МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Кафедра технологии производства и охраны труда

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
**по дисциплине**
# «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД»
**для студентов направления подготовки**
**Профессиональное обучение (по отраслям),**
профиль: «Безопасность технологических процессов и производств».

Луганск 2024

УДК 54/07

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
(протокол №____от___ .___. 2024г.)

Конспект лекций по дисциплине **«Техника и технология очистки промышленных сточных вод»** для студентов направления подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, профиль «Безопасность технологических процессов и производств». / Сост.: С.А. Черникова – **Стаханов:** ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2024. – 52 с.

Конспект лекций содержит 8 лекций, описание которых сопровождается теоретическими сведениями. К каждой теме приведены вопросы и задачи для самопроверки, список рекомендованной литературы.

В Приложениях приведены технологические схемы очистки промышленных сточных вод, нормативные показатели по предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ.

Предназначены для студентов инженерно-педагогических направлений образовательных организаций профессионального высшего образования и представляют интерес для учащихся колледжей и лицеев.

Предназначены для студентов профиля «Безопасность технологических процессов и производств».

Составитель: доц. Черникова С.А.

Ответственный за выпуск: доц. Черникова С.А.

Рецензент: доц. Петров А.Г.

© Черникова С.А., 2024
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..... 4

Тема 1 Классификация промышленных сточных вод. Шахтные воды. Водопритоки по шахтным горизонтам. Прогнозирование ..... 5

водопритоков. Положение с защитой гидросферы в Луганской области. ..... 5

Тема 2 Причины загрязнения подземных вод. Оптимизация и управление водопритоками. Водосборные и водоотливные сооружения ..... 10

Тема 3 Нормирование качества сбрасываемых шахтных вод. Ареалы сброса. Понятие ПДК, ПДС, ЛПВ ..... 16

Тема 4 Классификация способов, методов и сооружений для очистки шахтных вод ..... 26

Тема 6 Оборотные системы водоснабжения. Использование шахтных, карьерных, дренажных вод как источников водоснабжения. Использование осадков сточных вод и активного ила. Расчет аэротенков. ..... 40

Тема 7 Инновационные технологии очистки и вторичного использования шахтных вод. Контроль за качеством сброса сточных вод ..... 42

Тема 8 Платежи за водопотребление и водоотведение. Регулирование водопотребления ..... 48

Список использованных источников ..... 51

## Введение

Среди проблем, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, важное место занимает проблема чистой воды, состояние которой нарушают промышленные стоки топливо энергетической, химической и нефтяной промышленностей и стоки отраслей, использующих их продукцию. Изменяются физические, химические и биологические свойства природной воды.

Систематизация сведений о состоянии промышленных сточных вод, поступающих в гидросферу (объемы сбросов сточных вод и приоритетные загрязнители природных вод по отраслям экономики); о действии механизмов загрязнения (механического, физического, химического, бактериального) и главных загрязнителей (нефти и нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, металлов, биогенных элементов) позволяет определить основные подходы к оптимизации рационального водопользования.

Устойчивое развитие водных систем в условиях непрерывного сброса промышленных стоков связано с выполнением комплекса работ. Во-первых, с осуществлением экологического контроля и наблюдения за состоянием водных ресурсов. Во-вторых, с экологическим нормированием загрязнений в водоемах в зависимости от категории водопользования по величинам: ПДК химических веществ и соединений, предельно допустимые уровни физического воздействия, ПДС, временно допустимые концентрации, предельно допустимые нагрузки. В-третьих, с использованием основных методов очистки загрязненных сточных вод и с выбором оптимальной технологии очистки стоков в зависимости от состава загрязняющих веществ.

Контроль и управление качеством воды в водных объектах предусматривает решение следующих задач: определение требуемой степени очистки (обезвреживания, обеззараживания) сточных вод; определение требуемой степени разбавления сточных вод до неопасных концентраций в пунктах водопользования (при выборе места под строительство нового предприятия); прогнозирование качества воды на заданную перспективу.

Математические методы расчета позволяют оценить условия сброса сточных вод, объемы предельно допустимых сбросов, эколого-экономическую эффективность очистки сточных вод, очистительный потенциал водоема.

## Тема 1. Классификация промышленных сточных вод. Шахтные воды. Водопритоки по шахтным горизонтам. Прогнозирование водопритоков. Положение с защитой гидросферы в Луганской области.

### Классификация промышленных сточных вод

Сточные воды могут быть классифицированы по следующим признакам:

**по источнику происхождения:**

— производственные (промышленные) сточные воды (образующиеся в технологических процессах производств), отводятся через систему промышленной или общесплавной канализации

— бытовые (хозяйственно-бытовые) сточные воды (образующиеся в результате бытовой жизнедеятельности человека), отводятся через систему хозяйственно-бытовой или общесплавной канализации

— поверхностные сточные воды (делятся на дождевые и талые — образующиеся при таянии снега, льда, града), отводятся, как правило, через систему ливневой канализации. Также могут называться **«ливневые стоки»**[1]

Производственные сточные воды, в отличие от атмосферных и бытовых, не имеют постоянного состава и могут быть разделены:

**по составу загрязнителей на:**

— загрязнённые по преимуществу минеральными примесями

— загрязнённые по преимуществу органическими примесями

— загрязнённые как минеральными, так и органическими примесями

- **по концентрации загрязняющих веществ:**

— Слабо-загрязненные (с содержанием примесей 1—500 мг/л)

— Средне-загрязненные (с содержанием примесей 500—5000 мг/л)

— Сильно-загрязненные (с содержанием примесей 5000—30000 мг/л)

— Опасные (с содержанием примесей более 30000 мг/л)

по свойствам загрязнителей

**по кислотности:**

— неагрессивные (pH 6,5—8)

— слабоагрессивные (слабощелочные — pH 8—9 и слабокислые — pH 6—6,5)

— сильноагрессивные (сильнощелочные — pH>9 и сильнокислые — pH<6)

**по токсическому действию и действию загрязнителей на водные объекты**:

— содержащие вещества, влияющие на общесанитарное состояние водоёма (напр., на скорость процессов самоочищения)

— содержащие вещества, изменяющие органолептические свойства (вкус, запах и др.)

— содержащие вещества, токсичные для человека и обитающих в водоёмах животных и растений

**Шахтные воды**

Сточные воды угольной промышленности являются в настоящее время источником загрязнения водоемов. Входящие в их состав минеральные соли и соли тяжелых металлов, нерастворимые вещества минерального и органического происхождения, нефтепродукты и другие компоненты способны накапливаться в водоемах и аккумулироваться водными организмами, вызывая необратимые явления в природной среде. В составе сточных вод шахт выделяют две основных группы загрязнителей — *консервативные*, то есть такие, которые с трудом вступают в химические реакции и практически не поддаются биологическому разложению (примеры таких загрязнителей соли тяжёлых металлов, фенолы, пестициды) и *неконсервативные*, то есть такие, которые могут в том числе подвергаться процессам самоочищения водоёмов.

В состав сточных вод входят как неорганические (частицы грунта, руды и пустой породы, шлака, неорганические соли, кислоты, щёлочи); так и органические (нефтепродукты, органические кислоты), в том числе биологические объекты (грибки, бактерии, дрожжи, в том числе болезнетворные).

В зависимости от состава загрязнителей и характера воздействия их на водоемы и водные организмы предложено е. А. Веселовым (Карело-Финский гос. ун-т, 1953) разделить сточные воды на четыре группы (табл.1.1).

Таблица 1.1

| ***Груп-па*** | ***Характер загрязнений*** | ***Характер воздействия на водоемы и водные организмы*** | ***Происхождение сточных вод*** |
|---|---|---|---|
| 1 | Неорганические примеси со специфическими токсическими свойствами | Изменение органолептических и физико-химических свойств воды: засоление, снижение pH, заражение водных организмов. | Кислые и высоко минерализованные шахтные и карьерные воды. |
| 2 | Неорганические примеси без специфических токсических свойств | Изменение органолептических свойств воды | Шахтные воды, загрязненные взвешенными веществами |
| 3 | Органические примеси без специфических токсических свойств | Повышение окисляемости и ВПК, создание дефицита кислорода | Хозяйственно-фекальные воды. |
| 4 | Органические примеси со специфическими токсическими свойствами | Изменение и ухудшение качества воды, отравление водных организмов | Шахтные, карьерные и другие сточные воды, загрязненные нефтепродуктами и фенолами |

***Водопритоки по шахтным горизонтам. Прогнозирование водопритоков***

Шахтный водоотлив предназначен для сбора и выдачи на поверхность по системам горных выработок шахтной воды. Для этой цели предназначены следующие выработки и оборудование в них: водоотливные канавки, различные водоприемники;шахтный водосборник;водозаборный колодец; насосная камера; водотрубный ходок;насосы; пруды–отстойники на поверхности шахты. Схема водоотлива в шахте приведена на рис. 9.1

Притокиводы в выработки шахт и разрезов замеряются: объемным способом, водосливами, по скорости и сечению потока с помощью поплавков, по работе насосов.

Использование способов замера зависит от возможности и целесообразности их применения в конкретных условиях. При возможности применения всех способов предпочтение отдают объемному способу или с помощью замеров водослива.

*Методы замера притоков воды*

*Замер притока объемным способом*

Этот способ применяется в том случае, когда в конкретных условиях можно определить объем поступившей воды за определенный период времени. Обычно он используется при замерах притоков воды в стволы, водосборники шахт, другие выработки или емкости с известными параметрами, позволяющими рассчитать их объем.

При замере притока временно выключаются насосы, выкачивающие воду из емкостей, в которых производится замер и нуль рейки устанавливается на уровне зеркала воды. По времени, зафиксированном секундомером, и отсчету на рейке приток воды рассчитывается по формулам:

$$Q = \frac{F*h}{t} * 3600 \qquad (1)$$

где Q– приток, м$^3$/час;  F– площадь сечения, м$^2$м$^2$

T– время наблюдения, сек

h– величина подъема уровня воды за время наблюдения, м

1.2Определение притока воды в шахту по работе насосов

Для определения притока воды в горную выработку по работе насосов необходимо знать их производительность. Фактическая производительность насосов устанавливается путем замера расхода воды на изливе её на поверхность мерным сосудом, водосливом или с помощью поплавка. По фактической производительности насосов приток воды в горную выработку вычисляется по формуле

$$\frac{Q_1*t_1+Q_2+t_2+\ldots\ldots+Q_i t_i}{24} \qquad (2)$$

где Q– приток, м$^3$/час;

$Q_1 Q_2 Q_3$– фактическая производительность каждого из насосов;

$t_1 t_2 t_i$ – время работы каждого из насосов в часах за сутки.

Прогноз величины притока воды осуществляется в соответствии с существующими методическими рекомендациями, преимущественно методом гидрогеологических аналогий или аналитическим с учетом расположения источников обводнения(их ресурсов), способа разработки и управления кровлей, типа выработки и других факторов, определяющих обводненность горных выработок.

*Физико-химические показатели сточных вод промышленных предприятий*

| Показатель | Металлургический комбинат | Фабрика первичной переработки шерсти | Гидролизный завод | Угольная шахта | Красильно-отделочная фабрика |
|---|---|---|---|---|---|
| Содержание, мг/л | | | | | |
| плотного остатка | 600 | 33500 | 8600 | 1400 | 1200 |
| взвешенных веществ | 500 | 28000 | 950 | 470 | 170 |
| азота аммонийного | — | 210 | 150 | 45 | 12 |
| фосфатов | — | — | 40 | 15 | 1 |
| нефтепродуктов | 40 | — | — | — | — |
| жиров | — | 7800 | — | — | — |
| ПАВ | 2,3 | — | — | — | 100 |
| фурфурола | — | — | 50 | — | — |
| Интенсивность окраски по разбавлению, мг/л | — | — | — | — | 1:150 |
| $БПК_5$ | — | 6300 | 2400 | 360 | 200 |
| $БПК_{полн}$ | — | 17800 | 3300 | 580 | 250 |
| ХПК | 50 | 44000 | 4900 | 830 | 600 |
| pH | 8 | 9,5 | 5,5 | 7,2 | 9 |

## *Положение с защитой гидросферы в Луганской области*

Одной из функций Минприроды ЛНР является осуществление государственного управления водными ресурсами, их регулирование и распределение с целью обеспечения населения и отраслей экономики водными ресурсами в необходимом количестве и соответствующего качества в соответствии со складывающейся водохозяйственной обстановкой.

Задачей учета вод является установление сведений о количестве и качестве вод, а также данных о водопользовании, на основе которых осуществляется распределение воды между водопользователями.

В соответствии с "Инструкцией о заполнении формы № 2-ТП(Водхоз)", утверждённой приказом Минприроды ЛНР № 160 от 24.10.2016, зарегистрированной в Минюсте ЛНР 25.11.2016 за № 571/918, отделом водных ресурсов Минприроды ЛНР проводилась работа по приёму отчётности Об использовании воды по форме № 2-ТП(водхоз) за 1 квартал 2017 года.

По состоянию на 01.01.2017 на Государственном учёте водопользования состоит 111 предприятий - водопользователей, которые зарегистрированы на территории Луганской Народной Республики и осуществляют водохозяйственную деятельность, в том числе предприятий отрасли коммунального хозяйства - 26, промышленности - 57, сельского х-ва - 6, предприятий других отраслей - 22.

Разработана Программа восстановления и развития системы водоснабжения Республики. Основными мероприятиями в данной Программе являются: замена разводящих сетей; замена и строительство магистральных водоводов; установка домовых приборов учета; обновление автотранспортной техники и прочие. Дополнительно на 2017 год по г. Луганску подготовлены мероприятия по замене аварийных участков водопроводных сетей общей протяженностью 13 км.

**Контрольные вопросы**

1. Что включает в себя классификация сточных вод в зависимости от источника происхождения?
2. Какие группы загрязнителей выделяют в производственных сточных водах по составу?
3. Что включает в себя классификация сточных вод по концентрации загрязняющих веществ?
4. По каким свойствам загрязнителей производственные сточные воды могут быть классифицированы?
5. Какие могут быть источниками загрязнения водоемов сточных вод угольной промышленности?
6. Какие группы загрязнителей выделяют в сточных водах шахт?
7. Что входит в состав сточных вод шахт, относящихся к органическим загрязнителям?

## Тема 2 Причины загрязнения подземных вод. Оптимизация и управление водопритоками. Водосборные и водоотливные сооружения

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоёмах, при которых наблюдается отклонение от нормы в сторону увеличения содержания нормируемых компонентов. Сбрасывание жидких, твёрдых и газообразных веществ делают воду водоёмов не пригодной для использования, наносится ущерб экономике страны, здоровью и безопасности населения.

Ежегодный забор воды в России составляет около 3% общих водных запасов, при этом из них 2/3 объема сбрасывается назад в водные объекты в виде сточных вод. Из общего объема сброшенных в поверхностные водоемы вод (55 км$^3$) загрязненные воды составляют 36%, нормативно-чистые – 59%, нормативно-очищенные – 5%. Крупными потребителями воды является промышленность (для добычи 1 тонны нефти расходуется 10 м$^3$ воды, на производство 1 тонны стали необходимо 250 м$^3$, меди – 500 м$^3$, целлюлозы – 1500 м$^3$, азотных удобрений – 350...400 м$^3$, пластмассы – 500...1000 м$^3$, синтетического каучука и ткани 2000 м$^3$ воды, для работы теплоэлектростанции мощностью 1 млн кВт требуется 1,2...1,6 км$^3$ воды в год, для работы АЭС той же мощности – до 3 км$^3$), населенные пункты (для функционирования города, численностью 1 млн человек требуется 0,5 млн км$^3$ воды в сут или 180 млн км$^3$ в год, житель крупного города ежедневно расходует 200...500 л воды), сельское хозяйство (для получения 1 тонны пшеницы требуется 1500 м$^3$, хлопка – 10000м$^3$ воды). В России суммарный забор воды из природных объектов составляет 85 км$^3$ (2001 год), в том числе 79% из поверхностных источников. На нужды промышленности расходуется 59%, жилищно-коммунального хозяйства – 20%, сельского хозяйства – 20%, на прочие нужды – 1% воды /1-4 /.

Прогрессивно ухудшается состояние водных ресурсов России. Практически исчерпаны возможности безвозвратного водозабора в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и другие. Основные реки – Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора – оцениваются как загрязненные, их крупные притоки – Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура, а также Урал – как сильно загрязненные.

Основными источниками загрязнения водоёмов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке полезных ископаемых, сбросы водного и железнодорожного транспорта, смывы с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты. Загрязняющие вещества находятся в воде в молекулярном, ионном состоянии, в виде взвесей или

образуют с водой коллоидные системы. Попадая в водоёмы, они приводят к качественным изменениям свойств воды. Они в основном проявляются в ухудшении физических свойств (в частности, появление неприятных запахов) и в изменении химического состава воды (в частности, появление в воде вредных веществ).

Количественный и качественный состав сточных вод разнообразен и зависит от отрасли промышленности, технологических процессов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Главные загрязнители природных вод по отраслям промышленности

| Отрасль | Преобладающие загрязнения |
|---|---|
| Химическая, нефтехимическая | Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, полициклические ароматические углеводороды, углеводы, взвеси |
| Нефтедобыча, нефтепереработка | Нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийный азот, сульфиды |
| Целлюлозно-бумажный комплекс, деревообработка | Органические вещества (лигнины, гваякол, пирокатехин, смолистые жирные вещества, фенол), аммонийный азот, взвешенные вещества, сульфаты |
| Машиностроение, металлообработка, металлургия | Металлы, взвешенные вещества, роданиды, аммонийный азот, нефтепродукты, смолы, фенолы, флотореагенты |
| Горнодобывающая, угольная | Флотореагенты, минеральные взвешенные вещества, фенол, сульфиды, хлориды |
| Легкая, текстильная, пищевая | СПАВ, нефтепродукты, органические красители, органические вещества |

Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы России, объемы сброса сточных вод по отраслям экономики представлены в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 - Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы России в 1990 и 1999 гг. / 15 /

| Показатель | Ед. измерения | 1990 год | 1999 год |
|---|---|---|---|
| Объем сброса сточных вод – всего. В составе сточных вод сброшено: | млрд $м^3$ | 75,2 | 54,8 |
| 1. Сульфатов | млн т | 52,9 | 2,7 |
| 2. Хлоридов | млн т | 55,0 | 7,0 |
| 3. Аммонийного азота | тыс. т | 202,5 | 83,0 |
| 4. Нитратов | тыс. т | 77,8 | 122,4 |
| 5. Фосфора общего | тыс. т | 57,6 | 26,5 |
| 6. Фенола | т | 264,6 | 60,6 |
| 7. Свинца | т | 144,8 | 33,9 |
| 8. Пестицидов | т | 16,1 | 0,4 |

Таблица 2.3 - Объемы сброса сточных вод в поверхностные водоемы

по отраслям экономики России / 15 /

| Отрасли экономики | 1990 год | | 1999 год | |
|---|---|---|---|---|
| | млрд $м^3$ | % | млрд $м^3$ | % |
| Всего,<br>В том числе: | 75,2 | 100 | 54,8 | 100 |
| 1. Промышленность,<br>Из нее: | 48,8 | 64,9 | 34,6 | 63,1 |
| Электроэнергетика | 33,4 | 44,4 | 26,5 | 48,4 |
| Черная металлургия | 1,4 | 1,9 | 0,9 | 1,6 |
| Цветная металлургия | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 2,2 |
| Химическая и нефтехимическая | 2,9 | 3,9 | 1,6 | 2,9 |
| Машиностроение и металлообра-ботка | 2,4 | 3,1 | 1,0 | 1,8 |
| Лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная | 3,0 | 4,0 | 1,6 | 2,9 |
| Строительных материалов | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| Другие отрасли | 4,4 | 5,9 | 1,6 | 2,9 |
| 2. Сельское хозяйство | 13,0 | 17,3 | 5,0 | 9,1 |
| 3. Транспорт | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| 4. ЖКХ | 12,9 | 17,1 | 13,6 | 24,8 |
| 5. Прочие отрасли экономики | 0,2 | 0,3 | 1,4 | 2,6 |

Состав производственных сточных вод зависит от природного состава пластовых вод (они содержат нефть, песок, глину, двухвалентное железо, сероводород, углекислый газ) и применяемых при добыче, подготовке и переработке нефти и газа реагентов.

На территории предприятий в пределах обвалования скапливается атмосферная влага, выпавшая в виде дождя и снега, ливневые стоки поступают в заводскую канализацию. Производственные сточные воды поступают от технологических площадок, насосных станций, котельных, лабораторий, гаражей, установок пропарки бочек, цистерн, потери (утечки) загрязненной воды и нефтепродуктов из технологического оборудования.

На нефтебазах, магистральных перекачивающих станциях в составе сточных вод в промышленную канализацию сбрасывается значительное количество нефти и нефтепродуктов (400...1500 мг/л) и механических примесей (100...600 мг/л). Дождевые воды, стекающие с загрязненных нефтью площадок резервуарных парков или сливно-наливных пунктов, содержат 40...100 мг/л эмульгированной нефти и 300...3000 мг/л механических примесей (взвешенных частиц).

Нефтеналивные суда, танкеры очищаются промывочной водой, заполняются балластной водой. Сегодня в мире более 3000 танкеров заняты перевозкой нефтепродуктов. В 2000 г объем танкерных перевозок сырой нефти и нефтепродуктов водным путем достиг 1 млрд т/год. Аварии во время перевозок

нефти сильно загрязняют водную среду. При перевозках нефти в морях и океанах, а также в портах теряется около 2 млн т/год.

Активное освоение нефтяных месторождений шельфа (прибрежно-морской зоны) связано с сильным загрязнением морской воды нефтью. Всего в мире пробурено 65000 морских скважин преимущественно на шельфе. Потери при разработке нефти на шельфе составляют 0,1 млн т/год.

На предприятиях газовой промышленности основными загрязнителями природных вод являются производственные, бытовые и ливневые сточные воды. Экологически опасными являются сильнозагрязненные стоки сероочистки и осушки газа, содержащие амины, гликоли, сероводород.

Сточные воды нефтехимии содержат хлориды, сульфаты, взвешенные вещества, азот общий, азот аммонийный, нитраты, нитриты, фосфор общий, цианиды, роданиды, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, ртуть, свинец, хром, цинк, сероводород, сероуглерод, спирты, бензол, формальдегид, фурфурол, фенолы, СПАВ, карбамид, пестициды и другие соединения. Многочисленные накопители предприятий отрасли остаются источниками загрязнения подземных вод кадмием, никелем, цинком, свинцом, метанолом, фенолом, аммонием на площадях в десятки квадратных километров.

Схема формирования шахтных водопритоков и загрязнений шахтных вод приведена на рис.2.1

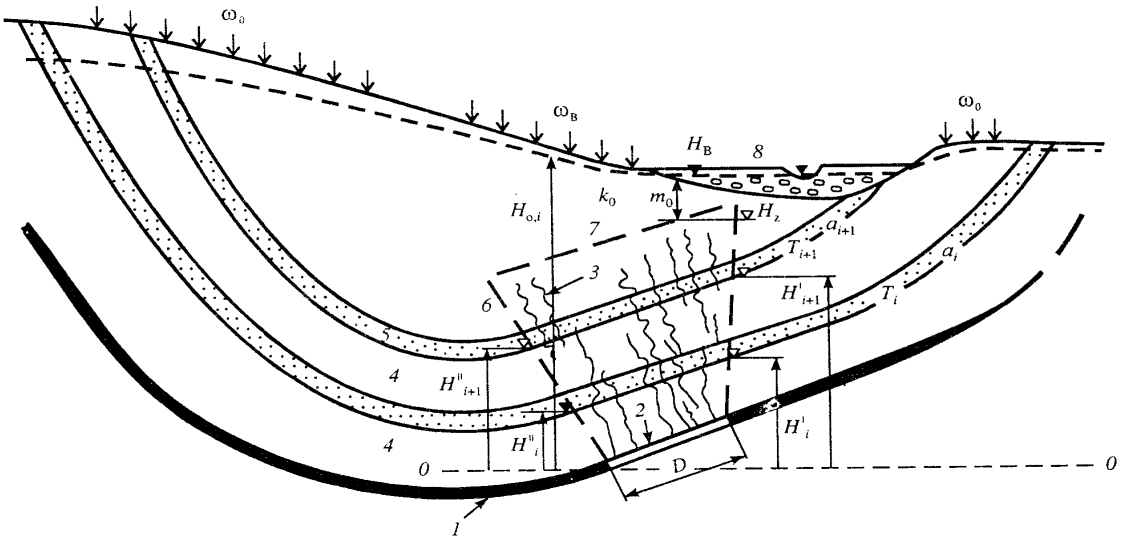


Рис. 2.1. Схема формирования шахтных водопритоков и загрязнений

. 1 - угольный пласт; 2 - выработанное пространство; 3 - водопроводные трещины; 4 - относительные Водоупором; 5 - водоносные слои песчаников; 6 - боковые грани зоны водопроводных трещин; 7 - верхняя граница зоны водопроводных трещин; в - аллювиальные отложения (водный объект) 7 - Места ведения

очистных и подготовительных работ; 8 - Пересыпание горной массы; 9 транспортировки горной массы; 10-перекрепления выработок; 11 - загрязнения на вентиляционных потоках.

## Оптимизация и управление водопритоками

Основные пути уменьшения количества и загрязненности вод, которые будут сбрасываться из шахт:

изоляция горных выработок, пройденных через карбонатные отложения верхних ярусов, с целью снижения поступления трещинно-карстовых вод;

поднятие уровня затопления для снижения притока трещин-нопластовых вод угленосной толщи;

сокращение пути движения шахтных вод по горным выработкам для уменьшения их загрязненности.

Реализация указанных путей позволяет снизить в 3 раза и более (табл. 3.2) водопритоки в шахты бассейна.

Как известно, при подземной выемке угля значительно изменяются состояние горного массива, а также режим подземных и поверхностных вод. Значительные нарушения происходят при управлении кровлей полным обрушением, наиболее распространенным в отрасли. Это приводит к разрыву сплошности наружной толщи, оседанию поверхности и, как следствие, увеличению водопритоков. Наиболее радикальным способом снижения притоков воды в шахты является переход на полную закладку выработанного пространства, что сохраняет толщу пород от разрушения и предотвращает приток воды из надугольного комплекса. Закладкой выработанного пространства сохраняют также дневную поверхность от возможных деформаций, снижая тем самым влияние поверхностных вод.

С целью снижения загрязненности попутно забираемых вод используют раздельную откачку из шахт дренажных и шахтных вод, что позволяет значительно расширить диапазон использования вод и снизить затраты на очистку.

Сооружения и оборудование водоотлива выбирают в зависимости от ожидаемого водопритока, который предварительно может быть определен по формуле Д. И. Щеголева

$$Q_2 = Q_1 \frac{F_2}{F_1} \sqrt{\frac{H_2}{H_1}},$$

где $Q_2$ и Q1 — ожидаемый и фактический средний водопритоки, $м^3/ч$;

$F_1$ — площадь выработанного пространства, для которой водоприток известен, $м^2$;

$F_2$ — площадь выработанного пространства, для которой определяется водоприток, $м^2$;

H1 и $H_2$ — средневзвешенная ожидаемая и фактическая глубина разработки, м.

Более уточненный прогноз водопритоков производят по методикам, учитывающим гидрогеологические, горнотехнические и другие условия конкретного месторождения.

**Водосборные и водоотливные сооружения**

В состав сооружений и оборудования шахтного водоотлива входят: шахтные водосточные канавы, зумпфы, водосборники, насосные установки, напорные трубопроводы и другое водоотливное оборудование.

Шахтные водосточные канавы предназначаются для самотечной доставки шахтной воды от места ее образования до водосборников. Площадь поперечного сечения канавы F рассчитывается по формуле

$$F = \frac{Q}{v},$$

где Q — расход воды, протекающей по канаве, м3/с; v — средняя скорость потока, м/с;

$$v = C\sqrt{Ri},\ R$$

— гидравлический радиус, м; i — гидравлический уклон; C — коэффициент скорости потока;

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}},$$

γ— коэффициент шероховатости (в зависимости от шероховатости стенок

γ - изменяется от 0,06 до 1,75; минимальное значение соответствует гладким стенкам, максимальное — шероховатым).

**Контрольные вопросы**

1. Какие изменения делают воду водоёмов не пригодной для использования?
2. Сколько процентов составляет годовой забор воды в России от общих водных запасов?
3. Какой процент от общего объема сброшенных в поверхностные водоемы вод составляют загрязненные воды?
4. Какая река оценивается как сильно загрязненная?
5. Какие источники являются основными загрязнителями водоёмов?
6. Какие вещества могут находиться в воде как в коллоидных системах?
7. Какие соединения могут содержаться в сточных водах нефтехимии?

## Тема 3 Нормирование качества сбрасываемых шахтных вод. Ареалы сброса. Понятие ПДК, ПДС, ЛПВ

Природная вода содержит в себе растворенные полярные и ионные соединения, представляет собой сложную многокомпонентную систему из минеральных веществ, крупнодисперсных и коллоидных частиц, микроорганизмов. Присутствующие в воде примеси подразделяются на четыре группы по классификации Л.А.Кульского (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Классификация присутствующих в воде веществ по физико-дисперсному состоянию

| *Группа* | Размер частиц, мм | Характеристика примесей | Влияние на свойства воды |
|---|---|---|---|
| Гетерогенные системы | | | |
| 1. Взвеси | $\geq 10^{-1}$ | Суспензии, эмульсии, микроорганизмы | Обусловливает мут-ность воды |
| 2. Коллоид-ные растворы | $10^{-1}...10^{-2}$ | Коллоиды, высокомолекулярные соединения, вирусы. | Обусловливают цвет-ность и окисляемость воды |
| *Гомогенные системы* | | | |
| 3.Молекулярные растворы | $10^{-2}...10^{-3}$ | Газы, растворимые ор-ганические соединения | Придают воде запах и привкус |
| 4. Ионные растворы | $<10^{-3}$ | Соли, основания, кислоты | Обусловливают мине-рализованность, жест-кость, щелочность или кислотность воды |

Многокомпонентами природных вод в порядке их убывания являются: катионы – $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+} > NH_4^{+} > Fe^{2+}$ (катионогенные вещества); анионы – $HCO_3^{-} > Cl^{-} > SO_4^{2-} > NO_3^{-} > F^{-} > PO_4^{3-}$ (анионогенные вещества). Ионы $PO_4^{3-}$, $NH_4^{+}$, $NO_3^{-}$ присутствуют в природной воде редко, их наличие в воде может служить показателем ее загрязнения. Микрокомпонентами природных вод являются редкие и рудные соединения бора, лития, рубидия, меди, цинка, висмута, бериллия, вольфрама, урана, брома, йода и др. Основные газы, содержащиеся в природной воде, - кислород, углекислый газ, азот – характерны как для поверхностных, так и для глубинных условий; метан, угарный газ, водород более типичны для подземных вод и вод вулканически активных областей. Растворенные в воде компоненты находятся в равновесии, образуя комплексы различного состава.

Загрязняющие вещества, поступающие в водоемы и нарушающие их работу, подразделяются на минеральные, органические, бактериальные.

Нормирование качества природных вод связано с сохранением воды как природного ресурса, потребляемого человеком, и с сохранением водных систем как важнейших регуляторов условий существования жизни на планете.

Однако действующие нормативы качества природных вод ориентированы главным образом на интересы здоровья человека и рыбного хозяйства и практически не обеспечивают экологическую безопасность водных экосистем.

Выделяют три категории водопользования: хозяйственно-питьевое, культурно-бытовое, водоемы рыбохозяйственные.

Для предотвращения отрицательного воздействия сточных вод на водоемы необходимо знать предельные уровни, при которых возможны нормальная жизнедеятельность и функционирование организмов в водоеме, существование водных экосистем. Основными величинами экологического нормирования вредного воздействия на водную среду являются предельно допустимые концентрации (ПДК, $ПДК_{р.х.}$) химических веществ и соединений, предельно допустимые уровни (ПДУ) физического воздействия, предельно допустимые сбросы (ПДС), временно допустимые концентрации (ВДК), предельно допустимые нагрузки (ПДН) / 7, 8, 10, 13 /.

Нормативы ПДК и ПДУ относятся к санитарно-гигиеническим, ПДС – к производственно-хозяйственным, ПДН – к комплексным показателям качества окружающей природной среды.

Существует два вида ПДК загрязняющих веществ в воде водоема. Первый связан с прямым или косвенным вредным воздействием на организм человека (ПДК). Второй – с допустимой концентрацией загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей ($ПДК_{р.х.}$).

ПДК – это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Под ПДК вредного вещества в природных водах подразумевается концентрация индивидуального вещества в воде, при превышении которой она непригодна для установленного вида водопользования (измеряется в мг/л). То есть ПДК примесей в воде водного объекта (реке, озере, море, подземных водах) – это такой санитарно-гигиенический нормативный показатель, который исключает неблагоприятное влияние на организм человека и возможность ограничения или нарушения нормальных условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и других видов водопользования.

При определении ПДК учитывается воздействие загрязняющего вещества на здоровье человека, состояние биоты и природного сообщества в целом.

Вредные вещества могут отрицательно влиять на молекулярном уровне, воздействуя на все основные структурно-функциональные системы клетки – генетические, мембранные, ферментные, в клетке под действием ферментов некоторые вредные вещества превращаются в более токсичные, мутагенные и канцерогенные соединения; на онтогенетическом – организменном уровне (вредные вещества могут вызывать уродство плода, зародыша, отравляют эмбрионы и зародыши); на популяционно-видовом уровне (падение видового разнообразия, снижение численности, уменьшение ареалов и мест обитания); на биогеоценотическом – биосферном уровне (нарушение работы глобальных и возможная гибель локальных экосистем).

ПДК загрязняющих веществ устанавливаются в законодательном порядке или рекомендуются компетентными учреждениями. ПДК не остаются постоянными, их периодически пересматривают и уточняют.

Методологические принципы разработки санитарно-гигиенических нормативов (ПДК) для воды водоемов учитывают общесанитарный, органолептический и токсикологический признаки вредности веществ. Это связано с тем, что вещества могут нарушить разные качества водного ресурса.

Во-первых, некоторые химические вещества могут тормозить естественные процессы самоочищения водоема, в результате ухудшается его общесанитарное состояние (недостаток кислорода, гниение, появление сероводорода, метана и др.). В этом случае устанавливают ПДК по общесанитарному признаку вредности.

Во-вторых, вредные вещества промышленных стоков могут изменять органолептические свойства воды (прозрачность, запах, привкус, температуру), в результате потребитель отказывается от ее использования. В этом случае устанавливают ПДК по органолептическому признаку вредности, он является более жестким, чем ПДК, установленные по другим признакам вредности.

В-третьих, вредные вещества могут оказывать токсическое действие при непосредственном контакте или при попадании внутрь организма. В этом случае устанавливают ПДК по токсикологическому признаку вредности.

Получается, что одно и то же вещество может иметь разные ПДК в зависимости от перечисленных признаков вредности. Например, ионы меди проявляют токсическое действие при концентрации 10 мг/л, нарушают процессы самоочищения в водоеме при концентрации 5 мг/л, придают привкус воде при концентрации 1,0 мг/л.

При нормировании качества воды водоемов ПДК устанавливается по лимитирующему признаку вредности (ЛПВ). ЛПВ – признак вредного действия вещества, который характеризуется наименьшей пороговой концентрацией. ЛПВ создает некоторый запас надежности. Например, в качестве ПДК меди для водоема принимается концентрация, равная 1,0 мг/л, то есть выбранная по

органолептическому ЛПВ. В перечне ПДК (СанПиН 4630-88) всегда указываются ЛПВ и класс опасности вещества (от чрезвычайно опасных (1 класс) до малоопасных (4 класс)). Кроме того, по одному и тому же веществу водоема могут быть разные ЛПВ в зависимости от целей (категории) использования воды. Например, медь для воды хозяйственно-питьевого назначения нормируется по органолептическому ЛПВ – 1,0 мг/л, для рыбохозяйственного назначения – по токсикологическому – 0,01 мг/л.

В соответствии с СанПиН 2.1.4.559-96 для первых двух категорий водопользования определяющими являются санитарно-гигиенические нормы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Общие свойства к составу и свойствам воды водных объектов

| Показатели | Виды водопользования | | |
|---|---|---|---|
| | хозяйственно-питьевое | культурно-бытовое | рыбохозяйственное |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Взвешенные вещества | Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на | | |
| | 0,25 мг/л | 0,75 мг/л | 0,25...0,75 мг/л |
| Плавающие примеси | На водной поверхности не должно быть пленок нефтепродуктов, пятен минеральных масел и скоплений других примесей | | |
| Окраска | Не должна обнаруживаться в столбике воды | | Вода не должна иметь окраски |
| | 20 см | 10 см | |
| Запахи, привкусы | Интенсивность более 2 баллов не допускается | | Не придавать посторон-них привкусов и запа-хов тканям рыбы |
| Температура | Летняя температура в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 ºС по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца | | Не повышаться более 5ºС в местах обитания холоднолюбивых рыб и более 8 ºС в остальных случаях (по сравнению с природным уровнем) |

Продолжение таблицы 3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| pH | Не должен выходить за пределы 6,5-8,5 | | |
| Минерализа-ция воды | Не превышать по плотному остатку 1000 мг/л | Нормируется по показателям «привкусы» | Нормируется согласно таксации рыбохозяйственных водоемов |
| Растворенный кислород | В любой период года не ниже 4 мг/л в пробе, отобранной до 12 часов дня | | В подледный период не ниже 6,0...4,0 мг/л |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $БПК_{полн}$ | При температуре 20 °С не должно превышать | | |
| | 3,0 мг/л | 6,0 мг/л | 3,0 мг/л |
| ХПК | Не более 15,0 мг/л | 30,0 мг/л | - |
| Химические вещества | Не превышать ПДК, установленных СанПиН 4630-88 | | Не превышать ПДК и ОБУВ вредных веществ рыбохозяйственных водоемов |
| Возбудители заболеваний | Отсутствие | | |

Санитарными нормами установлены ПДК около 2000 вредных веществ в водоёмах питьевого и культурно-бытового назначения, а также 952 вредных веществ в водоёмах рыбохозяйственного назначения (значения ПДК для некоторых вредных веществ и нефтепродуктов в природных водах приведены в таблицах 3.2...3.4).

Таблица 3.3 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л

| Вещество | ПДК | Вещество | ПДК |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЛПВ по санитарно-токсикологическому показателю | | | |
| Алюминий | 0,5 | Нитраты (по $NO_3^-$) | 45,0 |
| Аммиак (по азоту) | 2,0 | Нитраты (по $NO_2^-$) | 3,3 |
| Анилин | 0,1 | Полиэтиленамин | 0,1 |
| Бензол | 0,5 | Тиоцианаты | 0,1 |
| Бром | 0,2 | Ртуть | 0,0005 |
| Гексахлорбензол | 0,05 | Свинец | 0,03 |
| Диметиламин | 0,1 | Тетраэтилсвинец | отсутствие |
| Дифторхлорметан (фреон) | 10,0 | Формальдегид | 0,05 |
| Кадмий | 0,001 | Фосфор элементный | 0,0001 |
| Метанол | 3,0 | Этиленгликоль | 1,0 |

Продолжение таблицы 3.3.

| | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Полиакриламид | 2,0 | Хлорбензол | 0,02 |
| ЛПВ по общесанитарному показателю | | | |
| Ацетон | 2,2 | Метилпирролидон | 0,5 |
| Бутилацетат | 0,1 | Мочевина | 1,0 |
| Дибутилфталат | 0,2 | Стрептоцид | 0,5 |
| Капролактам | 1,0 | Сульфиды | Отсутствие |
| Бензойная кислота | 0,6 | Тринитротолуол | 0,5 |
| Кислоты жирные синтетические $C_5...C_{20}$ | 0,1 | Уксусная кислота | 1,2 |

| ЛПВ по органолептическому показателю | | | |
|---|---|---|---|
| Алюминия оксихлорид | 1,5 | Железо | 0,3 |
| Бензин | 0,1 | Изопрен | 0,005 |
| Бутиловый спирт | 1,0 | Карбофос | 0,05 |
| Гексахлоран | 0,02 | Керосин окисленный | 0,01 |
| Диметилфенол | 0,25 | Керосин технический | 0,001 |
| Динитробензол | 0,5 | Медь | 1,0 |
| Динитрохлорбензол | 0,5 | Нафталин | 0,01 |
| Дихлорметан | 7,5 | Нефть многосернистая | 0,1 |
| Диэтиловый эфир | 0,3 | Нефть прочая | 0,3 |
| Сероуглерод | 1 | Этилен | 0,5 |

Таблица 3.4 - ПДК нефтепродуктов для хозяйственно-питьевых водоемов, мг/л

| Загрязнитель | ПДК | Загрязнитель | ПДК |
|---|---|---|---|
| ЛПВ органолептический | | Бензин топливный(в расчете на С) | 0,1 |
| Нефть и нефтепродукты | 0,3 | Керосин в расчете на углерод | 0,1 |
| Нефть высокосернистая | 0,1 | Нафтеновые кислоты | 0,3 |
| Этилен | 0,5 | ЛПВ токсикологический | |
| Мазут | 0,3 | Масло солярное | 0,01 |

Значения $ПДК_{р.х.}$ вредных веществ в водоёмах рыбохозяйственного назначения, как правило, меньше, чем в водоёмах питьевого и культурно-бытового назначения (рыбохозяйственные $ПДК_{р.х.}$ для ряда синтетических моющих веществ в 3 раза ниже санитарных норм, нефтепродуктов - в 6 раз, тяжелых металлов (цинка) – в 100 раз). Это ужесточение связано с тем, что вредные вещества накапливаются в водных организмах и передаются по пищевым цепям. Также нельзя забывать, что некоторые вещества оказывают неблагоприятное воздействие на организм людей только при попадании внутрь, другие опасны, кроме того, и при контактном воздействии.

Если водоем используется для нескольких видов водопользования, то в качестве ПДК выбирается самая низкая, то есть самая жесткая предельно допустимая концентрация вещества. В случае сброса в водоем нескольких загрязняющих веществ сумма отношений концентрации вещества к их ПДК не должна превышать единицы:

$$\sum (C_i / ПДК_i) \le 1, \qquad (3.1)$$

где $C_i$ – концентрация отдельного вещества; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация сброшенного вещества.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – это максимальное количество загрязняющих веществ, которые в единицу времени могут быть сброшены в водоем данным конкретным предприятием, не вызывая при этом повышения в нем предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий. ПДС устанавливается с учетом

ПДК вредных веществ в местах водопользования. ПДС измеряются в г/ч, кг/сут, т/год, тыс. т/год. Величина ПДС загрязняющих веществ в водную среду определяется по формуле

$$ПДС = q_{cm} C_{cm}, \qquad (3.2)$$

где $q_{cm}$ – расход сточных вод, $м^3/ч$; $C_{cm}$ – концентрация вещества в сточной воде, $г/м^3$.

*Принципы нормирования сбросов в водоем.*

Выполнение нормативных требований на сброс вредных веществ в водные объекты достигается с помощью специальных и весьма дорогостоящих инженерно-технических мероприятий, включая оборотное водоснабжение, очистку и обезвреживание, обеззараживание сточных вод. Понятно, что чем выше степень обеззараживания стоков, тем дороже необходимые мероприятия. Поэтому установление значений ПДС должно предусматривать оптимизацию затрат на водоохранные мероприятия. Пока основной путь такой оптимизации – использование естественных возможностей водной экосистемы к рассеиванию, ассимиляции вредных веществ, то есть к тому, что принято называть «самоочищением». Фактически при этом преследуются цели не охраны природы, а только обеспечения показателей качества воды в местах ее использования. Эти обстоятельства стали основанием для нормирования предприятием сбросов вредных веществ согласно так называемому «бассейновому принципу». Суть его в том, что при обосновании сбросов для отдельных предприятий указывают способность к самоочищению не в конкретном водном объекте – акцепторе сточных вод, а в совокупности объектов (данной реки, ее притоков), то есть ПДС устанавливается для бассейна в целом. Предприятиям же устанавливаются дифференцированные квоты на сбросы, причем для отдельных предприятий квоты могут быть выше за счет других. С позиции экологии и сохранения природы такой путь, естественно, нежелателен.

Временно допустимые концентрации (ВДК) загрязняющих веществ в воде водоемов временно подменяет ПДК и $ПДК_{р.х.}$. Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем сроком на 3 года.

Предельно допустимая нагрузка (ПДН) – степень предельно допустимого загрязнения в водном объекте, определяется его физическими особенностями, а также экологической емкостью объекта, то есть его способностью к нейтрализации примесей, его возможностью выдержать антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистемы.

Для оценки общей устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям используют показатели: запасы живого и мертвого вещества; эффективность образования органического вещества или продукции растительного покрова; видовое и структурное разнообразие в экосистеме.

Состав и свойства воды в водных объектах должны контролироваться (соответствовать нормативам) в расчётном (контрольном) створе, расположенном на водотоках проточных водоёмов на 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, населенного пункта и др.), а на непроточных водоёмах и водохранилищах – в радиусе 1 км от пункта водопользования.

Независимо от нормативных требований к качеству воды запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды, которые можно устранить путем рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения. Запрещается сбрасывать в водоемы сточные воды, содержащие ценные отходы, которые можно утилизировать на данном или других производствах, а также сточные воды, содержащие производственное сырье, реагенты, полупродукты и конечные продукты производства в количествах, превышающих установленные нормативы технологических потерь.

В водные объекты запрещается сбрасывать: сточные воды, содержащие вещества или продукты трансформации веществ в воде, для которых не установлены ПДК, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля; сточные воды, которые могут быть устранены путем организации бессточного производства, повторного водопользования после соответствующей очистки и обеззараживания вредных стоков; неочищенные или недостаточно очищенные производственные, хозяйственно-бытовые сточные воды и поверхностный сток с территорий промышленных площадок и селитебных зон; сточные воды, содержащие возбудителей инфекционных заболеваний; сточные воду, содержащие радионуклиды; горячие сточные воды.

Недопустим сброс в водные объекты кубовых остатков и технологических отходов. Ограничения распространяются на ливневую канализацию, отходящую атмосферную воду с территорий предприятий, товарно-сырьевых баз и т.п.

Не допускается сброс сточных вод в водные объекты, используемые для водо- и грязелечения, а также в водные объекты, расположенные в санитарно-защитных зонах курортов. Запрещается сброс сточных вод в водные объекты в черте населенных пунктов.

Место выпуска сточных вод должно быть расположено ниже по течению реки от границы населенного пункта и всех мест водопользования с учетом возможности обратного течения воды при нагонных ветрах.

Условия отведения сточных вод в водные объекты определяются следующими показателями: степенью возможного смешения и разбавления сточных вод водой водоема на участке от места выпуска сточных вод до расчетных (контрольных) створов ближайших пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового водопользования; фоновым качеством воды водного объекта выше места рассматриваемого выпуска сточных вод по анализам не более двухлетней давности; нормативами качества воды водных объектов (ПДК).

*Анализ состава сточных вод*

Состав сточных вод имеет решающее значение при выборе методов их очистки, а также правильной эксплуатации очистных сооружений. Количество определяемых ингредиентов сточных вод зависит от назначения и цели выполняемых анализов. Так, «Методическими указаниями по организации ведомственного контроля за сбросом сточных вод» (Пермь, 1979) определены два вида контроля — общий лабораторный и технологический, которые отличаются количеством определяемых ингредиентов. Общий лабораторный контроль выполняют санитарно-профилактические лаборатории производственных объединений и центральные заводские лаборатории заводов и фабрик, а технологический— обслуживающий персонал очистных сооружений.

В зависимости от происхождения сточных вод анализы их проводят по схемам санитарно-химического анализа, которые отличаются количеством определяемых ингредиентов. В табл. 2.1 в соответствии с «Методикой проведения технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации» (М., Стройиздат, 1971), «Руководством по анализу шахтных вод» (М., 1972) и рекомендациями Ю. Ю. Лурье и А. И. Рыбниковой (Химический анализ производственных сточных вод. М., Химия, 1974) приведена примерная схема анализа состава сточных вод при подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений и общего лабораторного контроля. Перечень определяемых ингредиентов может быть расширен до количества их в сточных водах, на которые имеются ПДК [27].

Для общего лабораторного контроля пробы воды берут до и после комплекса очистных сооружений (при их наличии), у выпуска в водный объект, а также выше и ниже места спуска.

Таблица 3.5

**Примерная схема санитарно-химического анализа сточных вод**

| Хозяйственно-фекальные и промышленные сточные воды | Шахтные воды |
|---|---|
| **I. Общие** | **I. Общие** |

| | |
|---|---|
| 1. Температура<br>2. Цвет<br>3. Окраска<br>4. Запах<br>5. Прозрачность<br>6. Активная реакция (pH)<br>7. Азот аммонийный<br>8. Нитриты<br>9. Нитраты<br>10. Фосфаты<br>11. Азот общий<br>12. Окисляемость<br>13. Растворенный кислород<br>14. БПКполн<br>15.Относительная стабильность<br>16. Взвешенные вещества<br>17. Оседающие вещества<br>18. Плотный остаток<br>19. Хлориды<br>20. Активный хлор<br>21. Хлорпоглощаемость<br>22. Фториды<br>23. Сульфаты<br>24. Железо общее<br>25. Жесткость | 1. Температура<br>2. Цвет<br>3. Окраска<br>4. Запах<br>5. Прозрачность<br>6. Активная реакция (pH)<br>7. Азот аммонийный<br>8. Нитриты<br>9. Нитраты<br>10. Окисляемость<br>11. Растворенный кислород<br>12. БПКполн<br>13. Взвешенные вещества<br>14. Сухой остаток<br>15. Хлориды<br>16. Активный хлор<br>17. Сульфаты<br>18. Жесткость<br>19. Кальций, магний<br>20. Калий, натрий |
| **II. Специфические** | **II. Специфические** |
| . Цианиды<br>2. Сульфиды<br>3. Гидросульфиды<br>4. Сероводород<br>5. Фенолы<br>6. ПАВ<br>7. Эфирорастворимые (нефтепродук-ты)<br>8. Медь<br>9. Хром<br>10. Цинк<br>11. Свинец<br>12. Ртуть<br>13. Кадмий<br>14. Кобальт<br>15. Никель<br>16. Железо<br>Другие специфические ингредиенты | 1. Железо<br>2. Алюминий<br>3. Мышьяк<br>4. Кобальт<br>5. Никель<br>6. Марганец<br>7. Фосфаты<br>8. Фториды<br>9. Фенолы<br>10. Нефтепродукты<br>11. ПАВ<br>Другие специфические ингредиенты |
| **III. Специальные** | **III. Специальные Бактериологический анализ** |
| 1. Радиоактивность<br>2. Бактериологический анализ<br>3. Гидробиологический анализ ила<br>4. Исследование на яйца гельминтов<br>5. Анализ иловой жидкости<br>6. Анализ осадков и ила | |

сточных вод. Места отбора проб для технологического контроля определяют количеством отдельных звеньев очистных сооружений [27]. Для сточных вод отбирают средние сменные пробы, которые составляют смешением разовых проб объемом до 1 л. На сооружениях по очистке хозяйственно-фекальных стоков отбирают, как правило, среднесуточные пробы, смешиваемые из разовых проб пропорционально расходу сточных вод. Разовые пробы отбирают с интервалом до 15 мин. На водоемах и водотоках с водосбором площадью более 200 км2 отбирают три пробы по створу (правый берег, левый берег, середина) на глубине 0,3—0,5 м объемом по 3 л и анализируют отдельно.

Результаты анализов обрабатывают с использованием методов математической статистики.

В установленной форме статистической отчетности (форма 2-ТП) предусмотрено вместе с абсолютными значениями указывать и средневзвешенные значения загрязненности [25]. Расчет средневзвешенных концентраций определяемых ингредиентов (Син) может быть выполнен по формуле:

$$C_{ин} = \frac{\sum (C_1V_2 + C_2V_2 + \ldots + C_nV_n)}{\sum (V_1 + V_2 + \ldots + V_n)},$$

где $C_1$, $C_2$, $Cn$ — концентрация определяемого ингредиента в каждом отдельном измерении или за определенный период, г/м$^3$; $V_1$, $V_2$, Vn — объем сброса за определяемый период, м$^3$.

**Контрольные вопросы**

1. Какие газы характерны для подземных вод и вод вулканически активных областей?
2. Какие компоненты являются микрокомпонентами природных вод?
3. Что является причиной разделения загрязняющих веществ, поступающих в водоемы, на минеральные, органические, бактериальные?
4. Где запрещено сбрасывать сточные воды?
5. Какие требования предъявляются к месту выпуска сточных вод?

## Тема 4 Классификация способов, методов и сооружений для очистки шахтных вод

Очистка сточных вод – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения – сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве, имеются сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод подразделяются на механические, химические, физико-химические, биологические, комбинированные, когда они применяются вместе.

Очищенные сточные воды обеззараживают образующийся на всех стадиях очистки осадок, или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке

осадка. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения или сбрасывают в водоем. Обработанный осадок утилизируют, уничтожают или складируют.

Сущность механического метода очистки состоит в том, что из сточных вод в результате отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Этот метод применяют для выделения нерастворимых минеральных и органических примесей – взвешенных частиц размером более 5...10 мкм. Для удаления более легких частиц необходимо их предварительное укрупнение. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками.

*Использование шахтных, карьерных, дренажных вод как источников водоснабжения*

Расход воды на технические нужды в угольной промышленности в соответствии с укрупненными нормами [15] может достигать 15 % от общего объема попутно-забираемых вод. Остальная часть может быть использована на соседних предприятиях других отраслей промышленности, на орошение земельных угодий, для целей рекреации, рыборазведения (см. рис. 4.1) или сброшена в гидрографическую сеть. Использование попутно забираемой воды в общем объеме водопотребления на предприятиях отрасли к настоящему времени составило 30 %; а в дальнейшем может быть увеличено До 50%. Основными потребителями являются: обогатительные фабрики — 50 %; шахты —36% и разрезы—14%. Так как шахтные и карьерные воды имеют близкие состав и свойства, области возможного их использования одинаковы.

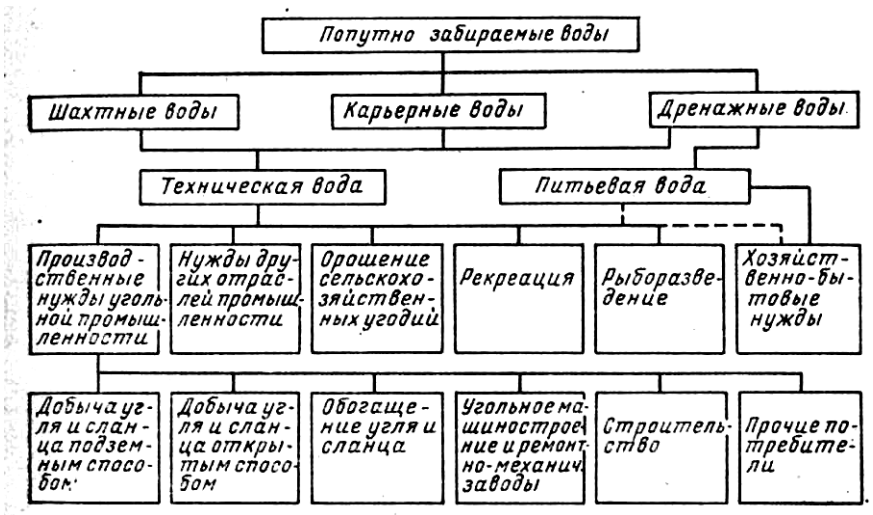


*Рис 4.1. Направления использования попутно забираемых вод*

Дренажные воды не загрязняются, как шахтные или карьерные, продуктами промышленного производства и могут рассматриваться как источник водоснабжения хозяйственно-бытовых нужд без очистки или с проведением соответствующей водоподготовки для доведения качества воды до нормы (ГОСТ 2874—73). Так, например, из квершлага шахты «Ключевская» ПО «Кизелуголь» пробурены скважины, вода из которых используется для пылеподавления в шахте и питьевого водоснабжения поселка. Кроме того, дренажные воды могут быть использованы для технических нужд. Критерием возможности

использования сточных вод являются требования потребителей к качеству воды и нормы водопотребления [15, 24].

При использовании сточной воды на технические нужды к последней можно предъявить следующие общие требования: быть безвредной для здоровья обслуживающего персонала; не обладать отрицательными органолептическими свойствами; не иметь коррозионных свойств по отношению к металлу и бетону; не вызывать биологические обрастания и солевые отложения; не снижать технико-экономические показатели производственного процесса и не создавать аварийных ситуаций. А. Ф. Шабалин [41] рассматривает следующие категории назначения воды в производственных процессах:

1) теплоноситель для охлаждения продукта через стенку без соприкосновения с ним или защита деталей машин и аппаратов от разрушения вследствие перегрева. В том и другом случаях вода лишь нагревается и практически не загрязняется;

2) среда, поглощающая и транспортирующая механические или растворимые примеси, при непосредственном контакте с ними (обогащение полезных ископаемых, пылеподавление). При этом вода загрязняется механическими и растворимыми примесями;

3) среда и теплоноситель при непосредственном контакте с сырьем или продуктом (улавливание и очистка газов). При этом вода загрязняется и нагревается.

При использовании воды в качестве растворителя реагентов, красителей и других сред, а также при химической подготовке воды для получения из нее пара обычная вода превращается в технологическую воду или раствор.

Различные процессы и виды производственно-хозяйственной деятельности шахты связаны с потреблением воды питьевой П и технической Т. Они имеют прямоточные Пр и оборотные Об системы водоснабжения и характеризуются следующими основными направлениями расходования воды [24]:

| | |
|---|---|
| Пылеподавление | П, Т—Пр |
| Гидрозакладка | Т—Об, Пр |

| | |
|---|---|
| Дегазация | Т—Об |
| Кондиционирование воздуха | Т—Об, Пр |
| Производство тепловой энергии | Т—Об. Пр |
| Производство сжатого воздуха | Т—Об |
| Профилактическое заиливание | Т-ПР |
| Технологические нужды при гидравлической добыче угля | Т—Об |
| Обслуживание транспортно-дорожных механизмов | Т—Пр |

Использование шахтных вод зависит в основном от ресурсов пресных вод в районе расположения горнодобывающих предприятий. Так в ПО «Челябинскуголь», где наблюдается дефицит пресных вод, потребность технической воды на производственные нужды в объеме 6,8 млн. м3/год или 70 % покрывается за счет шахтных вод. В Донецком бассейне (Донецкая и Ворошиловградская области) до 26 млн. м3/год шахтных вод используют на собственные нужды.

Шахты им. Кирова, «Алардинская» в Кузбассе, «Лидневская», им. газеты «Правда» в Донбассе, «Казахстанская» в ПО «Карагандауголь», «Новомосковская», «Щекинская» в Подмосковном угольном бассейне полностью удовлетворяют производственные нужды в технической воде за счет очищенных шахтных вод.

Пылеподавление является одним из водоемких процессов в технологии добычи угля подземным способом. В общем объеме водопотребления расход воды на пылеподавление составляет около 40 %. Для создания безопасных и комфортных условий труда в соответствии с существующими нормами и «Руководством по борьбе с пылью в угольных шахтах» расход воды для различных технологических процессов составляет:

| | |
|---|---|
| Нагнетание в пласт, л/т | 25 |
| Орошение при выемке угля из очистных забоев, л/т | 30 |
| Устройство водяных завес при выемке угля и проводки выработок, л/мин | |
| Орошение при ведении подготовительных работ, $м^3$/м | 30 |
| То же, на погрузочных пунктах, л/т | 0,6 |
| » при конвейерной транспортировке, л/т | 10 |
| » при перегрузке угля и породы, л/т | 10 |
| » при поверхностном комплексе на пунктах пересыпа угля и породы, л/т | 15 |

8

Расход воды (%) на обеспыливание при подземном способе добычи угля в среднем по производственным объединениям отрасли следующий (М. М. Харияновская, Г. Г. Деменева, 1976 г.).

| | |
|---|---|
| Очистные работы | 31,8 |
| Подготовительные | 11,4 |
| Транспортирование | 35,9 |
| На поверхностном | 9,1 |
| Прочие неучтенные | 11,8 |

Как показывает опыт, расход воды на неучтенные водопотребляющие операции, к которым можно отнести промывку шпуров при бурении бурильными молотками, обмывку выработок перед взрыванием, водяную забойку и водораспылительные завесы при взрывании, ежедневную обмывку и орошение подготовительных выработок, промывку шпуров при нагнетании воды в пласт, противопожарные водяные завесы, эксплуатационное бурение, проверку трубопроводов и другие операции следует увеличивать до 15 % от общего расхода воды на пылеподавление.

Для целей обеспыливания в подземных условиях должна применяться питьевая вода по ГОСТ 2874—73. Однако допускается использование шахтной воды, очищенной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к питьевой воде. Очистка и использование шахтной воды как питьевой допускаются после получения разрешения местных органов санитарного надзора в районах, где наблюдается дефицит пресной воды. К таким районам относятся Донбасс, Карагандинский бассейн, месторождения Южного Урала. Так, в Карагандинском бассейне для комплексного обеспыливания используют очищенную от взвешенных веществ и обеззараженную шахтную воду с солесодержанием до 9 г/л, в Донецком — до 5 г/л, в Челябинском — до 7 г/л. На шахтах этих бассейнов используются водоочистные установки типа «Дон» в подземном варианте, предназначенные для подготовки шахтной воды на пылеподавление. Основным средством водоподготовки являются поверхностные очистные сооружения шахтных вод. В' указанных угольных бассейнах более половины всех шахт покрывают дефицит пресной воды от 20 до 100 % за счет использования солоноватых шахтных вод на пылеподавление.

**Контрольные вопросы**

1. Какие методы очистки сточных вод существуют?
2. Чем характеризуется механический метод очистки сточных вод?
3. Для чего применяют грубодисперсные частицы в процессе очистки сточных вод?

4. Как обеззараживают очищенные сточные воды?

5. Какие отрасли промышленности в настоящее время являются основными потребителями попутно забираемой воды?

6. В чем заключается сущность химического метода очистки сточных вод?

7. Какие возможности использования попутно забираемой воды в угольной промышленности рассматриваются?

8. Какой процент от общего объема попутно-забираемых вод может быть использован на технические нужды в угольной промышленности?

## Тема 5. Порядок и принципы выбора технологических схем очистки шахтной воды

Разработка угольных месторождений подземным способом неизбежно приводит к необходимости откачки поступающих в выработки шахтных вод на поверхность. Ежегодно угольные предприятия Донбасса сбрасывают в гидрографическую сеть и водные объекты порядка 795,7 млн. $м^3$ воды , в том числе шахты 780,2 млн.$м^3$.

Шахтные воды помимо повышенной природной минерализации (2-3 г/л, во многих случаях 5-10 г/л, в отдельных более 20 г/л) отличаются бактериальной загрязненностью, значительным содержанием взвешенных веществ, нефтепродуктов, которые привносятся в процессе эксплуатации предприятий. Особо экологически опасны ионы тяжелых металлов (титан, мышьяк, никель, бериллий, цинк, кадмий, марганец и др.) и токсичные химические соединения, которые иногда превышают предельно допустимые концентрации в 3-10 раз.

*Очистка шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ*

Осветление

Шахтные и карьерные воды очищают механическими и физико-химическими методами. Биологический метод очистки нашел пока ограниченное применение. Разработаны методы ликвидации шахтных вод закачкой их в подземные горизонты и захоронением в горных выработках отработанных шахт, однако опасность загрязнения подземных вод ставит эти методы в разряд проблематичных. Основными методами очистки шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ (рис. 5.1) являются осветление и фильтрование.

Очистку шахтных и карьерных вод отстаиванием производят в прудах-осветлителях или отстойниках различных конструкций.

Пруды-осветлители сооружают одно-, двух- и многокаскадными с временем пребывания воды в них до 10 суток и более. Объем первого каскада рассчитывают не менее чем на 5-летний объем уплотненного осадка. Чистку прудов от осадка ведут после отключения из работы одного из каскадов скреперами, экскаваторами. В некоторых случаях на больших прудах используют земснаряды. Пруды-осветлители по сравнению с другими средствами очистки требуют минимальных эксплуатационных затрат. Пруды-осветлители сооружают в условиях, где позволяет рельеф местности. Эффективность осветления в прудах достигает 62 %.

Пруды-осветлители

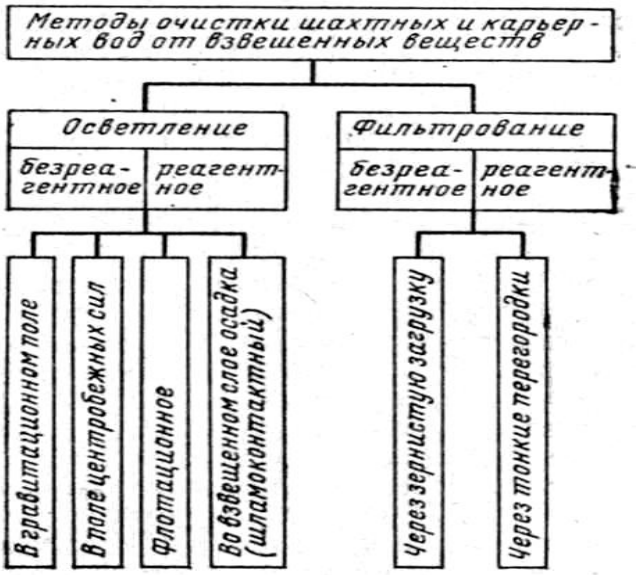


*Рис. 5.1. Методы очистки шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ целесообразно также использовать при очистке карьерных вод и располагать их в отработанных выработках.*

В практике очистки шахтных (карьерных) вод широкое применение нашли горизонтальные и вертикальные отстойники, меньшее применение — радиальные. Отстойники используют, как правило, на первой стадии очистки. На многих шахтах отстойники являются самостоятельными сооружениями.

Горизонтальные отстойники представляют собой прямоугольные резервуары с приямком для сбора осадка, который располагают вначале сооружения. Для задержания плавающих примесей и распределения потока на входе и выходе воды из отстойника устанавливают перегородку, погруженную на глубину 0,25 м. Основные параметры отстойников (площадь, глубину, ширину и длину) рассчитывают по известным методикам [31, 44, 45] в зависимости от скорости движения жидкости и гидравлической крупности взвешенных частиц. Глубину отстойника Я обычно принимают 1,5—4 м, длину от 8Н до 20Н, ширину коридора —в пределах 3—6 м. Продолжительность отстаивания принимают по технологическим характеристикам воды. Как правило, она равна 1—3 ч. Значительное влияние на эффективность очистки сточных вод в горизонтальных отстойниках оказывают параметры впускных водораспределительных и водоотборных устройств, а также высота зоны осветления. Используемые для этих целей дырчатые перегородки, рассредоточенный поверхностный отбор осветленной воды, а также использование тонкослойного процесса осветления увеличивают эффективность работы отстойников до 50 % и более.

Исследования различных вариантов интенсифицирующих устройств горизонтальных отстойников (рис. 5.2) позволили повысить эффективность работы горизонтальных отстойников: регулирующие дырчатые перегородки — от 39 до 49 %, система рассредоточенного поверхностного отбора воды — от 62 до 69 % и тонкослойные элементы с наклонными перегородками —от 47 до 71 % (А. А. Харионовский, И. А. Золотухин. Оценка способов повышения работы

горизонтальных отстойников.— Охрана окружающей природной среды. М., ИГД, 1978, с. 14—20).

С целью повышения эффективности отстаивания без изменения конструктивных параметров отстойников применяют реагентную обработку воды коагулянтами или флокулянтами.

Коагуляция способствует взаимному притяжению частиц и образованию агрегатов из двух, трех и более частиц.

Вещества, способные вызвать коагуляцию, называют коагулянтами. Ими являются в основном неорганические соли.

При добавлении в воду флокулянтов образуются механические связи из макромолекул между отдельными частицами, объединяемыми в крупные агрегаты, называемые флокулами.

При реагентной обработке отстойники снабжают камерами хлопьеобразования.

Радиальные отстойники имеют круглую в плане форму. Они отличаются от горизонтальных отстойников рядом преимуществ — простотой и надежностью в эксплуатации, экономичностью, возможностью строительства единичных сооружений большого размера. В отечественной практике известны радиальные отстойники трех модификаций: с центральным впуском, с периферийным впуском и вращающимся сборно-распределительным устройством. Отстойники оборудуют передвижными фермами с центральным или периферийным приводами. На фермах монтируют скребки для транспортирования осадка к расположенному в центре приямку или илососу. Глубину проточной части отстойника принимают 1,5—5 м, а отношение диаметра к глубине — от 6 до 30. Диаметр отстойника 18—60 м, реже 100 м. Время отстаивания принимают 1,5—2 ч.

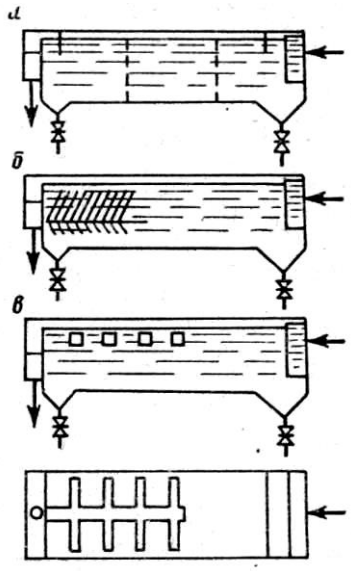


*Рис. 5.2. Варианты оснащения отстойника:*
*а — с регулирующими дырчатыми перегородками; б — с тонкослойными элементами из наклонных перегородок; в — с системой рассредоточенного поверхностного отбора осветленной воды*

Вертикальные отстойники имеют в плане круглую или квадратную форму с восходящим или нисходяще-восходящими потоками. Диаметр при восходящем потоке может быть 4,6 и 9 м. Скорость восходящего потока принимают не более 0,5— 0,6 мм/с. Высота зоны осаждения составляет 4—5 м. Сбор осветленной воды происходит через периферийные и радиальные желоба. Эффект осветления на 10—20 % ниже, чем у горизонтальных и радиальных отстойников. Вертикальные отстойники просты в конструкции и в эксплуатации. Устройство для удаления осадка также простое и надежное. Основные параметры рассчитывают по общеизвестным методикам [44, 45].

Тонкослойные отстойники представляют собой аппараты, в которых процесс отстаивания происходит в тонком слое (до 100 мм) и длится до 10 мин. Различают трубчатые и пластинчатые отстойники. Рабочим элементом трубчатого отстойника является трубка. Трубки могут быть прямоугольного, шестиугольного и круглого сечений диаметром 25—50 мм или других сечений. Длину трубок принимают до 1 м, угол их наклона — от 5 до 60°. Пластинчатые отстойники (многоярусные) состоят из ряда параллельно установленных наклонных пластин. Наклонные отстойники конструкции ДонУГИ производительностью 150 м$^3$/ч эксплуатируются на некоторых шахтах Донбасса. Схема установки для определения параметров работы скорых фильтров и канатных осветлителей приведена на рис. 5.3.

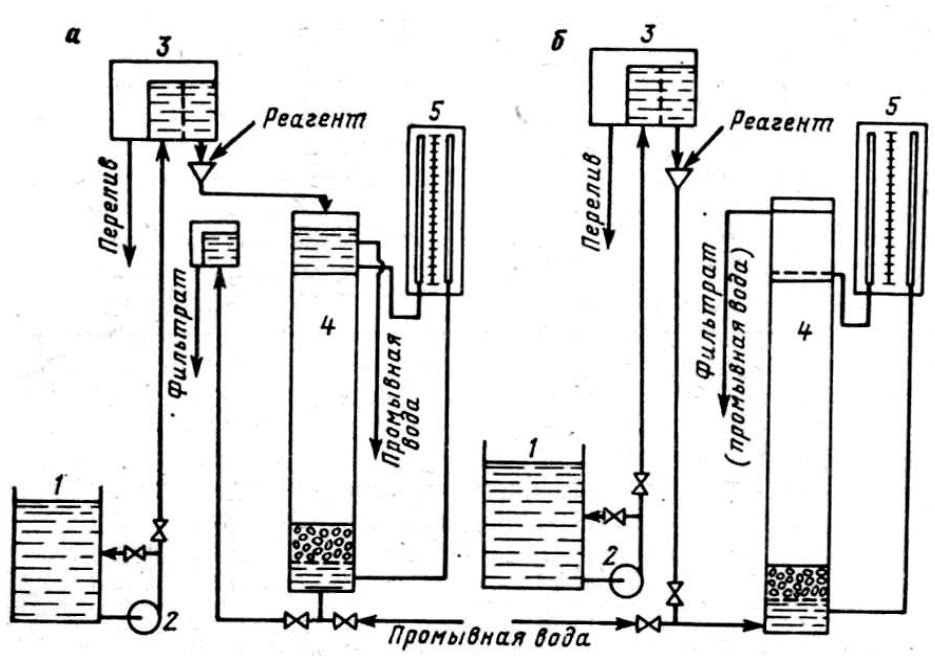


Рис. 5. 3 Схема установки скорых фильтров и канатных осветлителей

1— бак для исходной воды; 2 — насос; 3 — дозировочный бачок; 4 — фильтровальная колонка; 5 — пьезометрический щит

Количество загрузки G для заполнения фильтровальной колонки

.

**Параметры промывки фильтров и контактных осветлителей**

| Тип фильтра | Крупность зерен фильтрующей загрузки, мм | Интенсивность промывки, л/(с*м2) | Продолжи-тельность промывки, мин |
|---|---|---|---|
| Фильтры: | 0,5—1,25 | 12—14 | 6—5 |
| однослойные скорые | 0,7—1,6 | 14—16 | 6—6 |
| двухслойные скорые | 0,8—2 | 16-18 | 6—5 |
| крупнозернистые | 0,5—1,8 | 13—15 | 7—6 |
| | 1—2 | 18—20 | 8—7 |
| | 1,6—2,5 | 20—22 | 8—7 |
| Контактные | 0,7—4 | 14-16 | 8—7 |
| осветлители КО-1: | 0,7—4 | 14—16 | 8—7 |
| гравийные | | | |
| безгравийные | | | |

Отмечено отсутствие эффективных технологий и средств деминерализации шахтных вод.

Организациями Минуглепрома Украины (ОАО «Донгипрошахт», УкрНИИпроект, ДонУГИ) на основе анализа отечественного и зарубежного опыта опреснения вод с повышенным содержанием была разработана «Программа мер по разработке и внедрению эффективных технологий и технических средств деминерализации шахтных вод». В Программе показана высокая затратность промышленного применения известных способов опреснения. Деминерализация вод путем широкого строительства опреснительных установок на действующих и закрываемых шахтах экономически недоступна и не может быть принята в качестве стратегического направления в решении экологических и санитарно-гигиенических проблем, возникающих при отведении откачиваемой воды на земную поверхность. Хозяйственная целесообразность строительства деминерализационных установок может быть выявлена только в отдельных случаях в районах, где отсутствуют альтернативные традиционные источники питьевого водоснабжения.

При составлении Программы предполагалось возведение установок у Ольховского водохранилища (г.Зугрэс, Донецкая обл.) и у скважин водопонижения шахты «Центральная» (г. Антрацит, Луганская обл.). Обе предназначены для деминерализации исходной воды с последующим её использованием после обеззараживания для питьевого водоснабжения близлежащих населенных пунктов.

Вода, получаемая в районе Ольховского водохранилища, может использоваться для пополнения баланса питьевого водоснабжения населенных пунктов восточной части Донецкой области (в том числе Торезо-Снежнянского района). По данным ПО «Укрпромводчермет» (г.Донецк), возможно

альтернативное решение с более низкими инвестиционными и эксплуатационными затратами-получение воды из существующих источников (Макеевская и Енакиевская фильтровальные станции) с прокладкой дополнительных водоводов протяженностью 20 км от Макеевской фильтровальной станции Харцызского водопроводного узла до пунктов потребления. Кроме того, отсутствуют решения по вопросам организационного порядка.

Строительство комплекса в г. Антраците выглядит предпочтительней по следующим причинам:

для переработки воды используется действующий водозабор на ликвидированной шахте;

отсутствует альтернативный источник для покрытия дефицита питьевой воды. Потребность города (100 тыс. чел.) составляет 33 тыс. $м^3$ в сутки при фактической обеспеченности до 15 тыс. $м^3$ с подачей от подземного водозабора у г. Алчевска по трубопроводу протяженностью 150 км;

имеются предварительные согласования заинтересованных организаций, полученные по результатам ранее выполненных проектных работ по защитной санитарной зоне, а также других надзорных инстанций;

обеспечивается возможность сохранения существующего баланса сброса минеральных солей в гидрографическую сеть, позволяющая на первом этапе отработать технологические режимы по деминерализации шахтных вод;

размещение комплекса в городской черте упрощает процедуру оформления под ней земельного отвода.

Проектом предусматривается установка деминерализации шахтных вод на технологии и оборудовании фирмы «Culligan» (США). Комплекс по очистке и обессоливанию шахтных вод для питьевого водоснабжения предполагается построить с использованием при нормальном режиме 800 $м^3$/ч исходной воды действующего водозабора шахты «Центральная» и 250 $м^3$/ч, получаемой из затопленных выработок. При этом после обработки указанных объемов комплекс обеспечит получение 847 $м^3$/ч питьевой воды, соответствующей по качеству ДСаиПиН № 136/1940 и ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Комплекс разместится на трех площадках: насосной станции №1 (площадка существующей насосной станции водопонижения шахты «Центральная»); насосной станции № 2 со скважинным водозабором для откачки водопритоков бывшей шахты № 7/7-бис (балка Водяная); станции очистки (рис.5.1).

Технологической схемой предусмотрено следующее.

Исходную воду шахты из резервуаров на площадке насосной станции №1 направить по трубопроводу диаметром 500 мм насосами ЦНС-300-180 на очистные сооружения. Для ускорения окисления свободного железа в

трубопровод будет подаваться сжатый воздух. После фильтров очистки от механических взвесей часть воды (400 м$^3$/ч) направляется на тонкую очистку и далее - в два блока мембран обратного осмоса, а часть в объеме 357 м$^3$/ч поступит после контакта с активированным углем непосредственно в резервуар чистой воды, куда после декарбонизации попадает и 240 м$^3$/ч обессоленной воды.

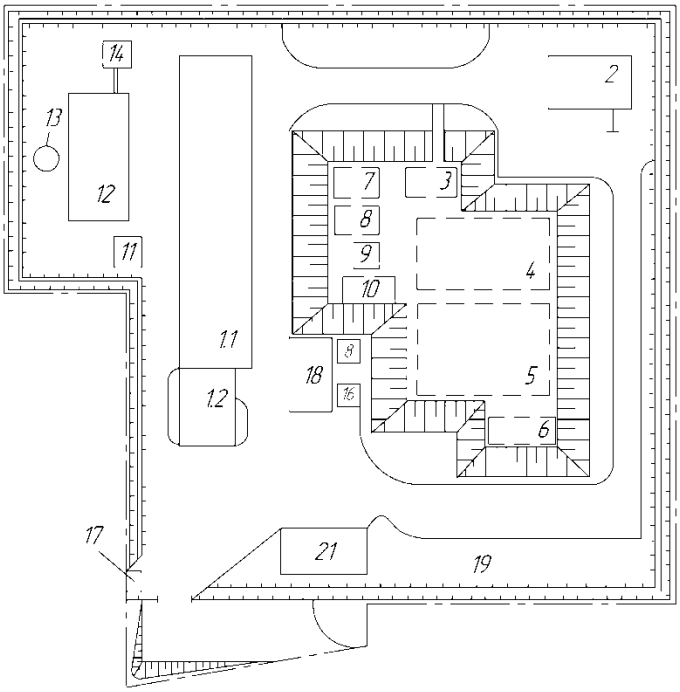


Рис. 5.1. Площадка станции деминерализации шахтной воды:

- *1*-главный корпус; *1.1*-станция очистки с реагентным хозяйством ; *1.2*- помещение админбытового обслуживания и различного назначения; *2*-хлораторная; *3* и *6*- фильтры-поглотители №1 и 2; *4* и *5* – резервуары №1и 2 чистой воды местимостью по 5000 м$^3$; *7* и *8* – резервуары №1 и 2 исходной воды по 200 м$^3$; *9* и *10* – резервуары №1 и 2 промывных вод вместимостью по 100 м$^{3;}$ *11* – резервуар рассола вместимостью 100 м$^3$; *12* – котельная со складом угля; *13* – дымовая труба; *14* – пункт погрузки шлака и золы; *15* и *16* - резервуары №1 и 2 опресненной воды вместимостью по 100 м$^3$; *17* – проходная; *18*- площадка для автотранспорта; *19* и *20* – ограждение запретной зоны и территории; *21*- гараж.
- Исходную воду шахты, откачиваемую погружными насосами ЭВЦ 10-120-120, подать в резервуары, которые размещены на площадке насосной станции №2, и далее насосами 1Д315-70 по трубопроводу диаметром 350 мм – в резервуары исходной воды, находящиеся на площадке станции очистки. Затем насосом АМЦ направляется на фильтры для очистки от механических взвесей и после контакта с активированным углем – в резервуары чистой воды, где происходит обеззараживание. Полученная питьевая вода по двум трубопроводам направляется в резервуары городского водопроводного узла.

- Для обеспечения принятой технологии на первой площадке намечено строительство двух резервуаров, насосной станции №1 в блоке с ТП и дооборудование трансформаторной подстанции, организация санитарно-защитной зоны; на второй площадке – двух резервуаров, насосной станции в блоке с ТП, бурение трех скважин с оснащением их погружными насосами, организация санитарно-защитной зоны, а на третьей – главного корпуса (АБК, лаборатории, мастерские, объединенная насосная, подстанции 6/0,4 кВ, помещение фильтрации, блоки обратного осмоса, реагентного хозяйства), котельной в блоке с гаражом, резервуаров различного назначения, хлораторной, организация санитарно-защитной зоны. На всех площадках предусмотрены меры противопожарной защиты, необходимые объемы подземных инженерных коммуникаций и внутриплощадочных автодорог и др.

Расчетная себестоимость получения 1 $м^3$ питьевой воды составляет 1,22 руб. В соответствии с графиком на выполнение работ, предусмотренных данным проектом, требуется 18 мес.

Технологическая часть проекта (в объеме комплекса очистки от взвесей исходной воды, опреснения и улучшения качества питьевой с подбором необходимых реагентов, механизации, автоматизации и контроля процессов вплоть до лабораторных исследований) представлена фирмой «Фитикон» по разработкам фирмы «Culligan» (с уточнением окончательного решения при совместном рассмотрении «Фитикон» - «Culligan»-Донгипрошахт). Технические решения по остальным комплексам разработаны Донгипрошахтом.

**Контрольные вопросы**

1. Какие проблемы возникают при разработке угольных месторождений подземным способом?
2. Чем отличаются шахтные воды помимо повышенной природной минерализации?
3. Какие методы используют для очистки шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ?
4. В чем заключается осветление шахтных и карьерных вод?
5. Что представляют собой пруды-осветлители?
6. Куда закачивают шахтные воды при использовании метода ликвидации?

## Тема 6 Оборотные системы водоснабжения. Использование шахтных, карьерных, дренажных вод как источников водоснабжения. Использование осадков сточных вод и активного ила. Расчет аэротенков.

Одним из основных направлений предотвращения загрязнения водоемов и рационального использования водных ресурсов являются оборотные системы водоснабжения. Такие системы эксплуатируются на обогатительных и брикетных фабриках [14, 16, 17] в ряде цехов и участков машиностроительных заводов [40], на некоторых технологических установках поверхностного комплекса шахт и разрезов. Уровень оборотного водоснабжения оценивают отношением расхода оборотной воды к общему объему водопотребления. Под расходом оборотной воды понимают объем воды, многократно используемой в оборотных системах водоснабжения, при отсутствии которых необходимо было бы использовать адекватный объем свежей воды в прямоточных системах. Объем оборотной воды выражает объем сэкономленной свежей воды.

Основные водопотребляющие процессы на предприятиях угольной промышленности организованы по оборотной системе водоснабжения (табл. 4.1) [24], на пополнение которой используют шахтную воду. Уровень оборотного водоснабжения на угледобывающих и перерабатывающих предприятиях может быть следующий: 48%—при добыче подземным механическим способом; 94 % — гидравлическим способом; 67 % —при добыче открытым способом; 92%—при обогащении от общего водопотребления. Условиями дальнейшего повышения уровня оборотного водоснабжения могут быть: снижение безвозвратных потерь воды, ликвидация утечек и организация оборотного водоснабжения на отдельных процессах пылеподавления путем повторного использования очищенных и обеззараженных шахтных и карьерных вод.

Отличительная особенность водного хозяйства угольной промышленности состоит в том, что забор воды и сброс ее в процессе добычи угля и сланца превышают потребление воды на производственные нужды отрасли более чем в 3 раза, причем для шахт — в 7 раз, для разрезов — в 4,5 раза.

Из сточных вод угольной промышленности около 90 % составляют воды, забираемые попутно при добыче угля и сланца: шахтные, карьерные, дренажные. Рассмотрим пути их использования как один из источников водоснабжения.

Таблица 6.1

**Водопотребляющие процессы, организованные по оборотной системе водоснабжения**

| Технологические процессы | Процессы с оборотным водоснабжением | Безвозвратные потери, компенсируемые свежей технологической (шахтной) водой |
|---|---|---|
| Производство сжатого воздуха (в компрессорных), дегазация и кондиционирование воздуха в шахтах | Охлаждение оборудования | Испарение, ветровой унос |
| Производство теплоэнергии в котельных | Выработка теплоносителя (пар, горячая вода) | Потери в сети и при продувке системы |
| Гидровскрыша на разрезах, гидродобыча и гидрозакладка в шахтах | Гидравлическая выемка (вскрыша) и транспортировка горной массы (пульпы) | Потери на замачивание вмещающих пород, потери в пульповодах и унос с горной массой. Испарение и фильтрация в пруде-накопителе (отстойнике) |
| Мокрое обогащение углей и сланцев | Технологические и транспортные процессы обогащения | Унос с продуктами обогащения и отходами, испарение с поверхности отстойников и фильтрация в земляных отстойниках |
| Пневматическое обогащение, сушка концентрата, складские и сортировочные операции на поверхностном комплексе | Мокрое пылеулавливание | Унос с пылью и вынос с воздухом |
| Ремонт и изготовление оборудования на ремонтных и машиностроительных предприятиях | Гальваническая, термическая и высокочастотная обработка деталей, охлаждение инструментов и изделий | Унос с изделиями и отходами, испарение, разбрызгивание |
| | Охлаждение литейных и термических печей | Испарение, ветровой унос (из градирен) |

**Контрольные вопросы**

1. Что означает понятие "объем оборотной воды" в контексте оборотных систем водоснабжения?

2. В чем основная отличительная особенность водного хозяйства угольной промышленности?

3. Какие воды являются основными составляющими сточных вод угольной промышленности?

4. Какой процент водоснабжения на угледобывающих предприятиях при обогащении от общего водопотребления составляет оборотная система?

## Тема 7 Инновационные технологии очистки и вторичного использования шахтных вод. Контроль за качеством сброса сточных вод

Как при работе шахт, так и при их ликвидации происходит существенное изменение гидрогеомеханических условий обширных площадей. В результате снижения напоров подземных вод (действующие шахты) или их роста (погашаемые) изменяются не только фильтрационные параметры пород, но и области питания, разгрузки водоносных горизонтов, характер связи подземных и поверхностных вод, степень взаимосвязи водоносных горизонтов, химический состав, минерализация подземных и поверхностных вод. Вследствие просадок дневной поверхности происходит подтопление территорий или заболачивание отдельных участков.

Изменение модулей подземного и поверхностного стоков негативно влияет на экосистему региона, на флору и фауну. Загрязнение подземных вод, рек и водоемов в Донбассе происходит за счет: непосредственного сброса в водотоки загрязненных шахтных вод; обратной фильтрации загрязненных вод из прудов-накопителей, шламонакопителей (для гидрошахт) и балок, из золоотстойников ЦОФ; вымыва атмосферными водами взвешенных веществ, вредных микро- и макроэлементов из породных отвалов шахт и ЦОФ и поступления их в реки, водоемы, подземные воды.

Кроме названных трех факторов росту минерализации речных вод способствует и подработка водного объекта горными выработками, особенно когда шахта оказывает на водоток дренажный эффект. Рассмотрим на примере действующей и погашенной шахт проблемы предотвращения загрязнения подземных и поверхностных вод предприятиями угольной промышленности Донбасса, охраны водных ресурсов.

В качестве действующей возьмем шахту «Южнодонбасская» №1 ГХК «Донуголь», которая заложена в 1965 г., годовой мощностью 1,8 млн. т угля, сдана в эксплуатацию в 1973 г. Рядом расположена шахта «Южнодонбасская» №3. Шахты находятся примерно в 40 км от Донецка на юго-запад. В геологическом строении шахтного поля принимают участие породы карбоновой, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Промышленная угленосность приурочена к отложениям карбона. Глубина шахты 620 м, приток воды 110 м$^3$/ч.

В гидрогеологическом отношении в пределах поля шахты «Южнодонбасская» №1 можно выделить грунтовые воды четвертичных отложений, водоносные комплексы палеоген-неогеновых отложений, меловых и карбоновых пород. С точки зрения воздействия шахты на окружающую среду наибольшее значение имеет подтопление территорий у промплощадки, просадки дневной поверхности (до 5,1 м) и поднятия до 0,8 м, загрязнение подземных и поверхностных вод за счет обратной фильтрации (215 м$^3$ /ч) из пруда –накопителя неудачной конструкции в балке Икряной (110 м$^3$ /ч из шахты №1 и 105 м$^3$ /ч из шахты №3).

Вода в пруде имеет минерализацию 4,2-4,7 г/л (иногда и больше), содержит выше ПДК бром, титан, литий, фтор, свинец, кобальт, фосфор. Пруд-накопитель загрязняет подземные и поверхностные воды, но и влияет на повышение уровней

в водоносном горизонте четвертичных отложений, палеоген-неогеновом и меловом водоносном комплексах.

Таким образом, шахта «Южнодонбасская» №1 наносит не только экологический, но и экономический ущерб, обусловленный изменениями гидрогеологических условий за счет: истощения запасов подземных вод; подтопления или заболачивания нарушенных территорий, а значит, потери их из-за невозможности использования для выращивания сельскохозяйственных культур; нарушения водно-солевого режима пород зоны аэрации и недобора урожая; загрязнения водных источнтков; ухудшения качества подземных и поверхностных вод.

Методика расчета каждой из составляющих ущерба разработана ВНИИОСуглем (г. Пермь) и УкрНИИ-проектом. Общий годовой экономический ущерб по шахте «Южнодонбасская» №1 вследствие изменения гидрогеологических условий превышает 16 млн. руб. в ценах 1984 г., или примерно 24,35 млн. грн. Комплекс мероприятий, обеспечивающих минимальный ущерб экологии в зоне действия шахты «Южнодонбасская» №1, предусматривает:

— сооружение нового пруда-накопителя шахтных вод в б. Икряной с водоупорным экраном из отбеливающих глин монтмориллонитового состава мощностью 1 м в целях предотвращения обратной фильтрации, недопущения загрязнения подземных и поверхностных вод. Сброс шахтных вод из пруда в балку осуществлять только в период весеннего паводка (реки Сухие Ялы-Волчья-Самара);
— осушение подтопленных территорий путем создания системы гидромелиоративных канав глубиной 2,5-3 м с отводом воды в б. Икряную при условии выполнения требований, предъявляемых к качеству поверхностных вод. В противном случае через систему очистных сооружений воду необходимо доводить до кондиций и лишь после этого сбрасывать в балку (бассейн р. Самары);
— подсыпку осушенных территорий породной массой отвала при условии отсутствия загрязнения подземных и поверхностных вод, т.е. данная порода не должна содержать вредных примесей, солей;
— закладку выработанного пространства для предотвращения просадок дневной поверхности с дальнейшим подтоплением территорий. К сожалению, на шахтах Донбасса закладку или вовсе не применяют, мотивируя это высокой стоимостью работ, необходимостью приобретения специального оборудования, усложнением технологии ведения горных работ, или используют редко, на отдельных горизонтах. Между тем расчеты показывают, что ущерб в результате образования просадок и подтопления территорий намного больше, чем затраты на закладку выработанного пространства;
— проведение по периметру породного отвала (внизу) дренажной канавы глубиной 3 м, отвод загрязненных вод к очистным сооружениям. Канава обязательно должна иметь экран из глины (толщина не менее 0,3 м) или полиэтиленовой пленки;

— залесение породного отвала в целях борьбы с поверхностным стоком, с выносом солей атмосферными осадками. Возможно и применение для этого микробиологического способа - «посадка» на поверхности отвала специальных бактерий и образование гумусовых почв, которые уменьшают поверхностный сток и количество просачивающейся влаги, т.е. предотвращают в какой-то степени вынос солей из отвальных пород;
— использование специальной пленки для предотвращения вымыва взвешенных частиц и солей, загрязнения ими подземных и поверхностных вод. Однако оптимальным вариантом является все же другое - вначале следует детально изучить природную способность грунтов и в случае необходимости отсыпать породную массу на искусственно сооруженный экран в основании отвала.

Кроме того, учитывая, что подземные воды, откачиваемые на шахте «Южнодонбасская» №1, обладают минерализацией 0,9-11,6 г/л (допустимо 1 г/л) и жесткостью до 87,63 мг-экв/л (вместо 7), сброс их в бассейн р. Самары крайне нежелателен , особенно из-за возможного загрязнения бассейна р. Днепр. В связи с этим имеет смысл соорудить здесь деминерализационную установку, работающую по схеме обратного осмоса. Расчеты показывают, что капитальные затраты на такую установку окупятся в первый же год, а в дальнейшем годовые затраты будут определяться только эксплуатационными расходами.

Поле шахты им. Лотикова ПО «Луганскуголь» находится на территории Славяносербского района Луганской обл. Шахта введена в эксплуатацию в 1912 г., а повторно после восстановления-в 1950 г. Закрыта и затапливается с 1980 г. Поле шахты расположено на водоразделе р. Лугань и ее правых притоков – рек Белой и Лозовой. Южнее примерно в 1,5-2,5 км протекает р. Белая; на юго-востоке в 3-3,5 км находится пос. Юрьевка, а на юго-западе в 3 км - пос. Михайловка.

В геологическом строении шахтного поля принимают участие отложения карбонового, мелового, палеогенового и четвертичного возрастов. Карбон представлен песчаниками, аргиллитами, алевролитами, известняками и пластами угля, которые и разрабатывались. Глубина шахты 500 м. Притоки составляли 172-197 м$^3$/ч, причем значительная часть воды (86-100 м$^3$/ч) поступала из гор.135 - 208 м.

В гидрогеологическом отношении на поле погашенной шахты можно выделить грунтовые воды четвертичных отложений, подземные воды палеогеновых и меловых отложений, водоносный комплекс карбоновых пород. Здесь расположены 32 старые отработанные шахты-закопушки глубиной до 10 - 20 м. В пределах шахтного поля, в частности в б. Лотиковской, выявлены родники, образовавшиеся после погашения шахты. Минерализация воды в них постоянно повышается. В то же время минерализация воды в старых родниках, которые существовали до погашения шахты, уменьшается. Это происходит скорее всего из-за того, что с ростом напоров уменьшается напорный градиент между водоносным комплексом карбоновых отложений и водоносным горизонтом нижележащих порд, содержащих воду с высокой минерализацией. Старые родники, как правило, находятся там, где расположены отработанные шахты глубиной до 20 м. Следовательно, в этих местах и техногенная трещиноватость развита до глубины 10-20 м, где опреснение карбоновых вод происходит за счет

грунтовых вод аллювиально-делювиальных четвертичных отложений и подземных вод меловых отложений в северной части шахтного поля (за пределами балок).

Рост минерализации в новых родниках , возникших в местах сбоек, т.е. там, где техногенная трещиноватость развита до глубины 135-500 м, объясняется, повидимому, подтоком и разгрузкой высокоминерализованных подземных вод, залегающих ниже карбоновых. На поле шахты им. Лотикова с 1987 г. функционируют восемь гидронаблюдательных скважин режимной сети; регулярно измеряются уровни подземных вод, отбираются пробы на химанализ. По словам местных жителей, водоприток по балкам Лотиковской, Б. и М. Волчьих увеличился после погашения шахты примерно в 2 раза. Вода по названным балкам попадает в р. Белую, до которой 1,5-2,5 км, загрязняет ее и засоляет. За последние пять лет минерализация речной воды увеличилась с 1,6 до 2,1 г/л, существенно повысилось содержание железа- с 0,15 до 0,9 мг/л при ПДК не более 0,1 г/л. Подземный поток направлен на юго-восток, в эту же сторону происходит и подтопление, заболачивание территорий в пос. Юрьевка. После погашения шахты дневная поверхность просела на 0,2-0,4 м.

Гидрогеологические расчеты развития подпора во времени показывают, что если не принимать мер борьбы с подтоплением пос. Юрьевка, то через пять лет уровни в юго-восточной части в районе огородов, приусадебных участков и жилых домов поднимутся на 0,24 м выше дневной поверхности, будет заболочено примерно 75 тыс. $м^2$ . Следовательно, погашенная шахта им. Лотикова оказывает отрицательное воздействие на геологическую среду, выражающееся: в подтоплении, заболоченности территорий на шахтном поле и вблизи него; в засолении, загрязнении рек и водоемов, а также подземных вод; в образовании просадок дневной поверхности, изменении рельефа.

Для уменьшения отрицательного воздействия погашенной шахты им. Лотикова на геологическую среду, в частности на подземные и поверхностные воды, необходимо:

соорудить систему водопонижающих скважин- по две скважины на бортах каждой из балок (Лотиковской, Б. и М. Волчьих) и в районе гидронаблюдательной скважины;

на участке подтопления пос. Юрьевка в юго-восточной его части произвести гидромелиоративные работы посредством сооружения дренажных канав глубиной 1,5-3 м и отведение воды по коллектору в р. Белую (при необходимости- очистные сооружения).

Глубина одной водопонижающей скважины 40 м, фильтр устанавливается по данным каротажа, длина его 10 м. Учитывая химический состав откачиваемых вод, в скважинах в обязательном порядке должна быть применена гравийная обсыпка. Введение в действие указанной системы глубинного дренажа из восьми водопонижающих скважин позволит предотвратить подтопление пос. Юрьевка, засоление и загрязнение грунтовых вод р. Белой.

Откачиваемую скважинами воду можно либо использовать для хозяйственно-бытовых нужд либо по специально сооруженному трубопроводу сбрасывать в главный ствол погашенной шахты. В последнем случае потребуется

создать систему не просто водопонижающих скважин, а нагнетательных (напорный трубопровод). Подобные системы (для других, однако, целей) с успехом работали в Молдавии, Крыму и Закарпатье.

Отдельно следует рассмотреть вариант, когда вместо системы водопонижающих скважин будет пройден из ствола шахты им. Лотикова дренажный штрек для отвода накопившихся вод и снятия напоров в ныне действующую шахту «Черкасская», расположенную в 5 км. Однако для этого необходимо проведение специальных исследований.

Рекомендации по шахте «Южнодонбасская» №1 и погашенной им. Лотикова разработаны исключительно для этих объектов. Для других же шахт меры по предотвращению загрязнения подземных и поверхностных вод, охраны водных ресурсов, уменьшению отрицательного воздействия предприятий угольной промышленности на геологическую среду (верхняя часть литосферы, подверженная деятельности человека и включающая горные породы, почвы, подземные и поверхностные воды) разрабатываются индивидуально в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических условий.

Следовательно, основные направления по данной проблеме должны включать: обязательную очистку шахтных вод от взвешенных частиц в прудах-отстойниках с доведением их концентрации не более 15 мг/л и в прудах-накопителях от вредных микроэлементов на всех шахтах; биологическую очистку в целях обеззараживания путем хлорирования воды в хлораторных, либо путем озонирования, электролиза; деминерализацию шахтных вод, если их минерализация превышает 1,5 г/л. Для реализации этого следует: иметь на каждой шахте пруды-отстойники и хлораторные требуемых объемов; использовать пруды-накопители шахтных вод усовершенствованной конструкции с экраном из отбеливающих глин; применять для деминерализации шахтных вод установки, работающие по схеме обратного осмоса.

**Таким образом, для охраны водных ресурсов необходимо:**

произвести паспортизацию прудов-отстойников и хлораторных на всех шахтах Донбасса;

разработать и внедрить усовершенствованные схемы прудов –накопителей минерализованных шахтных вод для очистки их от вредных микроэлементов, уменьшения минерализации воды, причем сброс воды в гидрографическую сеть осуществлять только в весенние паводки;

создать и внедрить высокопроизводительные, дешевые деминерализационные установки мембранного типа, работающие по схеме обратного осмоса (гиперфильтрации);

организовать систему защитных мероприятий по предотвращению загрязнения подземных вод, откачиваемых шахтой, со стороны породных отвалов за счет вымыва из них атмосферными осадками вредных микро- и макроэлементов.

При решении вопросов гидрогеомеханического мониторинга на шахтных полях и прилегающих территориях следует более широко использовать геофизические методы разведки, позволяющие без бурения скважин оперативно, качественно и дешево решать поставленные задачи.

**Контрольные вопросы**

1. Какие изменения происходят в гидрогеомеханических условиях при ликвидации шахт?

2. Какое воздействие на окружающую среду оказывают шахты на юго-западе Донбасса?

3. Что является основным источником загрязнения подземных и поверхностных вод в Донбассе?

4. Какую цель преследует биологическая очистка шахтных вод?

5. Что используется для обеззараживания шахтных вод при биологической очистке?

6. Что следует иметь на каждой шахте для реализации указанных мер?

7. Какой материал должен быть использован для экрана прудов-накопителей шахтных вод?

8. Что необходимо произвести на всех шахтах Донбасса для охраны водных ресурсов?

## Тема 8 Платежи за водопотребление и водоотведение. Регулирование водопотребления

За загрязнение гидросферы установлено два вида нормативов платы:

- в пределах установлен6ных лимитов сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды;

- за сверхлимитные сбросы вредных веществ в поверхностные воды.

Лимиты сбросов загрязняющих веществ поверхностные воды устанавливается для предприятий с учетом предельно допустимых сбросов (ПДС) по каждому вредному веществу и доводятся им как временно согласованные величины сбросов в тоннах на год.

За сверхлимитные сбросы загрязняющих веществ в поверхностные воды устанавливается повышенный норматив платы, величина которого регулируется с помощью коэффициента кратности Ксл, который утверждается на местах Советами народных депутатов с учетом территориальных экологических особенностей региона.

Размер платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные воды определяется из выражения

$$Пв=\sum_{i=1}^{п}[(Hbiв\cdot Млiв)+(Кслв\cdot Hbiв\cdot Мслiв)]\ Kmв,\ грн./год \qquad (27)$$

где Hbiв-базовый норматив за сбросы одной тонны i-го загрязняющего вещества в пределах вимита, грн./т;

Млiв- масса годового сброса i-го вредного вещества в пределах установленного лимита, т/год;

Кслв- коэффициент кратности за сверхлимитные сбросы загрязняющих веществ в гидросферу;

Мслiв- масса сверхлимитного годового сброса i-го загрязняющего вещества, т/год;

Kmв- региональный ( угледобычной бассейн)

Значения базовых нормативов платы за сбросы загрязняющих веществ, рассматриваемых в данной задаче, приведены в табл. 5.

Таблица 5. Базовые нормативы платы за загрязнение поверхностных вод сброса вредных веществ.

| Вредное вещество | Норматив платы, Нбв, грн/т |
|---|---|
| Взвешенные вещества | 0,1 |
| Нефтепродукты | 20,6 |

Массу вредных веществ, сбрасываемых предприятием в поверхностные воды, определим с помощью данных, полученных в задаче №2.

Так, общую массу сбрасываемых взвешенных веществ в гидросферу принимаем равной Мгп. При этом Мвлвв=0,7 Мпг, а Мвслвв=0,3 Мпг. Общую массу годовых сбросов нефтепродуктов в поверхностные воды принимаем равной МгNO2. При этом МвЛНП=0,8 МгNO2, а МвСЛНП=0,2 МгNO2. Для дальнейших расчетов примем также КвСЛ=5 и Квт=1.

С учетом вышеизложенного упростим выражение (27) и определение платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные воды определим из выражения

Пв=Нвбвв(Мвлвв+5 Мвслвв)+ Нвбнп(МвЛНП+5 МвСЛНП), р/год (28)

где Нвбв и Нвбнп- базовый норматив платы соответственно для взвешенных веществ и нефтепродуктов, грн/т;

Мвлвв и МвЛНП- масса годового сброса в пределах лимита соответственно взвешенных веществ и нефтепродуктов, т/год;

Мвслвв и МвСЛНП- масса сверхлимитных годовых сбросов в поверхностные воды соответственно взвешенных веществ и нефтепродуктов, т/год.

Сравните результаты платы за сбросы вредных веществ в поверхностные воды с аналогичными результатами, полученными в задаче №2. Сделайте выводы о первоочередности выполнения природоохранных мероприятий для двух рассмотренных составляющих биосферы.

Приложение 1

**ПДК для загрязняющих веществ в атмосфере населенных пунктов, мг/м$^3$**

| № п/п | Вещества | Максимально разовая | Среднесуточная |
|---|---|---|---|
| 1 | Азота диоксид | 0,085 | 0,085 |
| 2 | Азотная кислота:<br>по молекуле $HNO_3$<br>По водородному иону | <br>0,4<br>0,006 | <br>0,4<br>0,006 |
| 3 | Аммиак | 0, | 0,2 |
| 4 | Бензол | 1,55 | 0,8 |
| 5 | Бензин (нефтяной, малосернистый а пересчете на С) | 0,05 | 1,5 |
| 6 | Бензин сланцевый (в пересчете на С) | 0,05 | 0,05 |
| 7 | Бутан | 200 | - |
| 8 | Бутилен | 3 | 3 |
| 9 | Ванадия пентооксид | - | 0,002 |
| 10 | Дихлоретан | 3 | 1 |
| 11 | Марганец и его соединения (в прерасчете на $MnO_2$) | - | 0,01 |
| 12 | Мышьяк (неорганические соединения кроме мышьяковистого водовода, в перерасчете на As ) | - | 0,003 |
| 13 | Пыль нетоксичная | 0,5 | 0,15 |
| 14 | Ртуть металлическая | - | 0,0003 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15 | Сажа (копоть) | 0,15 | 0,05 |
| 16 | Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца в перерасчете на Pb) | - | 0,0007 |
| 17 | Свинец сернистый | - | 0,0017 |
| 18 | Сернистый ангидрид | 0,5 | 0,05 |
| 19 | Сероводород | 0,008 | 0,008 |
| 20 | Сероуглерод | 0,03 | 0,005 |
| 21 | Углерода оксид | 5,0 | 3,0 |
| 22 | Двуокись углерода | 0,1 % об. | 0,05 % об. |

**Предельно допустимая концнрация вредных веществ в водных объектах, мг/л**

| № п/п | Ингридиент | Для хозяйственно- питьевого и культурно- бытового использования | Для рыбохозяйственных целей |
|---|---|---|---|
| 1 | Аммиак | 2,0 | 0,05 |
| 2 | Ацетон | 0,05 | - |
| 3 | Бензол | 0,5 | 0,5 |
| 4 | Барий | 4,0 | - |
| 5 | Бром | 0,2 | - |
| 6 | Кадмий ($C^{2+}$) | 0,01 | 0,005 |
| 7 | Кобальт ($Co^{2+}$) | 0, | 0,01 |
| 8 | Масло солярное | - | 0,01 |
| 9 | Мышьяк | 0,05 | 0,05 |
| 10 | Никель | 0,1 | 0,01 |
| 11 | Свинец ($Pb^{2+}$) | 0,1 | 0,1 |
| 12 | Стирол | 0,1 | 0,1 |
| 13 | Цианиды | 0,1 | 0,05 |
| 14 | Цинк | 1 | 0,01 |
| | *Флотореагенты* | | |
| 15 | ОП-7 | 0,4 | 0,3 |
| 16 | ОП-10 | 1,5 | 0,5 |
| 17 | Фенол | 0,001 | 0,001 |
| 18 | Фтор | 1,5 | 0,05 |
| 19 | Взвешенные вещества | 30 | |
| 20 | Сухой остаток | 1000 | |
| 21 | Минеральный состав<br>Сульфаты<br>Хлориды | <br>500<br>360 | |

## Контрольные вопросы

1. Какие виды нормативов платы установлены за загрязнение гидросферы?
2. За что устанавливается повышенный норматив платы за сверхлимитные сбросы вредных веществ в поверхностные воды?
3. Какова общая масса сбрасываемых взвешенных веществ в гидросферу?

## Список использованных источников


1. Руднев Е.Н. «Проблемы охраны водных ресурсов на шахтных полях Донбасса», Уголь Украины, март, 1999.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии.-Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
3. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат. 1979. – 320с.
4. Методические рекомендации по экономической оценке ущерба народному хозяйству, вызываемого отрицательным воздействием предприятий угольной промышленности на геологическую среду. – Пермь: ВНИИОСуголь, 1986.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – Минздрав СССР, 1988.
6. Инженерная экология / Под. ред. В.Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002. -688 с.
7. Инженерная экология и экологический менеджмент / Под. ред. Н.И. Ива-нова и И.М. Фадина. М.: Логос, 2003. - 528 с.
8. Баранов Д.А., Кутепов А.М. Процессы и аппараты. М.: «Академия», 2004. - 304 с.
9. Белов С.В. Охрана окружающей среды. М.: ВШ, 1991. - 319 с.
10. Тагоев С.А., Мингазетдинов И.Х. и др. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / Практикум / Под ред. Глебова А.Н., Казань: Изд. «Экоцентр». 2005. - 94с.
11. Белоусова О.А., Струкова Л.В., Горшкова А.Н. Промышленая экология. Издво ГОУ ВПО УГТУ-УПИ – 2006.
12. Сорокин Ю.П. Природопользование. Практикум. Санкт-Петербургский технический университет. СПб, 2007. 91с
13. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. М. : Химия, 1989. - 512 с.
14. В. А. Горшков «Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности». М.: Недра, 1981, с. 66-68.
15. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М., 1975.
16. Черкинский С. Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы.
17. М.: Стройиздат, 1971, 208с

Учебное издание

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**
по дисциплине
**«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД»**
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль «Безопасность технологических процессов ипроизводств»

С о с т а в и т е л ь:
Черникова Софья Александровна

Печатается в авторской редакции. Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать _____
Формат 60x84 1/16. Бумага типограф. Гарнитура Times Печать офсетная. Усл. печ. л.. Уч.-изд. л. _____
Тираж 100 экз. Изд. №____. Заказ №_____. Цена договорная.

Издательство Луганского
государственного университета
имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации издательстваМИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.*

**Адрес издательства:** 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а **Телефон:** 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60
**E-mail:** izdat.lguv.dal@gmail.com **http**: //izdat.dahluniver.ru