующих условия выпуска поверхностного стока с территории промышленных предприятий в водные объекты. 68

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Слой осадков за тёплый и холодный периоды года 69

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Методика определения необходимой степени очистки поверхностного стока с территории промпредприятий от взвешенных веществ перед выпуском в водный объект 70

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Количество извести, необходимое для нейтрализации воды 77

ЛИТЕРАТУРА 78

В В Е Д Е Н И Е

Производственная деятельность предприятий отрасли неизбежно связана с загрязнением территории и последующим выносом вредных веществ поверхностным стоком в водоёмы.

Специфическими для отрасли объектами, которые могут загрязнить поверхностный сток, являются породные отвалы, погрузочно-разгрузочные пункты, угольные и лесные склады, сушильные отделения обогатительных фабрик. Высокая степень загрязнения и вредное влияние поверхностного стока на водные объекты обусловливают необходимость осуществления комплекса мероприятий по его обезвреживанию. Отсутствие нормативного документа, учитывающего специфику отрасли и регламентирующего разработку таких мероприятий, послужило основанием для разработки настоящих рекомендаций.

При проектировании систем ливневой канализации промышленных предприятий отрасли в первую очередь необходимо предусматривать возможность уменьшения выноса вредных веществ поверхностным стоком за счет осуществления профилактических мероприятий, а также использование поверхностного стока для технологических нужд предприятия.

В отрасли разработаны и рекомендованы для применения ряд эффективных технологических схем очистки. Поверхностный сток по составу загрязнения аналогичен шахтным водам, в то же время годовые объёмы стока в сотни раз меньше, чем годовые притоки шахтных вод. Это создаёт предпосылки для совместной их очистки.

Временные рекомендации разработаны институтом "ВНИИОСуголь" в соответствии с заданием Госкомитета СССР по науке и технике 0.85.01 (тема 06.03.02): "Создать новые методы, технологические схемы и типы сооружений, обеспечивающие предотвращение загрязнения водных объектов неорганизованным поверхностным стоком с территории городов и промпредприятий" на основании результатов научно-исследовательских работ, выполненных отраслевыми институтами ДонУШИ (Донецкий бассейн),

КузНИУИ (месторождения и бассейны Сибири и Дальнего Востока), КНИУИ (месторождения Казахстана и Средней Азии), ПечорНИИпроект (Печорский бассейн), ПНИУИ (Подмосковный бассейн), ВНИИОСуголь (месторождения Урала), ИОТТ, УкрНИИуглеобогащение, КузНИИуглеобогащение (обогатительные и брикетные фабрики) в 1977-1984 гг., и методических разработок ВНИИВО.

Исследования проводились под методическим руководством института "ВНИИОСуголь". Экспериментальные работы выполнены институтами-соисполнителями и лабораторией технологии очистки кислых сточных вод института "ВНИИОСуголь".

Ввиду отсутствия практического опыта по обезвреживанию поверхностного стока с территории промышленных предприятий, рекомендации являются временными. Разработаны в качестве документа, дополняющего "Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территорий промышленных предприятий и расчету условий выпуска его в водные объекты" (М.: ВНИИВОДГЕО, ВНИИВО, 1983).

Часть I содержит рекомендации для проектирования сооружений по обезвреживанию нейтрального поверхностного стока, не содержащего специфических веществ с токсичными свойствами; часть II - по обезвреживанию кислого поверхностного стока.

Часть первая. НЕЙТРАЛЬНЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие рекомендации по предотвращению загрязнения, отведению и очистке поверхностного стока являются отраслевыми и предназначены для использования при проектировании новых и реконструкции действующих шахт и обогатительных фабрик. Осуществление рекомендаций на действующих предприятиях, не подлежащих реконструкции, предусматривается планами природоохранных мероприятий.

I.2. Схемы и методы очистки поверхностного стока и параметры для расчета сооружений по его обезвреживанию следует принимать на основании настоящих рекомендаций, необходимых для проектирования исходных данных, а также "Технологических схем очистки шахтных вод", утвержденных заместителем министра угольной промышленности СССР /I/.

I.3. При проектировании систем дождевой канализации следует исходить из возможности:

- уменьшения выноса загрязняющих веществ поверхностным стоком с территории предприятия;
- сокращения объема стока, направляемого на очистку, за счёт его разделения;
- совместной очистки поверхностного стока с шахтными водами;
- использования стока в системах промышленного водоснабжения.

Предотвращение загрязнения поверхностного стока

I.4. Организационно-технические мероприятия по предотвращению загрязнения поверхностного стока должны предусматривать:

- проведение локализации территории промышленной площадки для исключения попадания поверхностных стоков с близлежащих территорий;

- благоустройство территории предприятия с увеличением площади газонов и ограждением зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта во время ливневых дождей на дорожные покрытия;

- устройство асфальтовых покрытий дорог и проведение своевременного ремонта этих покрытий;

- расположение породных отвалов на значительном удалении от водоёмов;

- осуществление максимальной очистки выбросов в атмосферу на пыле- и газоочистных установках с целью предотвращения появления специфических загрязнений в поверхностном стоке;

- упорядочение складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов;

- размещение на лесных складах распиловочных станков в закрытых помещениях или под навесами, пневматическую уборку опилок, транспортировку их в бункер, утилизацию отходов;

- предотвращение рассыпания угля и породы по территории промышленной площадки;

- организацию регулярной уборки и механизацию уборочных работ;

- проектирование механизированных складов ГСМ с набором необходимых емкостей и оборудования, обеспечивающих приём и раздачу масел без утечек;

- предотвращение смыва поверхностным стоком горюче-смазочных материалов с открытых площадок для ремонта подземного оборудования и машин и с территорий, прилегающих к механическим мастерским.

Перечень исходных данных, необходимых для расчетов

I.5. При проектировании сооружений для регулирования и очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий требуются следующие исходные данные:

- площадь водосбора, общая и по отдельным канализуемым участкам территории промышленной площадки;

- функциональное назначение отдельных участков;

- распределение территории водосбора по роду поверхностей;

- режим атмосферных осадков в данной местности:

а) интенсивности дождя q_{20} ,

б) период однократного превышения интенсивности Р,

в) параметры n , C

определяются по СНиПу П-32-74 (п. 3.8);

г) средний многолетний слой осадков за теплый и холодный периоды года для данной местности, мм,

д) средняя продолжительность дождя в сутки, ч,

е) средняя продолжительность снеготаяния, сут.,

ж) средняя продолжительность таяния снега в течение суток, ч

принимаются по /2/;

- объемы поверхностного стока и шахтных вод, очищаемых совместно;

- физико-химический состав воды, подлежащей очистке (при отсутствии указанных данных могут быть использованы материалы табл. 2.2-2.6);

- результаты технологических анализов сточных вод, выполненных согласно "Методическим указаниям по подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений шахтных вод" (М.: ВНИИОСуголь, 1979);

- требования к качеству воды, используемой в промышленном водоснабжении или сбрасываемой в водные объекты.

При подготовке исходных данных для проектирования сооружений для регулирования и очистки поверхностного стока физико-химический состав и технологические свойства сточных вод принимаются по результатам химических и технологических анализов сточных вод предприятия-аналога данного региона.

I.6. При определении условий выпуска поверхностного стока с территории промышленных предприятий в водные объекты следует руководствоваться соответствующими законодательными и нормативными документами, перечень которых приводится в приложении I, а также настоящими рекомендациями.

I.7. Исходные данные по качественно-количественной характеристике, технологическим свойствам поверхностного стока, а также рекомендуемые схемы очистки, оборудование, предложения по использованию воды и обезвоживанию осадка должны выдаваться отраслевыми научно-исследовательскими организациями.

2. КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

2.I. Поверхностный сток, формирующийся на территории промышленных площадок шахт и обогатительных фабрик, подразделяется на нейтральный с pH более 6,5 и кислый с pH менее 6,5.

Нейтральные пресные воды установлены на предприятиях Кузнецкого, Печорского, Челябинского, Приморского, Карагандинского угольных бассейнов, а также месторождений Средней Азии и о.Сахалин и частично Донецкого и Подмосковного угольных бассейнов. Кислые воды образуются на отдельных загрязняющих объектах (породные отвалы, угольные склады, котельные, шламоотстойники) предприятий Кизеловского, Донецкого и Подмосковного угольных бассейнов.

Из общего объема поверхностного стока 96% приходится на нейтральные воды и 4% - на кислые.

Годовое количество и расчетные расходы стока

2.2. Годовое количество дождевых вод, стекающих с территории промышленных площадок или отдельных загрязняющих объектов, W_q может быть определено по формуле

$$W_q = 10 h_q \cdot \Psi_q \cdot F \quad , м^3, \qquad (2.I)$$

где h_q - слой осадков за теплый период года, мм;

Ψ_g - средний коэффициент дождевого стока;
F - расчетная площадь водосбора, га;
10 - коэффициент, учитывающий размерности входящих в формулу величин.

При определении количества дождевых вод, стекающих с территории промышленных площадок за определенный промежуток времени или за один дождь, значение h_g принимают соответственно за расчетный период или за дождь (приложение 2).

Значение Ψ_g для промышленной площадки определяется как средневзвешенная величина согласно СНиПу П-32-74 (п. 3.18).

Ориентировочные пределы значений Ψ_g для промышленных площадок действующих предприятий отрасли составляют 0,45÷0,7.

2.3. Годовое количество талых вод, стекающих с территории промышленной площадки или отдельных загрязняющих объектов, W_m может быть определено по формуле

$$W_m = 10 \cdot h_m \cdot \Psi_m \cdot F \quad , м^3, \qquad (2.2)$$

где h_m - слой осадков за холодный период года, мм;
Ψ_m - коэффициент талого стока;
F - расчетная площадь водосбора, га;
10 - коэффициент, учитывающий размерности входящих в формулу величин.

Значение Ψ_m с учетом частичного испарения снега и впитывания воды водопроницаемыми поверхностями принимают в пределах 0,5÷0,7.

При определении количества талых вод, стекающих с территории промышленной площадки в весеннее половодье, значение h_m принимают равным запасу воды в снежном покрове к началу снеготаяния (приложение 2).

2.4. Поливо-моечные воды в образовании поверхностных стоков занимают незначительную часть и, как правило, в расчете поверхностного стока не учитываются.

2.5. Расчетные расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации определяют по СНиПу П-32-74 (пп. 3.7-3.20).

Максимальные расходы стока, на приём которых рассчитывается дождевая канализационная сеть, в соответствии со СНиП П-32-74, относительно кратковременны и несут незначительную часть годового объема стока и примесей. Ориентация на них в расчетах по сбору и отведению стока на очистку нецелесообразна, так как может привести к значительным затратам на сооружения, мощность которых большую часть времени не будет использоваться.

Расчет расхода дождевых вод, подаваемых на очистку, производится согласно требованиям п. 3.5 настоящих рекомендаций.

2.6. Расчетный расход талых вод Q_m может быть определен по слою стока за часы снеготаяния в течение суток по формуле

$$Q_m = \frac{5,5}{10 + t} \cdot h_c \cdot K \cdot F \text{ , л/с,} \qquad (2.3)$$

где t - продолжительность протекания талых вод до расчетного участка, ч;

F - расчетная площадь водосбора, га;

K - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и окучивание снега (рекомендуется принимать $K = 0,5-0,8$);

h_c - слой талого стока за 10 дневных часов, мм.

Режим стока талых вод зависит от климатических условий района расположения предприятия.

В климатической зоне с холодной зимой и устойчивым снежным покровом талые воды стекают в период весеннего снеготаяния в течение 8-10 суток. Снеготаяние происходит в основном в дневное время примерно в течение 10 часов.

В районах с неустойчивым снежным покровом снеготаяние и сток талых вод наблюдаются несколько раз в течение зимы в периоды оттепелей, наступающих без определенной закономерности.

Значение h_c определяют в зависимости от местонахождения предприятия (табл. 2.I).

Таблица 2.I

Район отведения талых вод	Слой стока, мм, при вероятности превышения слоя в годах	
	2	5
Средняя полоса страны южнее Каунаса, Москвы, Свердловска, Новосибирска, южная часть Байкала, Камчатка	25	3I
Севернее указанных пунктов до Полярного круга	20	25
Районы Крайнего Севера	I5	I9
Юг Сибири и степные районы юго-востока Европейской части страны	7	I6

Состав и концентрация загрязнений в поверхностном стоке

2.7. *Поверхностный сток, формирующийся на территории промышленных площадок шахт и обогатительных фабрик,* характеризуется значительным содержанием взвешенных веществ и нефтепродуктов, сравнительно невысоким БПК.

Ориентировочные значения показателей химического состава поверхностного стока с территории промышленных площадок шахт отрасли представлены в табл. 2.2.

2.8. Состав и концентрация примесей в поверхностном стоке с территории промышленных площадок шахт и обогатительных фабрик зависят от степени благоустройства территории, рода поверхностей участков водосборной площади, технического состояния искусственных покрытий и режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов.

Состав примесей в поверхностном стоке с участков территории предприятий обусловлен характером основных технологических

Таблица 2.2

Показатели	Единица измерения	Средние значения	
		дождевой сток	талый сток
pH		7,4	7,4
Взвешенные вещества	мг/л	II50	55I0
Нефтепродукты	мг/л	20	I5
Сухой остаток	мг/л	400	350
Хлориды	мг/л	70	60
Сульфаты	мг/л	I30	I30
Гидрокарбонаты	мг/л	96	I07
Нитриты	мг/л	0,5	0,2
Нитраты	мг/л	I,I	I,2
Калий + натрий	мг/л	I00	85
Кальций	мг/л	63	58
Магний	мг/л	6	I0
$БПК_{полн.}$	мг/л	40	I5

процессов. По составу примесей поверхностный сток с отдельных участков промышленной площадки может заметно отличаться от стока с других участков и общего стока, что должно учитываться при разработке схем его отведения, очистки и использования.

Концентрации примесей в талых водах зависят от количества осадков, выпавших в холодное время года, доли грунтовых поверхностей в балансе площади территории предприятия.

Концентрация примесей в дождевом стоке зависит от величины слоя за дождь, продолжительности и интенсивности дождя, длительности предшествующего периода сухой погоды. Концентрация примесей тем выше, чем меньше слой осадков и продолжительнее период сухой погоды.

2.9. Концентрации примесей изменяются в процессе стекания дождевых вод и имеют наибольшие значения в начале стока, а после достижения максимальных расходов происходит интенсивное их снижение. В процессе стока наиболее существенно изменяются содержание взвешенных веществ, БПК. В первые I0-I5 минут стока концентрация взвешенных веществ может быть выше в I0 раз, а при сильных дождях - в 20 раз, чем в конце дождя. Такое уменьшение содержания примесей дает возможность направлять на очистку лишь наиболее загрязненную часть стока.

2.I0. Основными объектами-загрязнителями поверхностного стока с территории предприятий угольной промышленности являются: породные отвалы, погрузочно-разгрузочные пункты различного назначения, склады (угольные, лесные, горюче-смазочных материалов, реагентов), котельные установки с их золоотвалами, а также открытые площадки для механизмов, механические мастерские на шахтах и сушильные отделения на обогатительных фабриках.

Взвешенные вещества поступают в поверхностный сток со всех объектов-загрязнителей, находящихся на промышленной площадке. Нефтепродукты - с территорий, прилегающих к складу горюче-смазочных материалов, механической мастерской, с площадки для механизмов. Минеральные соли - с породного отвала, угольного склада, с территории котельной установки с её золоотвалами и сушильного отделения. Органические вещества - с территории лесного склада.

Ориентировочные данные по загрязнению поверхностного стока с объектов промышленных площадок и площади объектов-загрязнителей приведены в табл. 2.3 и 2.4.

2.II. Основными примесями, содержащимися в поверхностном стоке от всей территории промышленных предприятий отрасли, являются взвешенные вещества, нефтепродукты, минеральные соли, органические вещества естественного происхождения.

При отсутствии сведений о степени загрязненности поверхностного стока концентрацию основных загрязнений можно принимать по табл. 2.5 для шахт и по табл. 2.6 - для обогатительных фабрик.

Таблица 2.3

Наименование объектов	pH		Взвешенные вещества, мг/л		Нефтепродукты, мг/л		Сухой остаток, мг/л		$БПК_{полн.}$, мг/л	
	дождевой	талый	дождевой	талый	дождевой	талый	дождевой	талый	дождевой	талый
Породный отвал	2,9-8,5 6,5	4,5-8,5 7,2	100-11730 2110	52-47140 6170	0-40 7	0-13 5	185-7800 1670	175-1150 650	1-50 10	4-5 4
Угольный склад	3,9-8,6 7,0	4,9-9,9 7,4	42-6300 1720	63-24000 4400	0-109 14	0-27 7	23-2290 600	15-860 350	0,5-130 53	3-9 6
Лесной склад	6,5-8,5 7,2	7,2-9,3 7,7	100-220 160	13-400 240	0-0,8 0,2	0-1,5 0,5	170-220 200	190-850 450	н/опр.	1-50 10
Механические мастерские	6,5-9,4 7,5	6,5-9,9 7,6	40-2900 600	340-38850 5440	0-580 58	1-27 12	42-310 140	14-480 200	3-17 9	2-25 14

Примечание. В знаменателе даны средние значения показателей.

Таблица 2.4

Бассейн	Площадь территории шахт, га	В том числе							
		склады ГСМ		механические мастерские		лесной склад		породный отвал	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Донецкий	11,4-53 26,7	0,01-0,05 0,02	0,02-0,3 0,09	0,02-0,1 0,06	0,1-0,7 0,3	0,01-0,8 0,4	0,04-4,1 1,5	0,6-5,8 4	5,3-28,5 16,4
Карагандинский	7,5-35 18	-	-	0,05-2,3 0,3	0,7-6,6 1,7	0-0,8 0,2	0-2,3 1	-	-
Месторождения Средней Азии	5-10 7,2	-	-	0,03-0,5 0,2	0,6-5 2,8	0,03-3,2 0,8	0,6-32 11	-	-
Кузнецкий	22-120 47	0,01-0,07 0,02	0,05-006 0,05	0,07-0,4 0,1	0,3-3,3 0,5	1,3-7,2 2,9	5,9-6 6	2,2-12,2 4,7	10-10,2 10
Месторождения Дальнего Востока	7,7-21,6 15	0-0,06 0,03	0-0,3 0,2	0,01-0,2 0,04	0,1-1 0,3	1-2 1	15,3-9,7 6,2	0,8-7,7 4,8	11-35,6 32,2
Челябинский и месторождения Свердловской области	6,2-27,2 12,5	0,01	0,08	0,2	1,6	2	16	-	-

Примечание. В знаменателе даны средние значения показателей.

Таблица 2.5

Показатели загрязнений поверхностного стока шахт	Вид стока	Бассейны							
		Донецкий	Кузнецкий	Подмосковный	Печорский	Карагандинский	Приморский	Месторождения Средней Азии	Челябинский и месторождения Свердловской области
pH	дождевой	8,0	7,0	6,7	8,0	7,3	7,2	7,7	8,0
	талый	–	7,0	7,1	7,6	7,6	7,3	7,7	8,0
Взвешенные вещества, мг/л	дождевой	650	1010	1230	660	500	2550	840	1700
	талый	750	17000	560	630	790	6500	1040	6210
Нефтепродукты, мг/л	дождевой	20	1,0	1,0	–	–	24	–	10
	талый	12	2,0	2,0	4,0	0,3	18	–	–
Сухой остаток, мг/л	дождевой	2220	490	390	730	370	340	180	320
	талый	180	80	950	500	520	450	250	510
$БПК_{полн.}$, мг/л	дождевой	33	–	74	17	–	80*	–	–
	талый	29	–	17	4	–	14	–	–

Таблица 2.6

Показатели загрязнений поверхностного стока ОФ	Вид стока	Бассейны				
		Донецкий	Кузнецкий	Подмосковный	Карагандинский	Приморский
pH	дождевой	7,2	8,0	4,3	7,8	7,5
	талый	7,4	7,8	5,6	8,0	7,I
Взвешенные вещества, мг/л	дождевой	2300	I060	890	II30	5300
	талый	7430	2II0	I80	280	3990
Нефтепродукты, мг/л	дождевой	4	-	0,2	0,4	-
	талый	I3	-	2	I	-
Сухой остаток, мг/л	дождевой	8I0	4I0	3660	520	430
	талый	840	630	6450	520	670
$БПК_{полн.}$, мг/л	дождевой	3	22	I5	-	-
	талый	I	8	II	-	-

2.I2. Взвешенные вещества представлены в основном частицами угля и пород и имеют следующий гранулометрический состав: частиц крупностью более 0,I мм 2-33%, 0,I-0,0I мм 27-44%, менее 0,0I мм 3-42%. Средние концентрации взвешенных веществ в дождевом стоке с территории шахт составляют 500-I800 мг/л, в талом стоке - 560-2I000 мг/л.

Нефтепродукты представлены в основном маслами в виде пленок. Средние концентрации нефтепродуктов в дождевом стоке с территории шахт колеблются в пределах I+II0 мг/л, в талом - 0,3+I2 мг/л.

Органические вещества находятся преимущественно в твердом, а также растворенном состоянии. Концентрации органических

биохимически окисляемых веществ в среднем составляют в дождевом стоке с территории шахт I7-II2 мг/л, в талом - 4-20 мг/л по $БПК_{полн}$.

Растворимые соли представлены сульфатами, хлоридами, гидрокарбонатами калия, натрия, кальция, магния. Средняя величина солесодержания колеблется в дождевом стоке с территории шахт в пределах 0,05-I г/л, в талом - 0,I-I г/л.

2.I3. Оценка влияния поверхностного стока на водные объекты производится на основе определения количества примесей, выносимых стоком с территории промышленных предприятий. Количество выносимых примесей зависит от интенсивности, продолжительности и частоты выпадения осадков, рассчитывается на основании установленных данных о средней концентрации загрязнений в поверхностном стоке и его количественной характеристики по формуле

$$V = \frac{C_{ср} \cdot W_{ст}}{F}, \qquad (2.4)$$

где V - удельный годовой вынос загрязняющего вещества, кг/га;

$C_{ср}$ - средняя концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3;

$W_{ст}$ - объём поверхностного стока, м^3/год;

F - расчётная площадь водосбора, га.

При отсутствии данных для расчета V принимается по табл. 2.7.

Таблица 2.7

Бассейн	Годовой вынос примесей, т/га					
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты		Минеральные соли	
	шахты	ОФ	шахты	ОФ	шахты	ОФ
Подмосковный	6,7	2,3	0,0I	0,0025	6,9	I5
Кузнецкий	53,4	73,8	0,0I	-	3,I	-

Окончание таблицы 2.7

Бассейн	Годовой вынос примесей, т/га					
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты		Минеральные соли	
	шахты	ОФ	шахты	ОФ	шахты	ОФ
Печорский	4,3	3,5	0,02	0,01	3,9	3,3
Челябинский	10,7	8,6	0,2	0,003	1,8	0,8
Приморский	22,9	21,4	0,1	-	2,4	2,3
Донецкий	25,4	152,5	1,3	-	9,6	31
Карагандинский	0,4	0,8	-	0,001	0,3	0,5
Месторождения Средней Азии	4	-	-	-	0,9	-

3. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

3.1. Поверхностный сток с территории промышленных площадок предприятий отрасли может отводиться для использования или на сброс.

Использование поверхностного стока в промышленном водоснабжении обусловливается соответствием его качества требованиям к технической воде, установленным для данного предприятия.

В тех случаях, когда использование поверхностного стока для тех или иных целей оказывается технически невозможным или экономически нецелесообразным, отведение стока осуществляется в водные объекты в соответствии с нормативами и требованиями "Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами".

Кроме указанных вариантов водоотведения, выпуск поверхностного стока может производиться по рельефу местности, например, в неразмываемые овраги или в просадки поверхности, образованные вследствие подработки горными выработками, не имеющие сообщения с водоёмами, при условии расположения промышленной площадки за пределами населенного пункта, отсутствия специфических примесей в поверхностном стоке, значительной удаленности промышленной площадки от водоёма или незначительных количеств стока.

3.2. Организация отвода поверхностного стока на совместную очистку должна учитывать специфику отведения шахтных вод, которая заключается в расположении системы шахтного водоотлива в подземных условиях, а также многократном превышении годового объема шахтных вод над объёмом поверхностного стока.

При разработке схем отведения поверхностного стока следует рассматривать:

- целесообразность самостоятельной или совместной очистки с шахтными водами с учетом указанных особенностей;
- возможность частичного или полного его использования.

Разработка схем отведения должна производиться на основе технико-экономических расчетов после детального изучения всего комплекса санитарно-технических требований и местных условий.

В схемах отведения следует предусматривать по возможности самотечное удаление поверхностного стока.

3.3. Отведение стока производится по сети дождевой канализации для совместной или самостоятельной очистки в количестве не менее 70% годового объема дождевых вод, а также значительной части талых вод. На очистку следует направлять наиболее концентрированную часть дождевого стока, соответствующую малоинтенсивным часто повторяющимся дождям с периодом однократного превышения расчетной интенсивности 0,05-0,1 года, или стока, образующегося от выпадения дождя слоем 10-15 мм /3/. Указанные расчетные величины интенсивности и слоя дождя могут быть уточнены на основе обработки многолетних данных для каждой местности.

Степень очистки стока, не содержащего специфических примесей, устанавливается из условия предотвращения заиления и

засорения водного объекта и исключения нарушения нормативного содержания в воде растворенного кислорода.

Перед выпуском в водный объект поверхностный сток должен во всех случаях подвергаться очистке от плавающих примесей, в том числе нефтепродуктов и песка.

Необходимость более глубокой очистки стока устанавливается из условия исключения нарушения кислородного режима в водном объекте, предусмотренного "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами", за счет окисления органической части донных отложений, сформированных в результате поступления стока, и определяется по методике, изложенной в приложении 3.

3.4. В случае поступления поверхностного стока в систему отведения шахтных вод, к выпуску его в водный объект предъявляются такие же требования, как и к выпуску шахтных вод.

Степень очистки поверхностного стока при этом определяется из условия соблюдения в расчетном (контрольном) створе водоприёмника, с учетом разбавления и самоочищения, нормативных требований, предъявляемых к качеству воды водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых нужд населения и рыбохозяйственных целей. Очистные сооружения рассчитываются на приём всего объема сточных вод, состоящего из объема шахтных вод и расчетного объема поверхностного стока.

3.5. При определении условий смешения с водой водного объекта в случае самостоятельной очистки расчетный расход поверхностного стока Q_p принимается равным зарегулированному расходу стока после очистных сооружений, а при отсутствии регулирования рассчитывается по формуле

$$Q_p = \frac{2{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot h_{см} \cdot F \cdot \Psi_g}{T_g + t}, \ м^3/с, \qquad (3.1)$$

где $h_{см}$ – среднесуточный максимум атмосферных осадков, мм (принимается по /2/);

T_g – средняя продолжительность дождя в данной местности, ч (принимается по п.4.12);

t - время добегания стока от крайней точки водосборного бассейна до места выпуска в водный объект, ч;

$\Psi_д$ - средний коэффициент дождевого стока (см. п.2.2).

Условия отведения поверхностного стока в водные объекты расчетным путем определяются в соответствии с "Методическими указаниями для органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы по применению правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами".

3.6. В некоторых случаях поверхностный сток с отдельных участков или со всей территории промышленной площадки может сбрасываться без очистки по согласованию с органами государственного надзора.

3.7. Требуемая степень очистки поверхностного стока и допустимое к сбросу количество примесей определяются научно-исследовательскими и проектными организациями и согласовываются с органами государственного надзора.

4. РАСЧЕТЫ ПО ОТВЕДЕНИЮ ЧАСТИ ДОЖДЕВЫХ ВОД ЧЕРЕЗ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Разделение стока перед очистными сооружениями

4.1. В схемах отведения и очистки поверхностного стока в большинстве случаев следует предусматривать разделение стока перед очисткой с целью уменьшения размеров очистных сооружений за счет подачи на очистку наиболее загрязненной части стока.

Разделение дождевого стока может осуществляться двумя способами (рис. 4.1). В первом способе (схема I) разделение поверхностного стока осуществляется путем устройства раздели-

Принципиальные схемы регулирования дождевого стока перед очистными сооружениями

Схема I

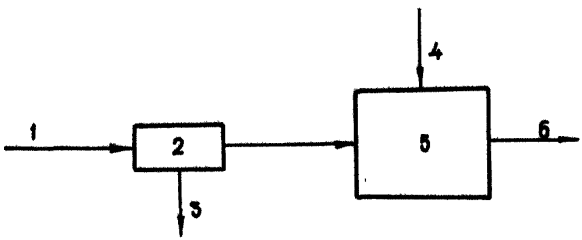
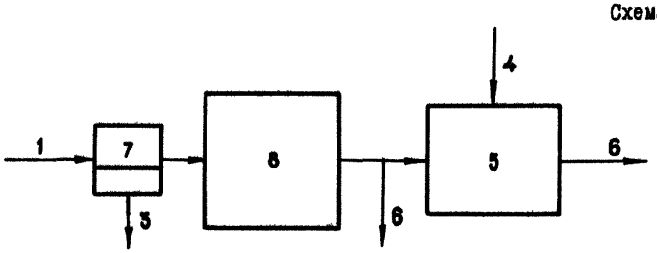


Схема 2



I - дождевая канализация; 2 - разделительная камера; 3 - сброс неочищенного дождевого стока в водный объект; 4 - шахтная вода; 5 - очистные сооружения; 6 - отведение очищенного стока в водный объект или в систему водоснабжения; 7 - распределительная камера; 8 - аккумулирующая ёмкость.

Рис. 4.I

тельных камер на сети дождевой канализации. В этом случае на очистку направляется сток от малоинтенсивных дождей и часть стока с определенным расходом от интенсивных дождей, а остальная часть сбрасывается в водный объект без очистки. Второй способ разделения (схема 2) заключается в аккумулировании и последующем отведении на очистку объема дождевых вод, притекающих от начала стока до определенного момента. При таком разделении на очистку направляется концентрированная часть стока от всех дождей, а в водный объект сбрасывается наименее концентрированная часть стока от значительных по слою дождей.

4.2. Разделительные камеры устраиваются по типу ливнеспусков общесплавной канализации. В конструкцию ливнеспуска входят разделительное устройство, ливнеотвод (на сброс или в регулирующий резервуар) и трубопровод, отводящий сток на очистные сооружения. Разделительное устройство камеры может выполняться в виде различных водосливов с порогом или в виде ливнесброса циклонного типа с тангенциальным подводом воды. При необходимости изменять величину расхода стока, подаваемого на очистку, целесообразно применять регулируемые ливнеспуски. В отдельных случаях может применяться разделение стока с помощью перекачки его насосами. Конструкция разделительной камеры должна обеспечить беспрепятственное пропускание воды, протекающей при малых расходах и наполнениях трубы; вода, протекающая с большими расходами и наполнениями трубы, должна частично сбрасываться.

Гидравлический расчет разделительных устройств может быть выполнен с помощью справочной литературы /5/.

4.3. Состав и свойства воды водных объектов после сброса очищенных и неочищенных стоков должны отвечать нормативам и требованиям, изложенным в "Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами".

Дождевые воды, подлежащие очистке, после разделительных камер направляются на очистные сооружения с определенным расходом.

4.4. Определение расчетного расхода поверхностного стока $Q_{оч}$, направляемого на очистку, производится двумя способами.

По первому способу расход стока, направляемого на очистку, $Q_{оч}$ рекомендуется определять с выбранным периодом однократного превышения интенсивности по формуле

$$Q_{оч} = \frac{20^{n} \cdot q_{20} \cdot (P^{0,35} - \tau) \cdot F \cdot \Psi_{ч}}{(I - \tau) \cdot T^{n}}, \ м^3/с, \qquad (4.I)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин. для периода однократного превышения P = I год в л/с·га (определяется по СНиПу П-32-74, рис. I);

n - параметр, зависящий от географического положения объекта (определяется по СНиПу П-32-74, рис. 2);

F - расчетная площадь водосбора, га;

Ψ_q - средний коэффициент дождевого стока (см. п.2.2);

T - продолжительность протекания дождевых вод в минутах от крайней границы бассейна до расчетного участка при выпадении дождя с выбранным значением Р (величина Т определяется как сумма продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам с учетом уменьшения интенсивности стока по сравнению с расчетным для сети);

τ - параметр, зависящий от географического параметра С, характеризующего вероятность интенсивности осадков (параметр С определяется по СНиПуП-32-74, рис. 3, а параметр τ равен 0,2 при С=0,85; 0,24 при С=1,0; 0,27 при С=1,2).

При втором способе исходят из расчетного расхода дождевых вод Q_0 в сети перед разделительной камерой для Р=1 году по формуле

$$Q_{оч} = K_I Q_0, \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (4.2)$$

где K_I - коэффициент разделения, зависящий от периода однократного превышения предельного дождя $P_{оч}$, коэффициента в формуле интенсивности дождей С и коэффициента ёмкости сети τ (табл. 4.1);

$P_{оч}$ - период однократного превышения интенсивности дождя в годах, сток от которого полностью подается на очистные сооружения. При определении расчетного расхода $Q_{оч}$ величина $P_{оч}$ выбирается в пределах 0,05÷0,1 года;

Q_0 - расчетный расход дождевых вод, поступающих к разделительной камере.

Таблица 4.I

Значения коэффициента K_I

Предельный период однократного превышения $P_{оч}$	Повторяемость в год m_o	Коэффициент разделения K_I при					
		C = 0,85		C = I		C = I,2	
		$\gamma \geq 2$	$\gamma < 2$	$\gamma \geq 2$	$\gamma < 2$	$\gamma \geq 2$	$\gamma < 2$
0,2	5	0,4I	0,39	0,38	0,35	0,36	0,33
0,I5	6,7	0,34	0,3I	0,3I	0,27	0,29	0,25
0,I	I0	0,26	0,22	0,23	0,I9	0,2I	0,I7
0,08	I2,5	0,23	0,I9	0,I8	0,I5	0,I6	0,I2
0,05	20	0,I5	0,I2	0,I2	0,09	0,09	0,06
0,04	25	0,I3	0,09	0,09	0,06	0,06	0,04
0,03	33	0,I0	0,07	0,06	0,03	0,03	0,0I5
0,02	50	0,06	0,033	0,02	0,0I3	-	-

Если расход Q_0 определен при расчетном периоде однократного превышения, отличном от P = I год, то к величине K_I следует вводить поправочный коэффициент K_2 и расчетный расход определять по формуле

$$Q_{оч} = Q_o \cdot K_I \cdot K_2 \text{ , м}^3/\text{с}, \qquad (4.3)$$

где K_2 берется по табл. 4.2.

Таблица 4.2

Значения коэффициента K_2

P	При C равном			P	При C равном		
	0,85	I	I,2		0,85	I	I,2
0,33	2,I2	2,56	3,38	2	0,7I	0,69	0,65
0,5	I,5I	I,65	I,9	3	0,6I	0,57	0,53
I	I	I	I	5	0,52	0,47	0,4I

Разделение стока перед выпуском в водоём

4.5. Для оценки сбросов части дождевых вод через разделительные камеры в водоём следует определять их частоту, продолжительность и объём.

4.6. Средняя годовая частота сброса в водоём дождевых вод через разделительные камеры m, равна обратной величине периода однократного превышения предельного дождя $P_{оч}$. При заданной величине предельного, не сбрасываемого разделительной камерой, расхода $Q_{оч}$ частоту сброса надлежит определять по коэффициенту разделения $K_I = \frac{Q_{оч}}{Q_o}$ (см. формулу 4.2).

4.7. Средний годовой объём дождевых вод, сбрасываемых через разделительную камеру в водоём, $W_{год}$ и общую суммарную в течение года продолжительность сброса через разделительную камеру $T_{год}$ следует определять соответственно по формулам

$$W_{год} = Q_{оч} \cdot T \cdot K'' = K_I \cdot T \cdot K'' \cdot Q_o \ , м^3 \qquad (4.4)$$

$$T_{год} = K \cdot T \ , мин., \qquad (4.5)$$

где Q_0 - расчетный расход дождевых вод, поступающих к разделительной камере, л/с;

$Q_{оч}$ - максимальный расход дождевых вод, направляемых на очистку, определяемый по (4.I) или (4.2);

T - расчетная продолжительность протекания дождевых вод до разделительной камеры, мин.;

K" и K' - коэффициенты, принимаемые по табл. 4.3 в зависимости от частоты сбросов в году m_o и величины параметра C в формуле интенсивностей дождей.

Таблица 4.3

m_o	C = 0,85		C = I		C = I,2	
	K'	K"	K'	K"	K'	K"
I	0,83	0,02	0,83	0,02	0,84	0,02
2	I,70	0,04	I,75	0,04	I,80	0,04
3	2,63	0,06	2,73	0,07	2,82	0,07
4	3,63	0,09	3,79	0,I0	3,93	0,II
5	4,7I	0,I2	4,95	0,I4	5,I5	0,I5
7	7,00	0,I9	7,4I	0,22	7,79	0,26
I0	I0,8	0,32	II,6	0,39	I2,4	0,46
I5	I8,2	0,58	20,2	0,75	22,0	0,85
20	27,I	0,92	3I,2	I,25	36,9	I,70
25	37,3	I,3I	45,3	I,9I	58,7	2,88
30	49,3	I,79	64,0	2,79	95,3	4,84
35	63,0	2,34	89,0	4,00	I68	8,48
40	79,5	2,99	I26	5,75	-	-
45	I0I	3,77	I90	8,29	-	-
50	I27	4,68	302	I2,3	-	-

4.8. Доля сбрасываемых в водоём через разделительную камеру дождевых вод $W_{год}$ от общего годового объёма дождевого стока W_q определяется по формуле

$$\frac{W_{год}}{W_q} = \frac{W_{год}}{10 \cdot h_q \cdot \psi_{ср} \cdot F}, \qquad (4.6)$$

где W_q определяется по (2.1).

Регулирование стока перед очистными сооружениями

4.9. Дождевые воды, подлежащие очистке, могут направляться непосредственно на очистные сооружения с расходом $Q_{оч}$ (п. 4.4), а в случае необходимости уменьшения расхода - через регулирующую ёмкость, устраиваемую на трубопроводе перед очистными сооружениями. При регулировании стока перед очистными сооружениями в регулирующую ёмкость следует направлять расходы, превышающие предельный расход, на который они рассчитываются.

Коэффициент регулирования, являющийся отношением расхода дождевых вод, направляемых в обход регулирующей ёмкости или непрерывно откачиваемых из неё, к полному расчетному расходу дождевого стока, поступающего на очистку, следует принимать исходя из технико-экономической целесообразности.

4.10. Для регулирования расхода стока целесообразно применять пруды, регулирующие резервуары, либо дополнительные отстойники. Исходя из местных условий, рекомендуется использовать существующие пруды, если они не являются источником питьевого водоснабжения и не используются для купания и спорта, укрепленные овраги, оборудованные плотинами.

4.11. Полезный объём регулирующей ёмкости W_p следует определять путем построения обоснованных для данных конкретных условий графиков притока и вытекания или по формуле

$$W_p = K_p \cdot q_0 \cdot T_0 , м^3 \qquad (4.7)$$

где q_0 - расчетный расход дождевых вод, поступающих к разделительной камере перед регулирующей ёмкостью, $м^3/с$;

K_p - коэффициент, зависящий от коэффициента α и средней продолжительности дождей, характерной для данной местности, T_q ;

α - коэффициент регулирования, равный $q_{оч}/q_0$;

$q_{оч}$ - максимальный расход дождевых вод, отводимых на очистку во время дождя, или средний расход опорожнения регулирующего резервуара, $м^3/с$;

T_0 - время добегания дождевых вод, принимаемое при расчете максимального расхода q_0 в сети, с.

4.12. Среднюю продолжительность дождей T_q надлежит устанавливать по данным метеорологических наблюдений. Допускается величину T_q принимать для средней полосы Европейской территории СССР и Западной Сибири 6-8 ч, для Украины 4-5, для северных областей Дальнего Востока 9-10 ч, для центральных районов Средней Азии 3-4 ч.

4.13. При определении необходимого объема регулирующего резервуара задаются рядом значений $q_{оч}$ и, соответственно, коэффициента α . Затем по табл. 4.4 определяется предельный коэффициент регулирования α_0 , связанный с отношением $\frac{T_q}{T_0}$ и географическим параметром n .

Для определения коэффициента K_p следует сопоставить величины расчетного коэффициента регулирования α и предельного коэффициента регулирования α_0 .

Если $\alpha > \alpha_0$, коэффициент K_p принимается по табл. 4.5. Если $\alpha < \alpha_0$, коэффициент K_p надлежит определять по формуле

$$K_p = K'_p + K''_p = K'_p + \left[\frac{T_q}{T_0} + 0{,}25\right] (\alpha_0 - \alpha), \qquad (4.8)$$

где K'_p находится по табл. 4.5, принимая $\alpha = \alpha_0$.

Таблица 4.4

$\frac{T_0}{T_0}$	d_0 при показателе степени n					
	0,5	0,55	0,6	0,67	0,7	0,75
2	0,4I	0,37	0,32	0,26	0,23	0,I9
3	0,32	0,27	0,23	0,I8	0,I6	0,I3
4	0,26	0,23	0,I9	0,I4	0,I3	0,09
5	0,23	0,2	0,I6	0,I2	0,I	0,08
6	0,2I	0,I8	0,I5	0,II	0,09	0,07
7	0,I9	0,I5	0,I2	0,09	0,07	0,06
I0	0,I7	0,I3	0,II	0,08	0,06	0,05
I2	0,I5	0,I2	0,09	0,06	0,06	0,04
I5	0,I3	0,I	0,08	0,05	0,05	0,03
20	0,I2	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03

Таблица 4.5

d	K'_p при показателе степени n					
	0,5	0,55	0,6	0,67	0,7	0,75
0,8	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
0,7	0,I	0,09	0,II	0,I2	0,I2	0,I3
0,6	0,I8	0,I8	0,[illegible]3	0,I9	0,2	0,2I
0,5	0,29	0,28	0,[illegible]	0,28	0,29	0,3I
0,4	0,45	0,42	0,4	0,4I	0,42	0,42
0,3	0,62	0,62	0,5[illegible]	0,54	0,53	0,54
0,25	0,9	0,77	0,69	0,64	0,63	0,63
0,2	I,I6	0,96	0,85	0,77	0,73	0,7

Окончание таблицы 4.5

α	K'_0 при показателе степени n					
	0,5	0,55	0,6	0,67	0,7	0,75
0,I5	I,55	I,27	I,08	0,93	0,86	0,8I
0,I2	2	I,59	I,27	I,06	0,98	0,9
0,I		I,84	I,46	I,I7	I,07	0,97
0,09		I,99	I,58	I,24	I,I2	I,0I
0,08			I,7I	I,3I	I,I9	I,06
0,07			I,89	I,4I	I,27	I,II
0,06				I,54	I,36	I,I8
0,05				I,69	I,48	I,26
0,04					I,64	I,36
0,03						I,5I

После определения величины W_p для принятого ряда значений $Q_{оч}$ и α выполняют ориентировочный расчет системы для отведения и очистки поверхностного стока и выбирают вариант, исходя из технико-экономических показателей.

4.I4. При проектировании регулирующих резервуаров следует предусмотреть:

опорожнение емкостей в течение I-2 суток (в местностях, характеризующихся редкими дождями, продолжительность может быть увеличена), непрерывно, одновременно с наполнением ёмкости или после прекращения дождя;

поддержание в емкости в сухую погоду уровня заполнения на глубину 0,8-I м;

возможность периодического полного опорожнения емкости и очистки от осадка;

аварийный сброс воды для предотвращения переполнения резервуара.

4.I5. Отведение всего объема дождевого стока на очистку совместно с шахтными водами возможно применять на обогатительных фабриках при надежащих условиях (наличие гидроотвалов). В промышленном водоснабжении обогатительных фабрик поверхностный сток целесообразно использовать для пополнения замкнутых систем водооборота. При этом в системах оборотного водоснабжения проектируются соответствующие по объему накопительные емкости, а при составлении баланса водного хозяйства обогатительных фабрик учитывается полное использование дождевого и полное или частичное использование талого стока.

4.I6. Регулирование расхода поверхностного стока более предпочтительно осуществлять путем устройства накопительных ёмкостей. При наличии свободных площадей наиболее надежно применять пруд для аккумулирования годового объема поверхностного стока и равномерное его срабатывание в течение теплого периода года. Пруд должен быть оборудован устройствами, обеспечивающими улавливание, сбор и удаление всплывающих загрязняющих веществ. При отсутствии площадей предусматривается аккумулирование части поверхностного стока с последующей равномерной подачей в систему промышленного водоснабжения. При необходимости более глубокой очистки производится равномерное отведение стока на очистные сооружения (рис. 4.I, схема 2).

Аккумулирующие ёмкости, помимо задержания воды, используются как сооружения для первичной механической очистки поверхностного стока в контактном режиме.

4.I7. Рабочий объем аккумулирующей ёмкости W_a равен объёму аккумулируемого поверхностного стока, определяемому по формуле

$$W_a = 10 \cdot h_a \cdot F \cdot \psi_{ср} \quad , м^3, \qquad (4.9)$$

где h_a - слой осадков за дождь, сток от которого аккумулируется (принимается в пределах 10-I5 мм), мм;

F - расчётная площадь водосбора, га;

$\psi_{ср}$ - средний коэффициент стока (см. п.2.2);

10 - коэффициент, учитывающий размерность входящих в формулу величин.

4.18. Объем иловой части аккумулирующей ёмкости определяется, исходя из заданной периодичности удаления осадка.

Количество осадка W_{oc}, задерживаемого в аккумулирующей ёмкости в течение теплого периода года, рассчитывается по формуле

$$W_{oc} = \frac{0,1 \cdot h_g \cdot F \cdot \Psi_{cp} \cdot S \cdot C_{op} \cdot \vartheta}{\rho}, \text{ м}^3, \qquad (4.10)$$

где h_g - слой осадков за теплый период года, мм;

F - расчетная площадь водосбора, га;

Ψ_{cp} - средний коэффициент стока;

S - коэффициент, учитывающий долю годового количества дождевых вод, направляемых на очистку (рассчитывается по данным о распределении выпадающих в теплый период года осадков по слоям и принятой величине h_q);

C_{op} - среднее содержание взвешенных веществ в поступающем на очистку поверхностном стоке, г/л;

ϑ - эффект удаления взвешенных веществ из поверхностного стока в аккумулирующей ёмкости, %;

ρ - средняя концентрация твердой фазы в уплотненном осадке, кг/м^3 (принимается равной 200 кг/м^3).

4.19. Аккумулирующие ёмкости рекомендуется проектировать прямоугольными в плане и разделенными на секции. Полезный объем одной секции следует рассчитывать на прием стока от слоя осадков 2,5-5 мм.

Конструкция распределительной камеры перед аккумулирующей емкостью должна обеспечивать последовательное заполнение свободных секций и отведение стока, поступающего после заполнения всех секций, в сбросной коллектор.

4.20. Во впускных устройствах секций следует предусмотреть установку щитовых затворов для отключения секций на отстаивание стока, удаление осадка или ремонт. Конструкция выпускных устройств должна исключать попадание всплывших нефтепродуктов в трубопроводы для отвода осветленной воды.

Высоту зоны отстаивания в ёмкости следует принимать в пределах I,5-4 м, высоту свободной зоны над уровнем воды 0,3-0,5 м, высоту нейтральной зоны над уровнем осадка 0,4 - 0,5 м.

Секции аккумулирующей емкости должны быть оборудованы устройствами для периодического удаления всплывших нефтепродуктов и осадка.

При проектировании нефтесгонных и нефтесборных устройств следует учитывать периодическое колебание уровня заполнения секций ниже расчетного.

4.21. Иловые приямки в аккумулирующей ёмкости рекомендуется располагать в средней части. Уклон днища к приямкам и поперечный уклон дна следует принимать не менее $0,05^0$, а уклон стенок приямка не менее 45^0. Для удаления осадка с площади днища в приямок следует предусматривать гидросмыв. Объем иловой части ёмкости определяется исходя из заданной периодичности удаления осадка.

Для периодического удаления накапливающегося осадка из аккумулирующей емкости следует предусмотреть устройство гидроэлеваторной установки или насосной станции, оборудованной плунжерными или другими насосами, предназначенными для перекачки шламов с высоким содержанием механических примесей, или применение скребковых механизмов.

Для обезвоживания осадка рекомендуется применять выдерживание его на иловых площадках или на площадках-уплотнителях, нагрузка на площади обезвоживания может быть принята равной 3 $м^3$ на I $м^2$ в год. Площадки следует разделить на карты, оборудованные выпускными устройствами для отвода иловой воды.

В некоторых случаях целесообразно применять многолетнее накопление осадка в прудах-илонакопителях, которые желательно устраивать в естественных впадинах, оврагах, земляных выработках, а также использование механических способов обезвоживания.

4.22. *Продолжительность выдерживания поверхностного стока* в аккумулирующей ёмкости и последующего опорожнения ёмкости принимаются из условия обеспеченности приема всего или части стока от каждого дождя (в зависимости от количества выпадающих за дождь осадков и принятой величины h_a), достижения

высокого эффекта удаления основных примесей из поверхностного стока и необходимой степени регулирования расхода стока с целью снижения пропускной способности сооружений для его доочистки.

На основании данных о средней продолжительности периодов между стокообразующими осадками продолжительность отстаивания стока в аккумулирующей емкости может быть принята равной I-2 суткам. В таких же пределах может быть принята и продолжительность отвода осветленной воды.

В большинстве случаев общая продолжительность пребывания дождевых вод в секциях аккумулирующей ёмкости по сравнению с приведенной может быть увеличена.

При продолжительности отстаивания I-2 суток эффект снижения содержания взвешенных веществ и нефтепродуктов в аккумулирующей емкости колеблется в основном в пределах 50÷80%. Остаточное содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов в отстоенной воде при отсутствии данных может быть принято соответственно в пределах 50÷400 и 0,5÷7 мг/л.

5. ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

5.I Специфика этой категории сточных вод заключается в периодичности образования, отсутствии стока в зимний период, в большинстве случаев резком изменении содержания загрязняющих веществ и расхода в процессе стока, наличии грубых примесей.

Вследствие особенностей поверхностного стока рекомендовать определенный набор сооружений и методов очистки без проведения специальных исследований на конкретном объекте не представляется возможным.

Методы очистки определяются:

- требуемой глубиной очистки;
- расчетными концентрациями загрязнений поверхностных вод;
- расчетным расходом стока;

- условиями формирования стока на водосборе;
- инженерными и экономическими соображениями.

Исходное содержание загрязняющих веществ, расход стока, направляемого на очистку, и стоимость очистных сооружений могут быть значительно снижены за счет проведения мероприятий по предотвращению загрязнения поверхностного стока (раздел I).

5.2. Основными загрязняющими компонентами поверхностного стока, так же как и шахтных вод, являются взвешенные вещества и нефтепродукты.

На I га промышленной площадки, при соответствующем для каждого региона среднегодовом количестве осадков, может образовываться ориентировочно 750-2600 $м^3$ воды, что с учетом площадей водосбора дает незначительные объемы стока.

5.3. Выбор схемы отведения и очистки поверхностного стока с промышленных площадок предприятий отрасли должен осуществляться на основе технико-экономического сравнения разработанных вариантов, а также исходя из целесообразности:

- отведения стока с наиболее загрязненных участков территории промышленной площадки на очистку (п. 2.10);
- подачи поверхностного стока на очистные сооружения для совместной очистки с шахтными водами;
- самостоятельной очистки поверхностного стока;
- использования очищенных стоков в промышленном водоснабжении.

5.4. Основным методом самостоятельной очистки поверхностного стока (при отсутствии токсичных примесей) является отстаивание. Сооружениями, где выделяется основная масса загрязнений, являются отстойники различной конструкции (п. 5.9) или аккумулирующие ёмкости в виде прудов-накопителей (п. 4.16-4.22). Остаточное содержание взвешенных веществ после суточного отстаивания поверхностного стока составляет более 50 мг/л, так как сток содержит большое количество мелкодисперсных частиц. Время пребывания в прудах-отстойниках должно быть достаточно продолжительным (0,5-10 суток), чтобы обеспечить степень очистки, равную 50-80%.

5.5. При необходимости более глубокой очистки поверхностный сток должен направляться для совместной очистки на сору-

жения по очистке шахтных вод, либо на самостоятельные очистные сооружения при соответствующем санитарном, техническом и экономическом обосновании.

5.6. Состав загрязнений и технологические свойства поверхностного стока и шахтных вод являются аналогичными, что позволяет осуществлять совместную очистку указанных категорий стока на сооружениях, предназначенных для удаления взвешенных веществ.

Сравнительное содержание взвешенных веществ в поверхностном стоке с территории шахт и шахтных водах, а также годовые объёмы этих стоков приведены в табл. 5.I.

Таблица 5.I

Бассейн	Объём сточных вод, млн.м3/год			Содержание взвешенных веществ в сточных водах, мг/л		
	поверхностных		шахтных	поверхностных		шахтных
	дождевых	талых		дождевых	талых	
Подмосковный	I,4	0,6	320,9	20-6300	30-3670	45-2500
Кузнецкий	4,5	2,8	223,4	290-2200	8200-45350	I20-I0200
Донецкий	7,5	I0,2	I050,5	40-2900	260-3300	30-2000
Печорский	I,5	2,9	48,8	30-3900	20-5040	50-2000
Приморский	0,8	0,2	60,5	30-II730	I40-24000	40-3I50
Карагандинский	0,4	0,4	34,2	60-I860	60-2600	45-3250
Месторождения Средней Азии	0,23	0,08	25,I	220-I860	240-I7I70	II50
Челябинский и месторождения Свердловской области	0,I3	0,32	47,I	II60-I920	I380-I0360	680

Сопоставление состава поверхностного стока с основными характеристиками состава шахтных вод дает основание рекомендовать для его очистки методы, используемые для очистки шахтных вод.

При наличии на предприятиях отрасли сооружений очистки шахтных вод проектирование самостоятельной очистки поверхностного стока в большинстве случаев является нерациональным. Наиболее целесообразной схемой обезвреживания следует считать совместную очистку шахтных вод и поверхностного стока.

В схемах совместной очистки могут применяться сооружения, предназначенные для удаления из сточных вод основной массы грубых примесей и нефтепродуктов, доочистки от нефтепродуктов и тонкодиспергированных примесей методами отстаивания, фильтрования, реагентной обработки, флотации.

5.7. Технологические схемы совместной очистки поверхностного стока и шахтных вод рекомендуется принимать в соответствии с /I/.

5.8. В некоторых случаях при необходимости самостоятельного обезвреживания поверхностного стока для доочистки могут применяться физико-химические методы. Реагентная обработка поверхностного стока повышает эффективность осветления, однако при очистке дождевого стока применение её нецелесообразно из-за непостоянного, эпизодического поступления сточных вод.

Наиболее распространенным методом глубокого осветления является фильтрование на фильтрах с различными природными и синтетическими загрузками.

В практике проектирования большое распространение получают фильтры с синтетической загрузкой и, в частности, из пенополиуретана. Эффект осветления составляет 60-95% /3/. Применение таких фильтров требует проверки, так как на предприятиях отрасли испытания не проводились.

Применение флотации для очистки поверхностного стока затруднено наличием большого количества взвешенных веществ.

5.9. В отдельных случаях для частичной механической очистки поверхностного стока могут применяться проточные горизонтальные отстойники с расчетным временем пребывания t_p = I-3 ч. Такие отстойники обеспечивают задержание всплывающих примесей,

в том числе нефтепродуктов, а также удаление наиболее крупных взвесей со скоростью выпадения более 0,4 мм/с, сброс которых в водные объекты запрещен "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами". Эффект удаления взвесей в проточных отстойниках может колебаться в пределах 15-75% и составляет в среднем при высоте зоны отстаивания 2-3 м

30% при t_p = 1 ч;

45% при t_p = 2 ч;

60% при t_p = 3 ч.

Суммарную площадь горизонтальных отстойников в плане F_o определяют по формуле

$$F_o = \frac{\alpha \cdot Q_{оч}}{3,6 \cdot U_o}, \text{ м}^2, \qquad (5.1)$$

где $Q_{оч}$ - расчетный расход дождевых вод, поступающих на очистку, м^3/ч;

U_o - скорость выпадения взвесей, задерживаемых отстойником, мм/с;

α - коэффициент, учитывающий влияние вертикальной составляющей скорости потока

$$\alpha = \frac{U_o}{U_o - \frac{V_{ср}}{30}}, \qquad (5.2)$$

здесь $V_{ср}$ - средняя скорость протока воды в отстойнике, мм/с.

Расчетную скорость осаждения взвесей определяют экспериментально при высоте зоны осаждения, равной высоте осаждения в отстойнике H_0 (принимается в пределах 2-3,5 м). При отсутствии данных о скорости осаждения взвесей в поверхностном стоке конкретного объекта рекомендуется принимать следующие значения расчетной скорости в зависимости от принятого эффекта удаления взвесей Э (%):

U_o = 1 мм/с при Э = 25%; U_o = 0,25 мм/с при Э = 60%;

U_o = 0,55 мм/с при Э = 40%; U_o = 0,15 мм/с при Э = 70%;

U_o = 0,4 мм/с при Э = 50%; U_o = 0,05 мм/с при Э = 85%.

Скорость движения воды в отстойнике принимается в пределах 5-7 мм/с при расчете его на удаление взвесей с $U_o \geq$ 0,55 мм/с и 3-5 мм/с при удалении взвесей с $U_o \geq$ 0,4 мм/с.

Длина отстойника L_o определяется по формуле

$$L_o = \frac{\alpha \cdot H_o \cdot V_{cp}}{U_o}, \text{ м}, \qquad (5.3)$$

а общая ширина отстойников B по формуле

$$B = \frac{F_o}{L_o}; \text{ м} \qquad (5.4)$$

После определения величины B проверяется фактическая скорость V_{cp} в проточной части отстойников:

$$V_{cp} = 10^3 \cdot \frac{Q_{оч}}{BH_o}, \text{ мм/с}. \qquad (5.5)$$

Ширина отстойника (или его секции) принимается в пределах 3÷9 м, а длина не менее $10 H_o$.

При расчете осадочной части отстойника, как и аккумулирующих ёмкостей (п. 4.18), следует исходить из расчетного накопления осадка и принятой частоты его удаления.

В отстойниках для механической очистки поверхностного стока, как в нефтеловушках и в первичных отстойниках городских очистных сооружений, должны быть предусмотрены устройства для задерживания и периодического удаления всплывающих примесей (в основном нефтепродуктов и масел) и накапливающегося осадка. Удаляемые с поверхности отстойника всплывающие примеси отводятся в сборники, где выдерживаются в течение нескольких суток для отделения нефтепродуктов. Частично осветленные и обезвоженные нефтепродукты, в зависимости от их качества, должны направляться на утилизацию или сжигание, а отделившаяся вода и шлам возвращаться в отстойник.

Повышение эффективности работы отстойников достигается предварительной обработкой стока дождевых и производственных вод коагулянтами.

Высокий эффект осветления (94-99%) может быть достигнут при применении в качестве коагулянта сернокислого алюминия. Корректировка показателя pH при этом не требуется, если его значение в исходной воде находится в пределах 6-8. Рекомендуемая доза коагулянта - 50 мг/л в пересчете на $Al_2(SO_4)_3$. Доза коагулянта может быть снижена на 10-20 мг/л в случае дополнительного введения в воду флокулянтов в количестве 0,5-2 мг/л.

Значительный эффект осветления (94-98%) достигается при самостоятельном применении катионных полиэлектролитов и полиакриламида. Рекомендуемая доза - 1-3 мг/л в пересчете на основное вещество.

Расчетную скорость осаждения взвесей U_0 при отстаивании поверхностного стока, обработанного коагулянтами, следует принимать в пределах 0,5-0,6 мм/с, среднюю концентрацию твердой фазы в уплотненном осадке - 150 кг/м^3.

Часть вторая. КИСЛЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОКИ. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКА

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Рекомендации, изложенные в данном разделе, могут быть использованы при проектировании сооружений для отведения и очистки поверхностного стока, образующегося на породных отвалах и открытых угольных складах. Породные отвалы занимают значительную часть промплощадок шахт и обусловливают специфику формирования поверхностного стока.

I.2. При фильтрации дождевых и талых вод (а также поливочных вод при осуществлении профилактических противопожарных мероприятий) через толщу породы или угля, содержащих вкрапления пирита, может образоваться кислый сток (создаются условия для образования кислого стока).

I.3. Кислые поверхностные стоки являются весьма агрессивными, и сброс их непосредственно в водные объекты недопустим.

I.4. Условия сбора, отведения и методы очистки кислого поверхностного стока, формирующегося на угольных складах и породных отвалах, принимаются на основании изложенных в данном разделе рекомендаций.

I.5. При проектировании дождевой канализации на территории шахт и обогатительных фабрик необходимо:

- предусмотреть предотвращение закисления всего объема поверхностного стока предприятия путем оконтуривания породных отвалов и угольных складов водосборной канавой, отведения кислых вод в отдельные водосборники и подачи их на локальные или групповые (совместная очистка нейтрального поверхностного стока с шахтной водой) очистные сооружения по отдельной нитке ливневой канализации;

- исключить размещение породных отвалов на руслах ручейков и в местах выхода ключей на поверхность, а также (при размещении породных отвалов в балках) исключить контакт породы с периодическими потоками воды, протекающими по балкам;

- рассмотреть возможность снижения или ликвидации кислотности стоков путем размещения угольных складов и породных отвалов на предварительно созданный нейтрализующий слой породы (например, известняка);

- обеспечить охрану подземных (грунтовых) вод от возможного загрязнения их кислыми поверхностными стоками путем размещения серосодержащих углей и пород на водонепроницаемых площадках.

I.6. Выбранный метод очистки кислых поверхностных стоков должен обеспечить в сбрасываемой в водоём воде снижение содержания железа до $\leq 0{,}5$ мг/л, повышение величины pH до 6,5-8,5 и получение других показателей, регламентируемых "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" /4/.

I.7. Водосборные и очистные сооружения должны обеспечить приемку всего (I00%) объёма кислого поверхностного стока.

2. ОБЪЁМ СТОКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ И УГОЛЬНЫХ СКЛАДАХ

2.I. Расчет дождевых и талых вод, образующихся на породных отвалах и угольных складах при данных гидрологических параметрах, должен учитывать наряду с площадью, занимаемой этими источниками загрязнения, также их высоту и водопоглощение*.

Величина водопоглощения В, %, для горелой и негорелой пород практически одинакова и может колебаться в зависимости от её состава и крупности в пределах I,5÷I2,0%. В среднем для породы В принимается 2,5÷5,0%.

---

* Изложенные в пп. 2.I и 2.2 рекомендации не распространяются на горящие или близкие к состоянию горения отвалы.

Указанная величина В характерна только для верхних слоев породы (угля), которым свойственно воздушно-сухое состояние. По мере увеличения слоёв породы или угля водопоглощение снижается и на определенной глубине полностью прекращается, поскольку влажность породы (угля) на этой глубине и ниже остается постоянной. Мощность слоя породы (угля), обладающего способностью водопоглощения, Н, м, обусловлена, в основном, гидрологическими условиями региона, а также гранулометрическим составом зерен. Эта мощность устанавливается для каждого региона экспериментально. При отсутствии экспериментальных данных ориентировочно Н можно принять равным 3 м.

Коэффициент снижения величины водопоглощения К при $H \leq 3$ м упрощенно описывается уравнением прямой

$$K = 0{,}96 - 0{,}32H \qquad (2.1)$$

При Н = 0 снижения водопоглощения практически не наблюдается, то есть К ⟶ I. Если исходная величина В равна 5%, то с учетом К = 0,96 для Н=0 величина В составит 0,96х5 = 4,8%, а при Н = I м (К = 0,96 - 0,32хI = 0,64) В = 5х0,64 = 3,2%. По исчерпании "активного" слоя (в данном примере Н = 3 м) коэффициент К будет равен нулю.

Для расчета потери водопоглощения в "активном" слое определяется средневзвешенный коэффициент $K_{ср}$. Для этого необходимо разбить этот слой на три равных по высоте пласта и в соответствии с геометрической формой отвала или склада вычислить вес породы в каждом, а затем рассчитывается $K_{ср}$ "активного" слоя:

$$K_{ср} = \frac{K_I P_I + K_2 P_2 + K_3 P_3}{K_I + K_2 + K_3}, \qquad (2.2)$$

где K_I, K_2, K_3 - коэффициенты водопоглощения пластов, составляющих "активный" слой;

P_I, P_2, P_3 - вес породы в этих пластах, т.

В простейшем случае, когда все три слоя имеют одинаковую высоту и содержат равное количество породы, $K_{ср}$ равен 0,5.

2.2. Общий объем стока дождевых и талых вод с породного отвала (угольного склада) рассчитывается по следующей схеме:

а) в соответствии с формулами, указанными в разделе 2 части I данных рекомендаций, определяется W_g, м^3, (формула 2.I) и $W_т$, м^3, (формула 2.2) из расчета занимаемой породой (углем) площади, без учета коэффициентов стока $\Psi_{ср}$ и Ψ_m;

б) определяется объем породы V, м^3, в "активном" верхнем слое (в рассмотренном примере - H = 3 м) отвала или склада и затем в соответствии с насыпным весом δ, т/м^3, рассчитывается вес породы в этом слое $\delta \cdot V$, т. Зная коэффициент водопоглощения В и средневзвешенный коэффициент $К_{ср}$, определяют количество влаги $W_п$, которое поглотится породой (углём) "активного" слоя:

$$W_п = \frac{\delta \cdot V \cdot В \cdot К_{ср}}{100}, \text{ м}^3; \qquad (2.3)$$

в) вычисляется объем стока, с учетом поглощения влаги породой или углем:

$$W_{g\ факт.} = W_g - W_п; \qquad (2.4)$$

$$W_{т\ факт.} = W_т - W_п \qquad (2.5)$$

2.3. Объем стоков с породных отвалов при их тушении принимается в соответствии с экспериментальными данными, полученными при тушении терриконов в данном производственном объединении. При отсутствии экспериментальных данных объем стока принимается не менее 50% от расхода воды, подаваемой на тушение породы..

3. СОСТАВ КИСЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ И УГОЛЬНЫХ СКЛАДАХ

3.I. Образующиеся на породных отвалах или угольных складах стоки имеют кислую реакцию, если содержание пирита в породе (угле) достигает I% и выше (или соответственно при содержании серы $\geq$ 0,5%). Наличие сернистых пород и углей характерно для угольных месторождений Кизела, Донбасса, Подмосковья и Грузии.

3.2. Концентрация загрязняющих компонентов в сточной воде обусловлена процентным содержанием пирита в угольно-породных зернах, крупностью этих зерен, геометрией склада (террикона), количеством выпадающих осадков и другими факторами.

Основными загрязняющими компонентами кислых сточных вод этой категории являются растворенные сульфатные соли железа и алюминия $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, $Al_2(SO_4)_3$. В зависимости от условий формирования концентрация ионов железа в этих стоках по отдельным объектам может колебаться от нескольких миллиграммов до нескольких граммов в одном литре. При этом концентрация ионов алюминия в I0-20 раз ниже концентрации ионов железа общего. Наряду с основными загрязняющими компонентами в стоках содержатся микроэлементы в виде солей хрома, цинка, меди, бериллия и других металлов.

3.3. Оценка химического состава кислых стоков производится в соответствии с методиками, изложенными в "Руководстве по анализу шахтных вод" /6/. При этом в качестве основных загрязняющих компонентов принимаются катионы Fe^{3+}, Fe^{2+}, Al^{3+} и взвешенные вещества. Отбор проб осуществляется от породных отвалов или угольных складов, аналогичных по своим параметрам проектируемым загрязняющим объектам. Оценка качественного состава стоков на объектах-аналогах осуществляется не менее трех раз в течение одного сезона, причем должны быть охвачены все сезоны года. На основании полученных данных рассчитывается средний состав сточных вод.

3.4. При отсутствии экспериментальных данных концентрация ионов общего железа может быть ориентировочно рассчитана исхо-

дя из содержания пирита в складируемых зернах (кусках), поверхности этих зерен породы (угля) и объема профильтровавшейся воды.

Расчет ведется по схеме:

а) из общего объема стока (см. п.2.2) рассчитывается количество стока с площади I м^2 за I час, q , л/м^2.ч;

б) определяется количество железа общего $Fe_{общ.}$, которое выщелачивается с I м^2 поверхности пирита, содержащегося в породе (угле), за I час контакта с дождевой водой:

$$Fe_{общ.} = -0{,}032 + 0{,}6q \text{ , г/м}^2\text{.ч} \qquad (3.I)$$

в) определяется поверхность зерен породы (угля) $S_{общ.}$ в "столбе" сечением I м^2 и высотой H≤I0 м (независимо от высоты терриконе или склада):

$$S_{общ.} = \frac{7{,}3}{\delta_т \cdot Д} \cdot I0^{-4} \cdot V \cdot \delta_н \text{ , м}^2, \qquad (3.2)$$

где V – объём "столба" породы (угля), м^3;

$Д$ – средний диаметр зерен, см;

$\delta_т$ – плотность породы (угля), г/см^3;

$\delta_н$ – насыпной вес породы (угля), г/см^3;

7,3 – коэффициент, учитывающий форму зерен (условно наличие зерен кубической и шарообразной формы в соотношении I:I);

г) определяется поверхность пирита (S пирита) в соответствии с его содержанием в данных зернах и соотношением плотностей породы и пирита. Ориентировочно можно принять, что S пирита в два раза выше плотности породы, тогда

$$S_{пирита} = \frac{S_{общ.} \cdot д_{пирита}}{200}, \text{ м}^2, \qquad (3.3)$$

где $д_{пирита}$* – содержание пирита в зернах породы (угля),%;

---

*Если содержание серы в породе (угле) обозначить $д_{серы}$, %, то $д_{пирита}$ будет равно I,88 $д_{серы}$, %.

д) определяется концентрация железа в одном литре стока:

$$F_e = \frac{F_{e\,общ.}\ S_{пирита}}{q}, \text{ г/л}. \qquad (3.4)$$

4. ОТВЕДЕНИЕ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИСЛЫХ СТОКОВ

4.I. Вокруг породного отвала (угольного склада) предусматривается водосборная канава, из которой весь объём кислого стока поступает в накопитель. Канава от остальной территории промышленной площадки обвалована с целью исключить попадание в неё поверхностного стока с других объектов.

4.2. Собранная в накопителе кислая вода представляет собой раствор железо-алюминиевого коагулянта, который может быть использован на групповых очистных сооружениях для интенсификации процессов осветления и фильтрации воды. Оптимальный расход такого коагулянта должен устанавливаться экспериментальным путем. При добавлении коагулянта снижается pH воды. Поэтому расход коагулянта ограничивается минимально возможной величиной pH очищаемой воды, равной 6,5. Если очищаемая вода до смешения с коагулянтом имеет pH близкое к минимальному значению, использование коагулянта влечет за собой необходимость нейтрализации всего объема этой воды и без соответствующих исследований не может быть рекомендовано к применению.

При очистке сточных вод с pH > 7 на групповых очистных сооружениях расход коагулянта может быть принят из расчета концентрации ионов железа в смеси нейтральной воды с кислой (коагулянтом), которая должна превышать 20 мг/л.

Исходя из этого, максимальный расход кислой воды, применяемой в виде коагулянта, рассчитывается в зависимости от кон-

центрации в ней ионов железа:

$$V = \frac{2}{Fe}, \qquad (4.I)$$

где V - объём кислой воды, поступающей на смешение с очищаемой сточной водой объёмом (100 - V), %;

Fe - концентрация ионов железа в кислой воде, г/л, определяемая экспериментально или по формуле (3.4).

Если объём собираемого в накопителе кислого стока превышает максимально допустимый расход его в качестве коагулянта на групповых очистных сооружениях, то необходимо рассмотреть экономическую целесообразность его использования на других очистных сооружениях данного региона. Последнее может решаться с учетом следующих факторов:

- максимально допустимый расход кислой воды, как коагулянта, на каждом очистном сооружении;

- увеличение концентрации катионов железа и алюминия в кислой воде путем естественного её испарения и уменьшения тем самым расходов на транспортировку коагулянта на другие очистные сооружения;

- увеличение концентрации катионов железа и алюминия в кислой воде путем многократной фильтрации её через породный отвал (угольный склад) или путем других методов концентрирования.

4.3. Подача на очистные сооружения кислого стока в объеме, превышающем максимально допустимый расход, установленный по формуле (4.I), обусловливает кислотность всего объема очищаемых сточных вод и необходимость подвергать их нейтрализации и последующей очистке по технологии, разработанной для кислых стоков.

Концентрация загрязняющих компонентов в смеси кислой и нейтральной воды определяется экспериментально путем химического анализа пробы этой смеси. При отсутствии экспериментальных данных концентрация загрязняющего компонента в общем стоке β определяется расчетным путем:

$$\beta_{\text{общ. смеси}} = \frac{\gamma_к \beta_к + \gamma_н \beta_н}{\gamma_к + \gamma_н}, \text{ мг/л}, \qquad (4.2)$$

где $\beta_к, \beta_н$ – концентрация загрязняющего компонента соответственно в кислой и нейтральной воде, мг/л;

$\gamma_к, \gamma_н$ – объём кислого и нейтрального потока в смеси стока, $м^3/ч$.

По формуле (4.2) можно рассчитать концентрацию любого загрязняющего компонента в смеси воды, в том числе количество взвешенных веществ, содержащихся в смеси до её нейтрализации. Концентрацию основных загрязняющих катионов, поступающих только за счёт объема кислого стока (катионы железа, алюминия), можно определить по формуле (4.2) или по номограмме, представленной на рис. 4.I.

4.4. Кислые сточные воды, которые не могут найти применения в виде жидкого коагулянта, из накопителя подаются на локальные очистные сооружения для соответствующей очистки от загрязняющих компонентов.

4.5. Технология очистки воды включает два последовательных этапа:

I – перевод в твердую фазу растворенных солей железа и других металлов, обусловливающих низкий pH воды;

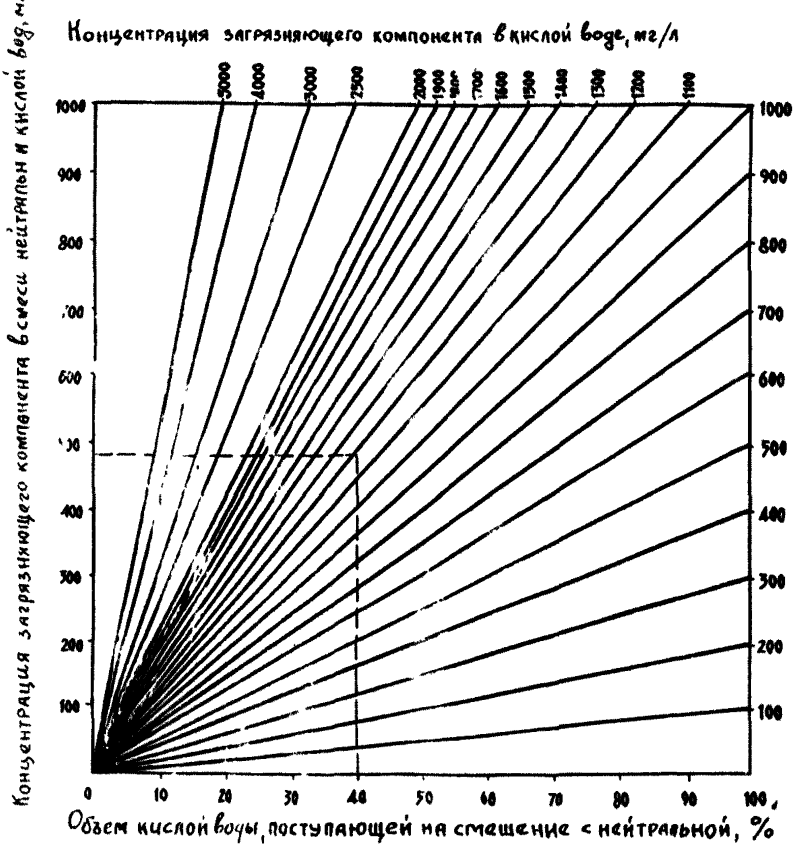
II – удаление из воды твердой взвеси.

При нецелесообразности получения сырья для производства коагулянта второй этап в технологии очистки может быть исключен. В этом случае технология заканчивается смесителями с использованием однорежимной нейтрализации, и расчет по сбросу нейтрализованной воды ведется по оценке ПДК в водоёме на взвешенные вещества и концентрацию Се SO_4.

4.6. Перевод растворенных солей железа и других металлов в твердую фазу осуществляется путем повышения величины pH. Сточные воды, загрязненные солями трехвалентного железа и алюминия, достаточно нейтрализовать до pH = 6,5.

Поверхностный кислый сток, наряду с указанными солями, загрязнен солями двухвалентного железа. В связи с этим ней-

Зависимость концентрации загрязнения стоков от объема и состава поступающей на смешение кислой воды



Пример. При смешении кислой воды-объём 40% с концентрацией загрязняющего компонента 1200 мг/л (ионы железа, алюминия и др.) и нейтральной воды объёмом 60% в смеси этих вод концентрация загрязняющего компонента составит 480 мг/л.

Рис. 4.I

трализация стока должна проводиться до pH = 8,5. Такая величина pH является оптимальной: сточная вода полностью очищается от растворенных солей железа, алюминия и сопутствующих микроэлементов тяжелых металлов. Повышение pH до оптимальной величины может быть получено путем применения щелочных реагентов, из которых наиболее дешевым является известь. Необходимый для нейтрализации воды расход извести определяется в зависимости от загрязняющих компонентов по данным приложения 4.

В воде, нейтрализованной известью, концентрация солей калия, натрия и магния не изменяется. Однако концентрация ионов кальция, обусловленная растворимостью сульфата кальция, может несколько повыситься в воде после нейтрализации. Метод расчета кальция в нейтрализованной известью воде изложен в п. 4.7.

4.7. При нейтрализации кислой воды известью образуется сульфат кальция, который характеризуется малой растворимостью, и часть его (избыточная) кристаллизуется в виде гипса. Образованию определенной части гипса предшествует предкристаллическое состояние вещества в виде полуводного гипса, растворимость которого значительно выше растворимости сульфата кальция*.

Период предкристаллического состояния и содержание ионов кальция в воде зависит от суммарной концентрации сульфата кальция в данной системе (пульпе). Для кислых вод с содержанием общего железа до 1000 мг/л и ионов алюминия до 200 мг/л, характерных для подавляющего большинства стоков, суммарная концентрация сульфата кальция в нейтрализованной воде не превышает 5400 мг/л.

При таком содержании сульфата кальция в системе концентрация ионов кальция в воде не изменяется минимум в течение пяти суток (период индукции) с момента завершения реакции нейтрализации.

Ожидаемая концентрация ионов кальция или сульфата кальция в воде для этого периода определяется в зависимости от суммарного содержания сульфатов кальция в данной системе по графику

---

*Некоторое количество гипса образуется в период реакции нейтрализации, минуя предкристаллическое состояние.

рис. 4.2 или рассчитывается по формулам

$$C_{Ca^{+2}} = 373{,}3 + 0{,}139 \cdot C_{\Sigma Ca\,SO_4}, \qquad (4.3)$$

$$C_{Ca\,SO_4} = 3{,}4\,C_{Ca^{+2}}, \qquad (4.4)$$

где $C_{Ca^{+2}}$ и $C_{Ca\,SO_4}$ - соответственно концентрация ионов кальция и сульфата кальция в данной системе (пульпе), мг/л;

$C_{\Sigma Ca\,SO_4}$ - суммарное содержание $Ca\,SO_4$ в данной системе (пульпе), мг/л.

Зависимость концентрации Ca^{++} и $Ca\,SO_4$ от суммарного содержания $Ca\,SO_4$ в пульпе в течение первых 5 суток после нейтрализации воды известью

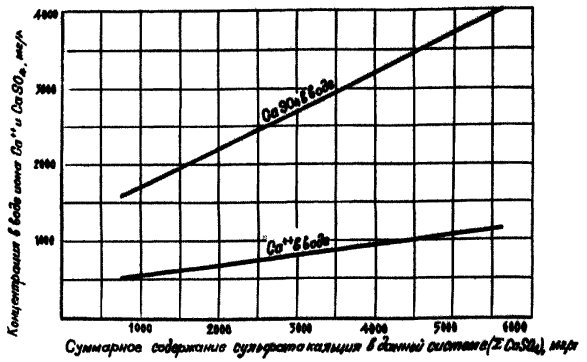


Рис. 4.2

Пятисуточный период индукции соответствует наиболее загрязненной воде, которая до нейтрализации содержала общего железа $Fe_{общ.} > 850$-900 мг/л. По мере снижения степени загрязнения воды период индукции возрастает и может достигнуть

Изменение концентрации Ca^{++} в зависимости от времени

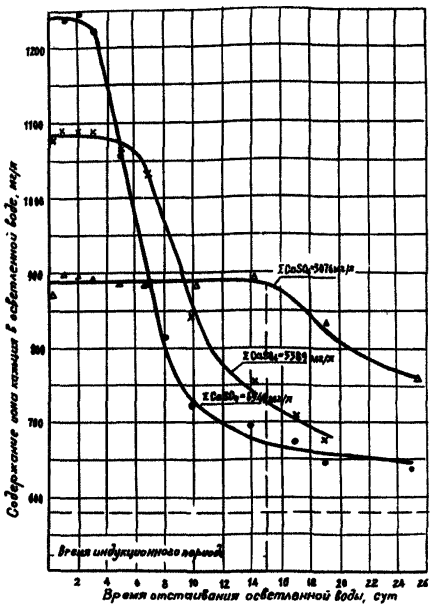


Рис. 4.3.

10-30 суток (рис. 4.3) при отсутствии резких колебаний температуры.

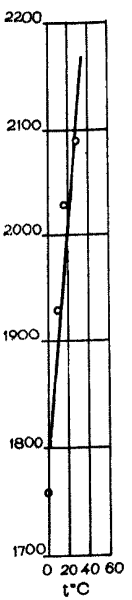
По истечении периода индукции процесс кристаллизации гипса возобновляется, что обусловливает соответствующее снижение концентрации $CaSO_4$. Минимальная концентрация $CaSO_4$ соответствует растворимости этой соли и для воды с температурой менее 30°С определяется по графику рис. 4.4 или по формуле

$$C_{CaSO_4} = 1792 + 11t, \qquad (4.5)$$

где $C_{Ca\,SO_4}$ - растворимость $Ca\,SO_4$ в 1000 г воды, мг;
t - температура воды, ^0C.

Если нейтрализованная вода находится на очистной станции не более пяти суток, то концентрация в ней иона кальция определяется по формуле (4.3) или рис. 4.2 в зависимости от суммарного содержания сульфата кальция в данной системе. Величине $\Sigma Ca\,SO_4$ обусловливается химическим составом кислой воды, то есть концентрацией ионов Ca^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Al^{+3}, и определяется по номограмме, представленной на рис. 4.5.

Растворимость $Ca\,SO_4$ в 1000 г воды, мг



$C_{Ca\,SO_4} = 1792 + 11t°$

Рис. 4.4

Пример. Определить $C_{Ca\,SO_4}$ в нейтрализованной воде, если до нейтрализации в ней содержалось Ca^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Al^{+3} соответственно 200 мг/л, 300 мг/л, 350 мг/л и 100 мг/л. По номограмме рис. 4.5 для такого состава кислой воды в результате её нейтрализации $\Sigma Ca\,SO_4$ составит 3450 мг/л. Далее по рис. 4.2 определяем, что при $\Sigma Ca\,SO_4$=3450 мг/л $C_{Ca\,SO_4}$ в воде составит 2900 мг/л.

4.8. Для предотвращения возможности кристаллизации гипса в водоёме необходимо, чтобы после сброса очищенных вод концентрация сульфата кальция в воде водоёма не превышала величину концентрации $Ca\,SO_4$, вычисленную по формуле (4.5).

Условия спуска сточной воды в водоём по минеральному составу с обеспечением концентрации менее $C_{Ca\,SO_4}$ определяются на основании проведенных в соответствии с п.4.7 расчетов по содержанию сульфата кальция в очищенной воде и данных химического состава воды в водоеме.

Номограмма для определения суммарного содержания сульфата кальция в данной системе и гипса в твердой фазе

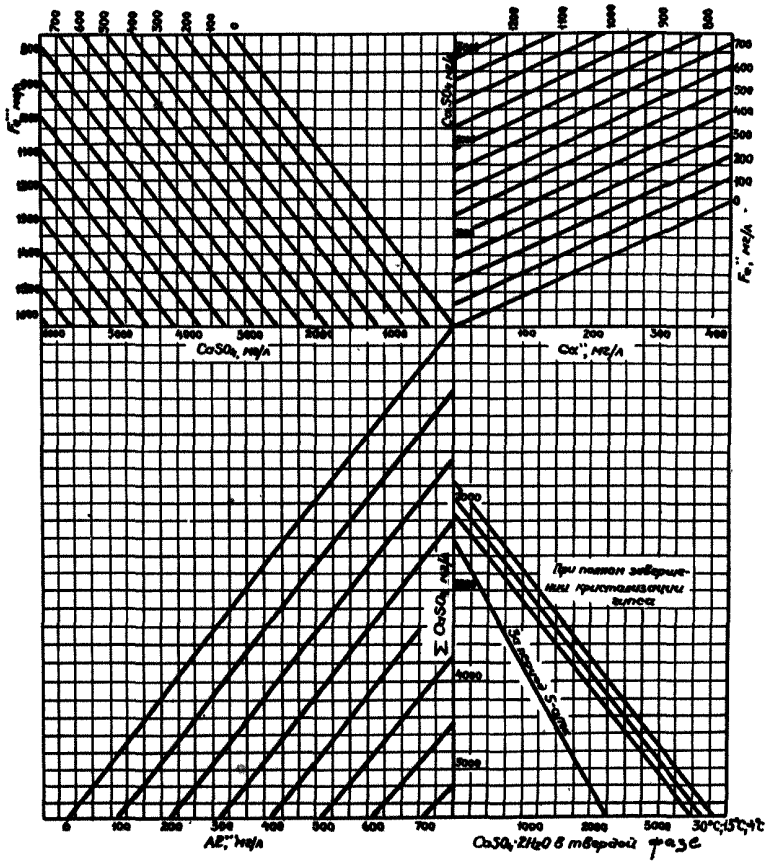


Рис. 4.5

4.9. Общее содержание минеральных примесей в нейтрализованной известью воде представляет собой сумму рассчитанной в соответствии с п. 4.7 концентрации сульфата кальция и концентрации солей натрия и калия, содержащихся в исходной воде.

Определение условий сброса воды в водоём по её минеральному показателю производится в соответствии с требованиями, указанными в п. I.6.

4.I0. Твердая фаза в нейтрализованной воде слагается из следующих веществ:

- угольно-породная взвесь;
- инертная часть извести, которая не вступила в реакцию с загрязняющими солями;
- осадок, который образуется при нейтрализации воды в результате перехода растворенных солей в твердую фазу и характеризуется аморфной и кристаллической структурой.

Твердая взвесь до нейтрализации воды представлена в основном угольно-породными зернами, вместе с тем в ней может содержаться определенное количество коллоидной гидроокиси металлов.

Качественно-количественная оценка этой взвеси производится на основании данных химического анализа стоков аналога-загрязнителя.

Ориентировочно можно принять, что общее содержание твердой взвеси в воде до нейтрализации составляет в среднем 0,5 г/л.

Количество инертных частиц извести, содержащихся в нейтрализованной воде, представляет собой разность между общим расходом извести и содержанием в ней активной части окиси кальция и зависит от химического состава воды и активности применяемого реагента.

Пример. При нейтрализации I $м^3$ кислой воды в соответствии с её загрязненностью и по данным приложения 4 требуется расходовать 0,5 кг извести с активностью I00%. Определить количество инертных частиц извести в нейтрализованной воде, если для нейтрализации будет применена известь с активностью 70%.

Решение: количество инертных частиц извести в нейтрализованной воде составит 30% от общего расхода извести, или

$$\frac{0{,}5 \text{ кг/м}^3 \times 30\%}{70\%} = 0{,}214 \text{ кг/м}^3.$$

Осадок кристаллической структуры образуется (при нейтрализации воды известью) в виде гипса. Количество гипса определяется в зависимости от концентраций в исходной воде ионов кальция, железа закисного, железа окисного и алюминия по номограмме рис. 4.5.

Осадок аморфной структуры образуется при нейтрализации воды в виде гидроокисей железа и алюминия $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$. Учитывая, что последняя в слабощелочной среде растворяется, при ориентировочном расчете состава осадка ею можно пренебречь. Одновременно допускается, что $Fe(OH)_2$ полностью окисляется до $Fe(OH)_3$. Отсюда ориентировочное определение осадка аморфной структуры сводится к определению только количестве гидроокиси железа $Fe(OH)_3$ в зависимости от концентрации в кислой воде ионов Fe^{+2} и Fe^{+3} по номограмме рис. 4.6.

4.11. Очистка нейтрализованной воды от твердой фазы осуществляется путем последовательного проведения следующих процессов: осветление воды, уплотнение и обезвоживание осадка.

4.12. Принципиальная схема цепи аппаратов очистки кислых сточных вод представлена на рис. 4.7.

Метод и режим нейтрализации, а также параметры процессов осветления воды, уплотнения и обезвоживания осадка принимаются в соответствии с результатами исследований, проведенных на сточной воде аналоге-загрязнителя.

К особенностям рекомендуемой технологической схемы очистки относятся: применение двухрежимной нейтрализации кислой воды, обеспечивающей интенсификацию и совмещение процессов осветления воды и уплотнения осадка; использование механического методе обезвоживания.

Нейтрализация воды осуществляется путем дозирования в неё щелочного реагента в виде сухого сыпучего материала, суспензии (в случае применения извести - известкового молока) или водного раствора. На нейтрализацию из накопителя вытекает два равных по объёму потока, которые поступают в два параллельно

Номограмма для определения количества осадка $Fe(OH)_3$, образующегося при нейтрализации шахтной воды

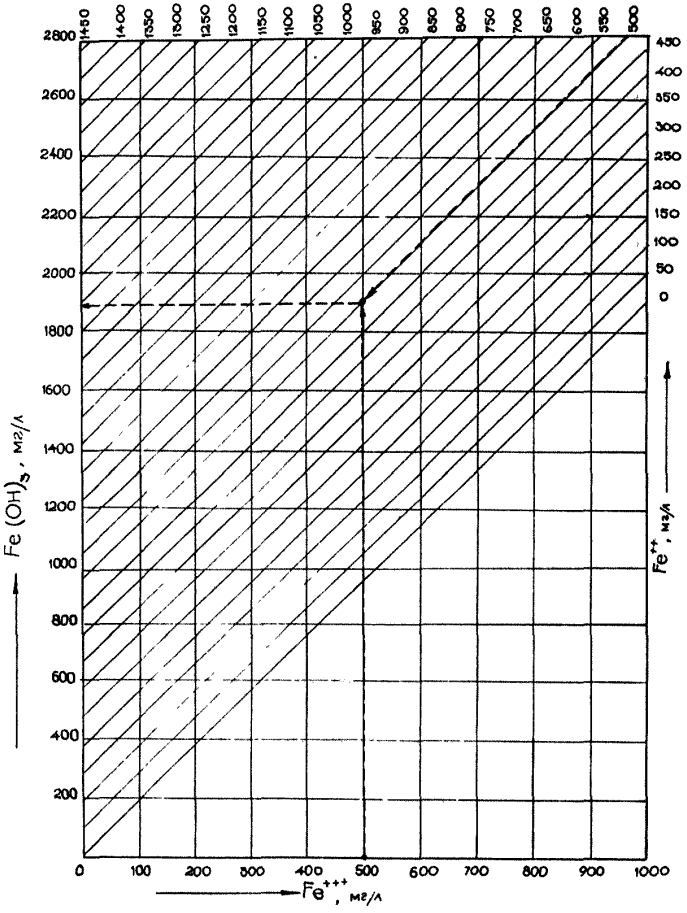


Рис. 4.6

Принципиальная схема цепи аппаратов очистки кислых сточных вод

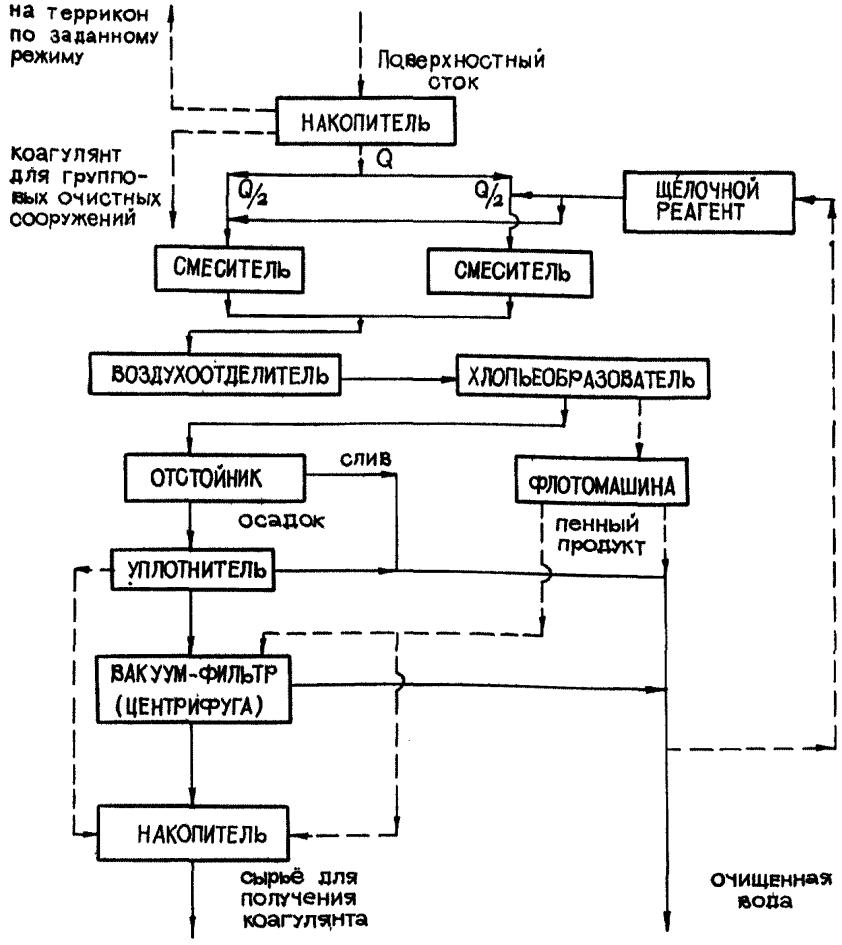


Рис. 4.7.

работающих смесителя. Автоматическое дозирование щелочного реагента производится с таким расчетом, чтобы после одного смесителя величина pH воды поддерживалась в пределах 3,8÷6,0, после другого - 9,5÷12. Продолжительность перемешивания реагента со сточной водой в смесителе составляет 3 мин., если реагент подается в виде порошка или суспензии, и 0,5 мин., если реагент подается в виде водного раствора.

После смесителя оба потока объединяются в трубопроводе и далее поступают в воздухоотделитель, затем в хлопьеобразователь, время пребывания в которых соответственно равно 0,5 и 3 мин. Автоматическая корректировка величины pH после каждого смесителя осуществляется с таким расчетом, чтобы перед процессом осветления воды величина pH поддерживалась на заданном уровне в соответствии с п. 4.6.

Если нейтрализация осуществляется известковым молоком, то концентрация в нем активной окиси кальция должна составлять 5%. Для приготовления известкового молока применяется известь, содержащая не менее 50% активной окиси кальция.

Осветление нейтрализованной воды и уплотнение осадка может осуществляться путем естественного осаждения твердой взвеси под действием силы тяжести (гравитационный метод) или путем применения флотационного метода.

При гравитационном методе осветление воды и уплотнение осадка осуществляются в типовых отстойниках и уплотнителях периодического действия. Указанные аппараты работают в последовательном режиме. Время пребывания воды в этих аппаратах и объём осадка в них зависят от состава исходной воды и определяются по кривым рис. 4.8. При экономической целесообразности можно совместить процессы осветления воды и уплотнения осадка в одном аппарате.

Для интенсификации процесса осветления воды и уплотнения осадка вместо типового оборудования рекомендуется применять отстойник с наклонными перегородками, разработанный институтом "ВНИИОСуголь". Параметры процессов на этом аппарате определяются в соответствии с исходными данными для заданного состава воды по результатам опытно-промышленных исследований.

При флотационном методе осветление воды и уплотнение осадка осуществляются на напорной флотационной установке. Ме-

Ориентировочная зависимость показателей осветления воды и уплотнения осадка от концентрации ионов железа в кислой воде

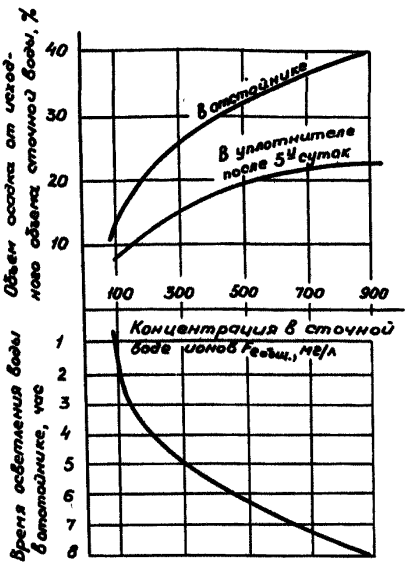


Рис. 4.8.

тод рекомендуется для воды с содержанием общего железа не выше 500 мг/л.

Вода с такой концентрацией железа после нейтрализации поступает через воздухоотделитель и хлопьеобразователь во флотационную машину, куда подается также циркуляционная вода из сатуратора в объеме I,2÷2,0 V (V - объём нейтрализованной воды, поступающей во флотационную машину, $м^3$/час). Во флотационной машине в течение I5-25 мин. осуществляется разделение твердой и жидкой фаз.

Объём уплотненного осадка (пенного продукта) во флотационной машине зависит от концентрации общего железа в исходной кислой воде и через I5-25 мин. становится равен объёму осадка,

образующемуся в течение пяти суток при гравитационном методе. Например, при концентрации ионов железа 100, 300 и 500 мг/л объём пенного продукта соответственно будет равен 8, 14 и 20% (рис. 4.8).

При указанной циркуляционной нагрузке никаких дополнительных реагентов для осветления воды и уплотнения осадка не требуется.

Обезвоживание осадка механическим способом рекомендуется осуществлять на вакуум-фильтрах или центрифугах периодического действия. На механическое обезвоживание осадок направляется после уплотнения (гравитационным или флотационным методом).

В проектных проработках данной стадии технологии очистки необходимо установить экономическую целесообразность:

- транспортировки уплотненного осадка в качестве сырья для изготовления коагулянта на очистных сооружениях, для которых транспортировка коагулянта в виде раствора экономически невыгодна (при положительном решении необходимость механического обезвоживания исключается);

- применения накопителей для хранения уплотненного осадка в течение одной зимы с целью механического обезвоживания после размораживания; при этом учесть, что при механическом обезвоживании размороженного осадка производительность аппаратов возрастает в несколько раз;

- применения накопителей для уплотненного осадка с целью обезвоживания путем естественного испарения влаги в регионах с жарким климатом.

При обезвоживании осадка в соответствии с технологической схемой рис. 4.7 влажность его после вакуум-фильтра составляет 85%, после центрифуги - 70%. Удельная производительность вакуум-фильтра для заданного состава воды ориентировочно может быть определена по данным рис. 4.9. Указанная на этом рисунке производительность достигается при обезвоживании осадка после 5-суточного его уплотнения гравитационным методом или после отделения во флотационной машине пенного продукта.

Осадок после механического обезвоживания с указанной влажностью пригоден для транспортировки любым видом транспорта и является сырьём для получения коагулянта.

Ориентировочная зависимость показателей обезвоживания осадка на вакуум-фильтре

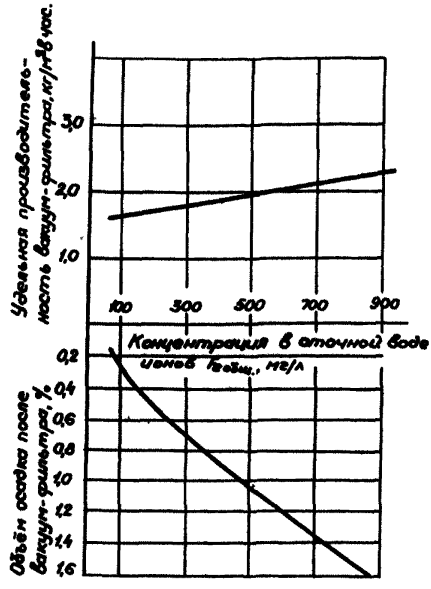


Рис. 4.9.

4.I3. Кислые воды, как правило, имеют коли-титр выше III. Если коли-титр ниже III, воду, очищенную по предложенной в п. 4.I2 технологии, необходимо подвергать обеззараживанию в соответствии со СНиПом II-32-74 (п. 7.234).

4.I4. Технологическая схема, изложенная в пп. 4.5-4.I2 данных "Временных рекомендаций", обеспечивает очистку кислой воды от растворимых примесей и твердой взвеси (осадка). Содержание последней в очищенной воде не превышает I0-25 мг/л.

Очищенная по данной технологии вода может быть использована для технических нужд шахты и обогатительной фабрики или сброшена в водоём в соответствии с "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" /4/ и по согласованию с органами санитарного надзора и рыбоохраны.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Перечень законодательных и нормативных документов, регламентирующих условия выпуска поверхностного стока с территории промышленных предприятий в водные объекты

I. Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик /4/. Утверждены Верховным Советом СССР I0 декабря I970 г.

2. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами /4/. Утверждены Минводхозом СССР, Минздравом СССР и Минрыбхозом СССР I6 мая I974 г., № II66.

3. Инструкция о порядке согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование. Утверждена Минводхозом СССР 5 июня I978 г., согласована с Госстроем СССР 5 июня I978 г.

4. Методические указания по применению правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Утверждены Минздравом СССР I0 июля I980 г., № 2I83-80 и Минводхозом СССР 25 июня I982 г., № I3-2-05/625.

5. ГОСТ I7.I2.04-77 "Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов".

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Слой осадков за теплый и холодный периоды года

Бассейн	h_q, мм	h_m, мм
Подмосковный	442	I36
Кузнецкий	360	I30
Печорский	232	3I4
Кизеловский	607	373
Челябинский*	224	I78
Приморский	643	89
Донецкий	332	I6I
Карагандинский	I37	II6
Месторождения Средней Азии	485	I67

* Вместе с месторождениями Свердловской области.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Методика определения необходимой степени очистки поверхностного стока с территории промпредприятий от взвешенных веществ перед выпуском в водный объект

С помощью расчетов можно определить необходимую степень очистки стока от взвешенных веществ для предотвращения нарушения нормативного содержания кислорода в воде водного объекта в пределах городской черты или на участке поступления стока выше створа водопользования после дождя за счет поглощения кислорода органическими веществами донных отложений, сформированных в результате поступления поверхностного стока.

Расчет выполняется в следующем порядке.

I. Определяется удельное количество взвешенных веществ m_q (кг), допустимое к выпуску в водный объект за дождь на рассматриваемом участке водотока с I га застроенной территории:

$$m_q = \frac{0{,}864 \cdot 10^5 \cdot Q \left[C_p + D_o \cdot (1 - 10^{-K_p t_p}) - C_н - \gamma_в\right]}{A \cdot F}, \quad (I)$$

где Q – наименьший среднемесячный расход воды года 95%-й обеспеченности, а при зарегулированном стоке – установленный гарантированный расход ниже плотины (санитарный пропуск), $м^3/с$;

C_p – средняя концентрация кислорода в водотоке за теплый период года, $гО_2/м^3$;

D_o – средний начальный дефицит кислорода в воде, $гО_2/м^3$;

$$D_o = P - C_p, \quad (2)$$

где P – растворимость кислорода в воде при средней месячной температуре за наиболее теплый месяц года, $гО_2/м^3$;

K_p - коэффициент реаэрации, сут$^{-1}$;

$$K_p = 10{,}8\,(1 + \sqrt{\frac{V_p}{g \cdot H_p}})\cdot\sqrt{\frac{i \cdot g}{H_p}}, \qquad (3)$$

где V_p и H_p - среднее значение скорости течения, м/с, и средние глубины водотока на рассматриваемом участке при расчетном расходе Q , м;

i - уклон дна водотока;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2;

t_p - время протекания воды в водотоке от верхней до нижней границы рассматриваемого участка, сут.;

$$t_p = 1{,}16 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\mathcal{L}_p}{V_p}, \qquad (4)$$

где $\mathcal{L}_p$ - расстояние от верхней до нижней границы участка водотока, м;

$C_н$ - нормативное содержание кислорода в воде, гO_2/м^3 (принимается в соответствии с "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами");

$\mathcal{L}_в$ - БПК воды водотока выше поступления стока, гO_2/м^3;

A - средняя удельная скорость потребления кислорода донными отложениями, сформированными в результате осаждения взвешенных веществ поверхностного стока, гO_2/кг в сут., определяется на основе натурных исследований; при отсутствии конкретных данных ориентировочно может приниматься в пределах 25-30 гO_2/кг в сут.;

F - общая площадь застроенной территории, сток с которой поступает на рассматриваемом участке водотока, га.

2. Определяется количество взвешенных веществ M_0 (кг), выносимых за расчетный дождь с территории объекта и способных к осаждению на рассматриваемом участке водотока:

$$M_0 = 0{,}1 \cdot h_{сл} \cdot F_i \cdot \Psi_g \cdot C_o \cdot a, \qquad (5)$$

где $h_{см}$ – среднесуточный максимум атмосферных осадков, мм (средняя по многолетним данным величина из суточных максимумов осадков в каждом году, принимается по /2/);

F_i – площадь водосборного бассейна предприятия, га;

Ψ_g – общий коэффициент стока дождевых вод;

C_0 – средняя за дождь концентрация взвешенных веществ в стоке, кг/м^3. При отсутствии данных по конкретному объекту C_0 может приниматься в пределах 0,5–1,2 кг/м^3;

a – процентное содержание взвешенных веществ, способных к осаждению на данном участке водотока.

Для определения величины "а" вначале, исходя из значений V_p и отношения $\frac{H_i}{\ell_i}$ (ℓ_i и H_i – расстояние от ливневыпуска предприятия до нижней границы рассматриваемого участка водотока и его средняя глубина на этом отрезке, м), по табл. I устанавливают предельную величину гидравлической крупности частиц U_o, способных осесть в пределах рассматриваемого участка водотока.

Таблица I

Гидравлическая крупность взвесей, способных к осаждению в пределах расчетных участков водотоков (U_o), в зависимости от их гидравлической характеристики (V_p, H_i/ℓ_i)

Значения U_o (мм/с) в зависимости от V_p и H_i/ℓ_i									
$\frac{H_i}{\ell_i}\cdot 10^3$	V_p (м/с)								
	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
0,1	0,004	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
0,2	0,1	0,02	0,04	0,06	0,09	0,1	0,12	0,16	0,2
0,3	0,010	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,24	0,3
0,4	0,016	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,32	0,4
0,5	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5

Окончание таблицы I

$\frac{H_i}{\lambda_i} \cdot 10^3$	Значения U_o (мм/с) в зависимости от V_p и H_i/λ_i								
	V_p (м/с)								
	0,02	0,05	0,I	0,I5	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
0,6	0,02	0,07	0,I2	0,I8	0,24	0,3	0,36	0,48	0,6
0,7	0,028	0,08	0,I4	0,2I	0,28	0,35	0,42	0,56	0,7
0,8	0,032	0,09	0,I7	0,24	0,32	0,4	0,48	0,64	0,8
0,9	0,036	0,I	0,I8	0,27	0,36	0,45	0,54	0,72	0,9
I,0	0,04	0,I	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	I,0
I,I	0,044	0,II	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,88	I,I
I,2	0,048	0,I2	0,24	0,36	0,48	0,6	0,72	0,96	I,2
I,3	0,052	0,I3	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	I,04	I,3
I,4	0,056	0,I4	0,28	0,42	0,56	0,7	0,84	I,I2	I,4
I,5	0,06	0,I5	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	I,2	I,5
I,6	0,064	0,I6	0,32	0,48	0,64	0,8	0,96	I,28	I,6
I,7	0,068	0,I7	0,34	0,5I	0,68	0,85	I,02	I,36	I,7
I,8	0,072	0,I8	0,36	0,54	0,72	0,9	I,08	I,44	I,8
I,9	0,076	0,I9	0,38	0,57	0,76	0,95	I,I4	I,52	I,9
2,0	0,08	0,2	0,4	0,6	0,8	I,0	I,2	I,6	2,0

При наличии данных о распределении частиц взвесей поверхностного стока по гидравлической крупности величину "а" определяют непосредственно по этим данным, а в случае отсутствия таковых для конкретных объектов принимают по обобщенным данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Распределение взвешенных веществ в поверхностном стоке по гидравлической крупности

Гидравлическая крупность	Ориентировочное содержание взвесей, %
I мм/с и более	I8
0,5 -"-	20
0,4 -"-	22
0,3 -"-	25
0,2 -"-	30
0,I -"-	45
0,05 -"-	60
0,025 -"-	80
0,0I25 -"-	90

3. Определяется необходимая степень извлечения взвешенных веществ из стока N перед выпуском в водоток:

$$N = \frac{a \cdot (M_o - m_g \cdot F_i)}{M_o}, \quad , \% \qquad (6)$$

4. Определяется допустимая концентрация взвешенных веществ в стоке C_g, отводимом в водный объект после очистки:

$$C_g = C_o \cdot (I - \frac{N}{n}), \text{ кг/м}^3, \qquad (7)$$

где n - доля поверхностного стока (%), подвергаемого очистке.

5. Пример. Определить условия выпуска поверхностного стока в водоток в пределах городской черты с территории промышленного предприятия при следующих исходных данных:

l_p = 8000 м; l_i = 4000 м; Q = 5 $м^3/с$; V_p = 0,I м/с;

H_p и H_i = 2 м; C_p = 8 $мгО_2/л$; P = II $мгО_2/л$; K_p = 0,2 $сут^{-I}$;

$C_н$ = 4 $мгО_2/л$; $l_з$ = 3 $мгО_2/л$; F = 5000 га; F_i = I00 га;

$\varphi_з$ = 0,4; $h_{сл}$ = 30 мм; C_0 = 0,8 г/л;

I) чтобы рассчитать по зависимости (I) значение mg, определяем недостающие данные.

По зависимости (2) определяем средний дефицит кислорода:

$$Д_0 = II - 8 = 3\ мгО_2/л$$

По зависимости (4) определяем время добегания от верхней до нижней границы рассматриваемого участка водотока:

$$t_p = I,I6 \cdot I0^{-5} \cdot \frac{8000}{0,I} = 0,92\ сут.$$

Величину А принимаем равной 27,5 $гО_2/кг$ в сутки. Тогда

$$m_g = \frac{0,864 \cdot I0^5 \cdot 5\left[8 + 3(I - I0^{-0,2 \cdot 0,92}) - 4 - 3\right]}{27,5 \cdot 5000} = 5,4I\ кг/га;$$

2) по табл. I определяем предельную гидравлическую крупность U_0 взвесей, способных осесть на участке водотока в пределах городской черты.

Для V_p = 0,I м/с и $\frac{H_i}{l_i} = 0,0005$ U_0 = 0,I мм/с;

3) по табл. 2 определяем процентное содержание таких взвесей (показатель "а"). Значению $U_0 \geq 0,I$ мм/с соответствует показатель "а" = 45%;

4) по зависимости (5) определяем M_0 - количество взвесей в поверхностном стоке предприятия, выносимых за расчетный дождь и способных к осаждению в пределах рассматриваемого участка водотока:

$$M_0 = 0,I \cdot 30 \cdot I00 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 45 = 4320\ кг;$$

5) с помощью зависимостей (6) и (7) определяем N - необходимую степень извлечения взвешенных веществ из стока перед выпуском в водоток и C_q - допустимую концентрацию взвесей в очищенном стоке (при n = 70%):

$$N = \frac{45(4320 - 5{,}41 \cdot 100)}{4320} = 39{,}4\% ;$$

$$C_q = 0{,}8 \left(1 - \frac{39{,}4}{70}\right) = 0{,}35 \text{ г/л}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Количество извести, необходимое для нейтрализации воды

Расчет количества извести, необходимой для нейтрализации кислой воды, производится в соответствии с химическим составом этой воды (см. табл.).

Расход извести и известкового молока в таблице рассчитан на 100-процентную активность реагента. При применении извести с меньшей активностью расход будет пропорционально увеличен.

Расход извести для удаления из кислой воды ионов Fe^{+2} указан для сточных вод с pH > 6,5. Для такой воды учитывается также дополнительный расход извести P_{CaO}, необходимый для удаления свободной углекислоты:

$$P_{CaO} = \frac{28K_{CO_2}}{44}, \text{ г/м}^3,$$

где K_{CO_2} - содержание в воде свободной углекислоты, г/м^3.

Таблица

Расход извести на удаление из воды 1 г/м^3 загрязняющего компонента

Загрязняющий компонент	Расход*			
	CaO, г/м^3	$Ca(OH)_2$, г/м^3	10% раствор $Ca(OH)_2$	
			кг/м^3	л/м^3
Fe^{+3}	1,807	2,387	0,0239	0,0225
Fe^{+2}	1,205	1,590	0,0159	0,0150
Al^{+3}	3,743	4,942	0,0494	0,0466

*В указанном расходе доза активной извести принята 120% от теоретического количества, что позволяет обеспечить осаждение сопутствующих микроэлементов и осуществить регулировку среды до заданного pH.

ЛИТЕРАТУРА

I. Технологические схемы очистки шахтных вод. - Пермь: НИИОСуголь, 1977. - 53 с. (МУП).

2. Справочник по климату СССР, ч. IУ. Влажность воздуха; атмосферные осадки и снежный покров. - М.-Л.: Гидрометеоиздат, 1964-1970 гг.

3. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территорий промышленных предприятий и расчету условий выпуска его в водные объекты. - М.: ВНИИВОДГЕО, ВНИИВО, 1983. - 46 с.

4. Охрана окружающей среды. Справочник. - Л.: Судостроение, 1978. - 560 с.

5. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации. - Л.: Стройиздат, 1978.

6. Руководство по анализу шахтных вод. Изд. 2-е. - Пермь: ВНИИОСуголь, 1980. - 283 с.

УДК 628.258:502

Временные рекомендации по предотвращению загрязнения, отведению и очистке поверхностного стока с территории предприятий угольной промышленности. - Пермь: ВНИИОС-уголь, 1985. - 78 с.

Редакторы: Н.И.Федорова, М.А.Копысов
Технический редактор В.С.Жернакова

К печати 14.01.85 Формат бумаги 60x84 1/16 . Печат. л. 4,65.
ЛБ №8313 Тираж 200 экз. Цена 78коп. Заказ 015-85

Типография ВЦ Облстатуправления

gost.e-ecolog.ru