

ГИДРОГЕОЛОГИЯ МПИ

Лекции - 17 ч.

Лабораторные занятия - 17 ч.

ЗАЧЕТ

Курс лекций

Сидорова Галина Петровна

д.т.н., профессор кафедры « Прикладной геологии и технологии геологической разведки».

Горный факультет.

Забайкальский государственный университет



Тема. Использование дренажных и рудничных вод

1. Оценка качества условно чистых дренажных и рудничных вод

Условно чистыми дренажными называются воды, перехватываемые дренажными устройствами, специально оборудованными для исключения возможности загрязнения откачиваемых вод при контакте с окружающей средой. **К таким устройствам относятся водопонижающие скважины, сквозные фильтры и восстающие скважины при условии приема воды из них в коллектор-трубопровод и откачки ее на поверхность специальной насосной станцией, а также горизонтальные дренажи закрытого типа.**

Рудничными считаются воды, прием и транспортировка которых не исключает техногенного (вторичного) загрязнения.

Качественный состав условно чистых дренажных вод целиком определяется химическим составом подземных и поверхностных вод, захватываемых системой осушения, и может быть рассчитан на основе теории массопереноса в подземных водах.

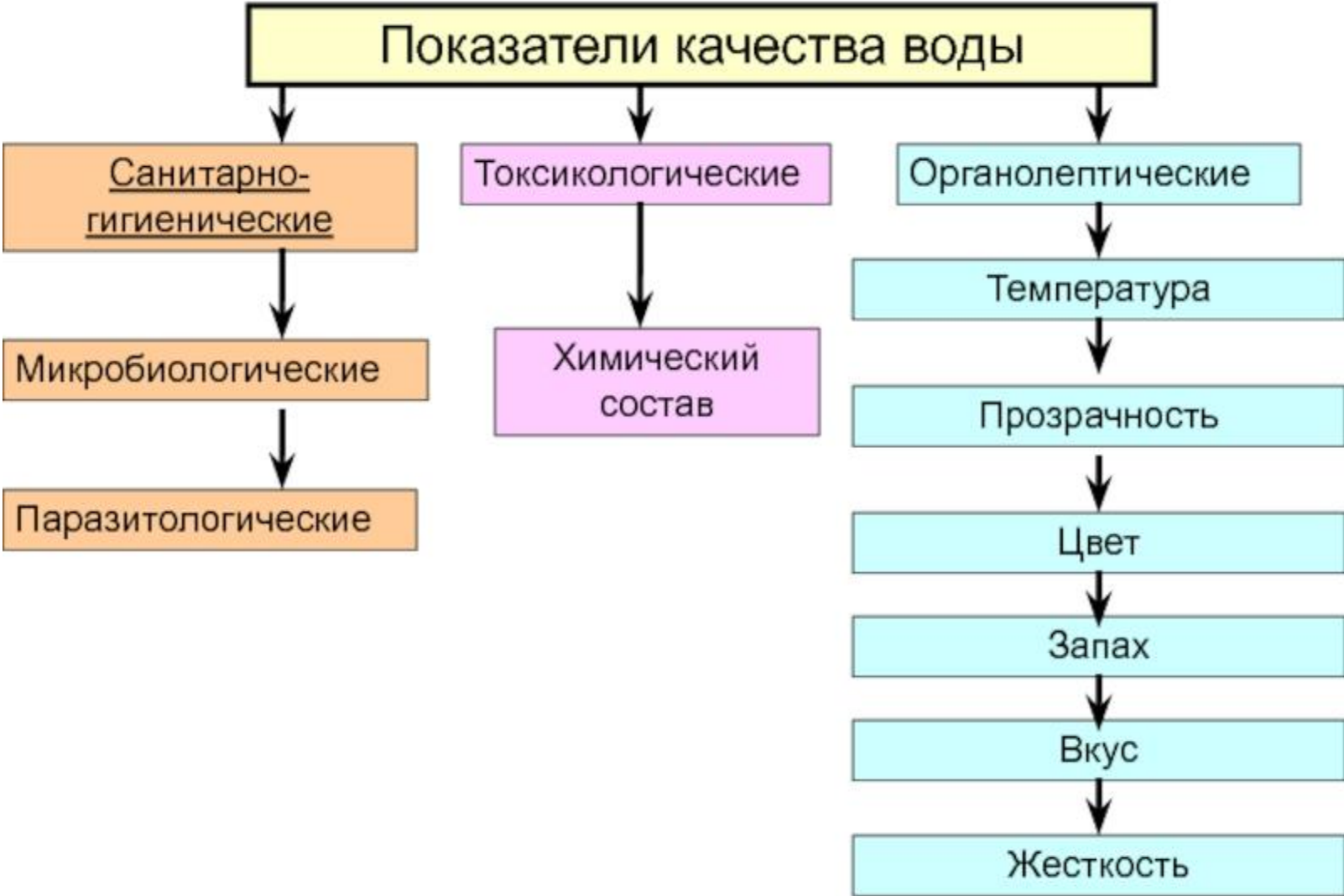
Качественная характеристика рудничных вод может быть получена из химического состава дренажных вод с учетом процессов техногенного загрязнения.

Как показывает опыт осушения месторождений, техногенное загрязнение рудничных вод осуществляется в основном за счет контакта последних с частями механизмов, почвой дренажных выработок, атмосферой и т. д. Это приводит к обогащению рудничных вод нефтепродуктами, взвешенными веществами, азотными соединениями, органическими веществами и наличию биологического загрязнения.

Например. Ориентировочные значения концентрации основных составляющих техногенного загрязнения рудничных вод на железорудных месторождениях:

- нефтепродуктов - 0,001 - 0,01 кг/м³;
- взвешенных и эмульгированных веществ - 0,05 - 1 кг/м³;
- азотистых соединений 0,0005 - 0,001 кг/м³.

Показатели качества воды



```
graph TD; A[Показатели качества воды] --> B[Санитарно-гигиенические]; A --> C[Токсикологические]; A --> D[Органолептические]; B --> E[Микробиологические]; E --> F[Паразитологические]; C --> G[Химический состав]; D --> H[Температура]; H --> I[Прозрачность]; I --> J[Цвет]; J --> K[Запах]; K --> L[Вкус]; L --> M[Жесткость];
```

Санитарно-гигиенические

Микробиологические

Паразитологические

Токсикологические

Химический
состав

Органолептические

Температура

Прозрачность

Цвет

Запах

Вкус

Жесткость

Оценка качества воды проводится следующим образом



- *Загрязненная вода* – 90% организмов и более относятся к 3-й группе индикаторов.
- *Малозагрязненная вода* (удовлетворительного качества) – от 11 до 30% организмов в пробе относятся к индикаторным таксонам 1-й и 2-й групп.
- *Чистая вода* – 30% и более организмов в пробе относятся к индикаторным таксонам 1-й группы.

Гигиенические требования к качеству воды

Безопасность воды по **химическому составу** определяется по:

- обобщенным показателям
- вредным химическим веществам

Обобщенные показатели безопасности питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	ПДК
Водородный показатель	рН	6-9
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000
Жесткость общая	ммоль/л	7,0
Окисляемость перманганатная по кислороду	мг/л	5,0
Нефтепродукты суммарно	мг/л	0,1
ПАВ, анионактивные	мг/л	0,5
Фенольный индекс	мг/л	0,25

Индекс загрязнения воды

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / \text{ПДК}_i}{N}$$

C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение параметра);

N – число показателей, используемых для расчета индекса;

ПДК_i – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Характеристика вод	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязнен- ные	1,0-2,0	3
загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

ИЗВ – индекс загрязнения воды

КЛАССИФИКАЦИЯ ШАХТНЫХ ВОД

Шахтные воды по определяющим их состав и показателям условно делятся на 3 класса:

- нейтральные пресные (рН - 6.5-8.5, минерализация до 1 г/л);
- солоноватые и соленые с повышенной минерализацией (рН - 6.5-8.8, минерализация свыше 1 г/л);
- кислые (рН менее 6.5). Кислые шахтные воды имеют, как правило, повышенную минерализацию.



СОСТАВ ШАХТНЫХ ВОД

Шахтные воды отличаются большим разнообразием химического состава. Загрязнения шахтных вод делятся на:



➤ **минеральные**
(песчаные и
глинистые частицы,
минеральные
включения углей
(кварц, пирит,
карбонаты), инертная
пыль, а также
содержащиеся в
шахтных водах
растворенные соли,
щелочи и кислоты)

Основной показатель	Вид месторождения, добываемой руды, рудника				
	свинцово-цинковые	медно-добывающие	сурьмяные	ртутные	золото-добывающие
Расход сточных вод, м³/сутки	2000 - 11000	-	1000 - 2500	2500	--
pH	3,6 - 8,8	2,0 - 3,5	6,9-7,2	6,5	3,0- 7,0
Щелочность, мг-экв/дм³	1,6-3,2	2,0 - 32*	0,8-1,9	4,0	--
Жесткость общ., мг-экв/дм³	2,5-3,7	до 13,6	--	23,5	2,8 - 20
Грубодисперсные примеси, мг/дм³	600 - 2000	200 - 1600	--	20	25 - 300
Сухой остаток, мг/дм³	100-530	--	--	2450 - 2960	100 - 2130
Окисляемость перманганатная, мгО/дм³	4,1	-	-	8,1	1,2 – 15
Кальций, Ca²⁺, мг/дм³	35 – 105	до 145	--	200	50 – 206
Магний, Mg²⁺, мг/дм³	10 – 32	до 75	--	165	3,8 – 200
Хлориды, Cl⁻ мг/дм³	2-12	до 28	--	390	7,5 -660
Сульфаты, SO₄²⁻, мг/дм³	40 – 260	до 150-8000	--	750	56 – 308
Железо общ., Fe общ., мг/дм³	0 – 350	100 – 3700	--	5,0	0,05-5,0
Медь, Cu²⁺, мг/дм³	0-1,6	20 – 360	отс.	0,07	0-1,5
Свинец, Pb²⁺, мг/дм³	0,05-5,0	--	0,08-0,19	--	0-0,6
Цинк, Zn²⁺, мг/дм³	0,2-8,5	10,0 500	--	--	0-9,3
Алюминий, Al³⁺, мг/дм³	До 1,0	до 230	--	--	--
Мышьяк общ., As общ., мг/дм³	0-0,8	0-2,8	0,02 – 0,04	0,06	0 – 0,3
Сурьма общ., Sb общ., мг/дм³	--	--	--	2,0	--
Ртуть, Hg²⁺, мг/дм³	--	--	--	отс.	--

2. Рациональное использование условно чистых дренажных и рудничных вод

Условно чистые дренажные воды, формирующиеся в закрытых системах глубинного дренажа, практически не подвержены процессам техногенного загрязнения, т. е. их качественный состав зависит в основном от гидрогеохимических условий района.

Это зачастую позволяет рассматривать глубинный дренаж одновременно и как водозабор подземных вод, т. е. рекомендовать широкое использование дренажных вод в народном хозяйстве, прежде всего в системах хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения.

При обосновании возможности использования дренажных вод для хозяйственно - питьевых целей необходимо:

- организовать дифференцированный отбор и откачку на поверхность пресных и соленых вод;
- оценить эксплуатационные запасы дренажных вод с учетом изменения их качественного состава в течение всего периода работы дренажной системы как водозабора;
- организовать санитарную охрану водозабора на базе дренажных вод;
- обеспечить перед подачей к потребителю необходимую водоподготовку (отстаивание, обезжелезивание, хлорирование и т. п.).

На горнорудных предприятиях Российской Федерации накоплен положительный опыт использования условно чистых дренажных вод в хозяйственно-питьевых целях, объемы использования которых могут быть значительно увеличены при применении специальных методов очистки, однако целесообразность проведения этих мероприятий требует детального технико-экономического обоснования (рис.).

Использование дренажных и рудничных (шахтных) вод для технических целей обычно предусматривает необходимость применения очистки.

Для очистки вод в качестве коагулянтов используют **известь, соду, сернокислый алюминий, железный купорос**, которые обеспечивают очистку от основных загрязняющих примесей на 90 -99 % , после чего воды могут использоваться в оборотных циклах технического водоснабжения для поддержания необходимого расхода воды в системе.

Оправданным является также использование дренажных и рудничных вод для пылеподавления в карьерах, целей механизации, приготовления бетонных растворов и т. п.

Шахтные воды должны использоваться также для сельскохозяйственного водоснабжения (поливное земледелие, рыбное хозяйство и т. п.), однако для этого требуется специальное обоснование их качества и последующее поддержание его в заданных пределах.

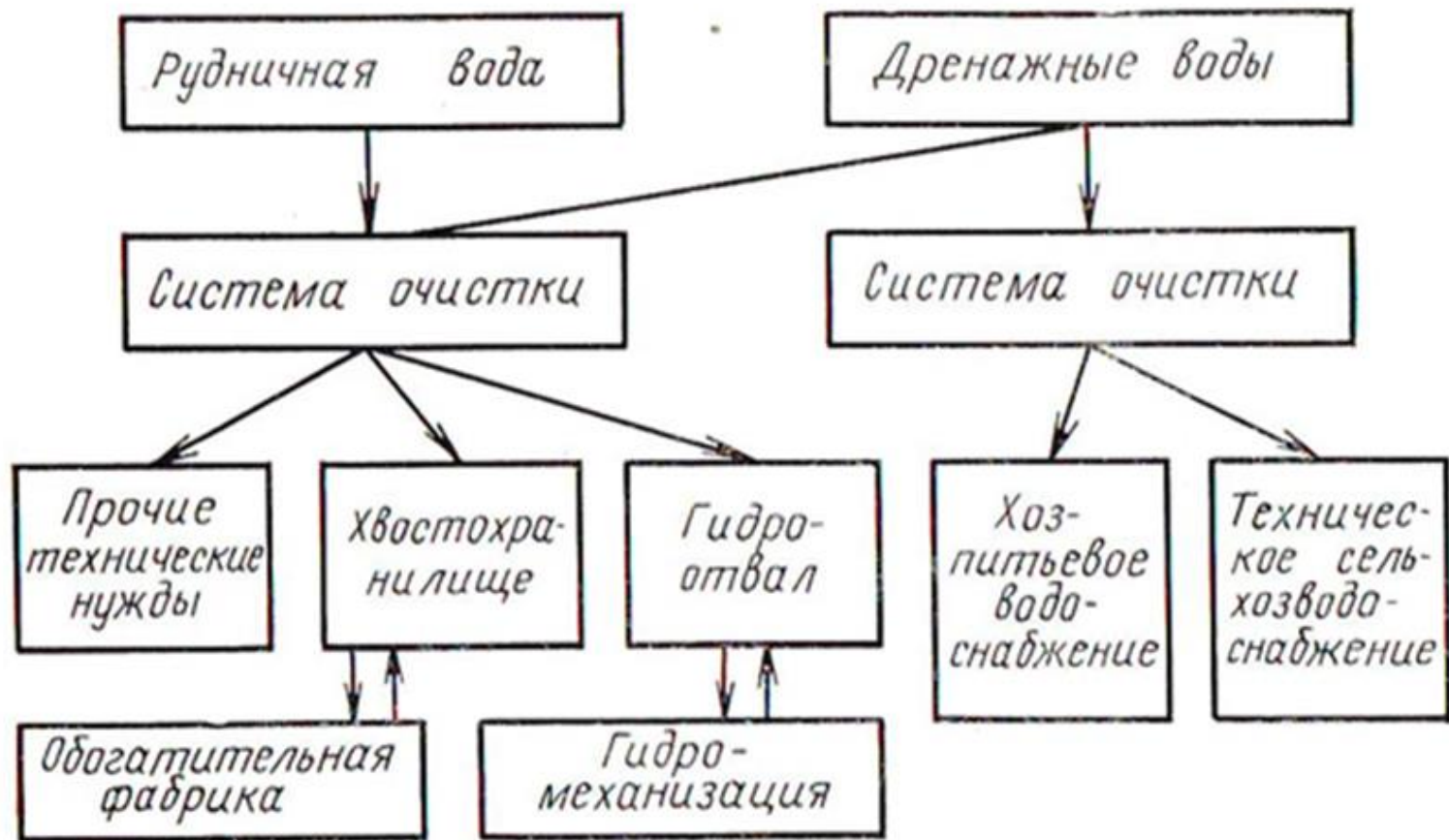


Схема использования дренажных и рудничных вод

Остаточные (не утилизированные) объемы шахтных вод могут использоваться для восполнения запасов подземных вод.

Особую актуальность приобретает проблема утилизации высокоминерализованных вод.

Перспективным в этой связи является организация промышленного извлечения ряда ценных компонентов. Так, при минерализации рудничных вод **150 - 200 кг/м³ содержание хлоридов натрия составляет 90 -95%, калия 1,5 - 2 кг/м³, брома 0,4 - 0,5 кг/м³**, что делает извлечение этих компонентов в промышленных масштабах рентабельным. Для лакокрасочной промышленности представляют интерес охры, образующиеся в местах выхода подземных вод в горные выработки. Имеется практика применения хлоридно-натриевых шахтных вод в бальнеологических целях в профилакториях, грязелечебницах и водолечебницах.

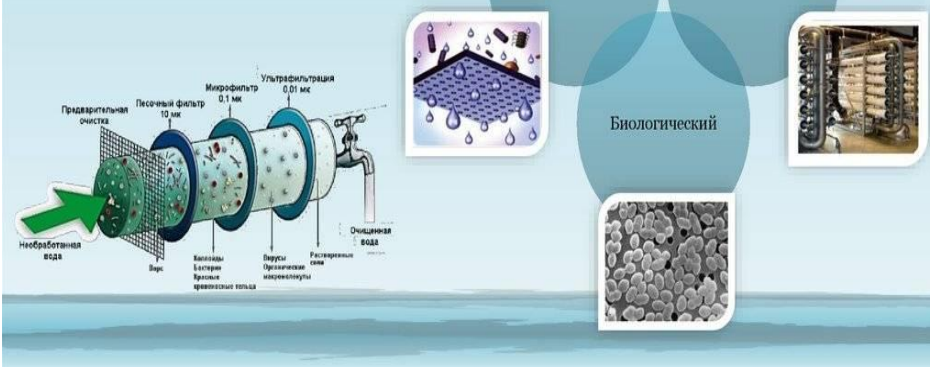
Применение очищенных шахтных и карьерных вод.

- Очищенные шахтные и карьерные воды используются на производственные нужды предприятия (тушение отвалов, гидрозакладка, борьба с пылью на поверхности шахт и карьеров, мокрое обогащение полезных ископаемых и т.д.), для орошения в сельском хозяйстве. Осадок, удаляемый из отстойников, направляется в пруды-шламонакопители, на иловые площадки (для использования) или в отвалы



Методы очистки воды

- Механический
- Химический
- Биологический



Основными методами очистки шахтных вод от взвешенных веществ являются отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка и фильтрование. Для этого применяются:

- пруды-отстойники



Пруд - отстойник

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД

Очистка шахтных вод – обработка шахтных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

Существующие методы очистки можно разделить на четыре группы:

- механические,
- химические,
- биологические,
- физико-химические.

Отстойники очистки сточных вод.

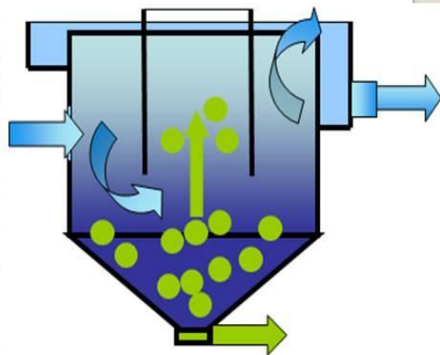
Отстойники - искусственные резервуары или водоёмы для выделения из шахтных, карьерных и производственных сточных вод взвешенных примесей, осаждения их под действием силы тяжести при небольшой скорости потока, а также для очистки сточных вод с помощью реагентов.



➤ вертикальные и радиальные отстойники



Радиальный отстойник



Вертикальный отстойник

Очистка шахтных вод от бактериальных примесей является завершающим этапом и производится путем хлорирования с использованием жидкого хлора, хлорной извести и гипохлорида натрия или бактерицидного облучения.



**Установка
бактерицид-
ного
облучения**

Очистка шахтных вод от нефтепродуктов в связи с невысоким их содержанием производится одновременно с очисткой от взвешенных веществ теми же методами и на тех же очистных сооружениях. С этой целью отстойники оборудуются устройствами для периодического удаления всплывающих нефтепродуктов.

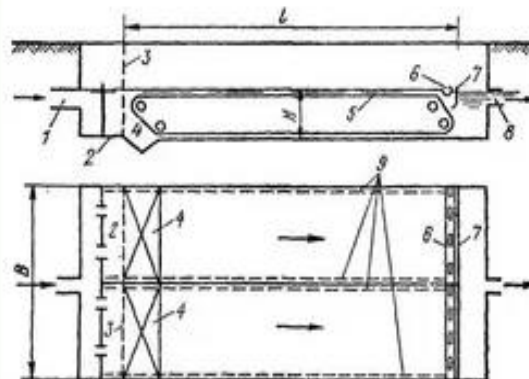
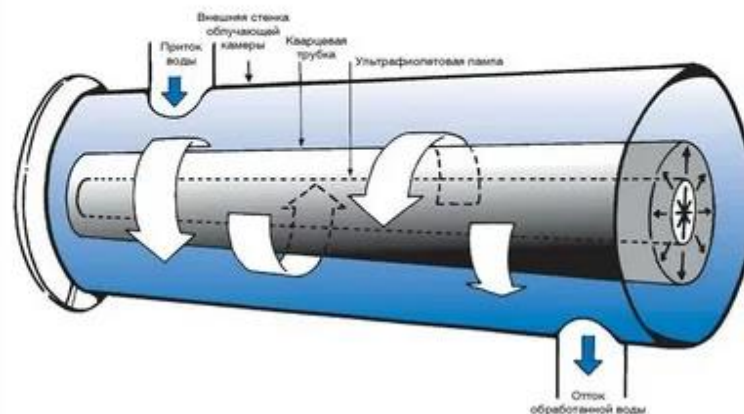


Схема устройства нефтеловушки

Обеззараживание воды проводится различными химическими (хлорирование, озонирование) и физическими (УФ-обработка) методами.



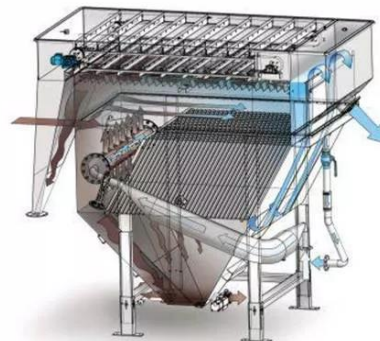
**Схема камеры облучения бактерицидной
установки**

Биологические методы применяются для очистки от растворенных в воде органических загрязняющих веществ (фенолов, роданидов и др.). Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

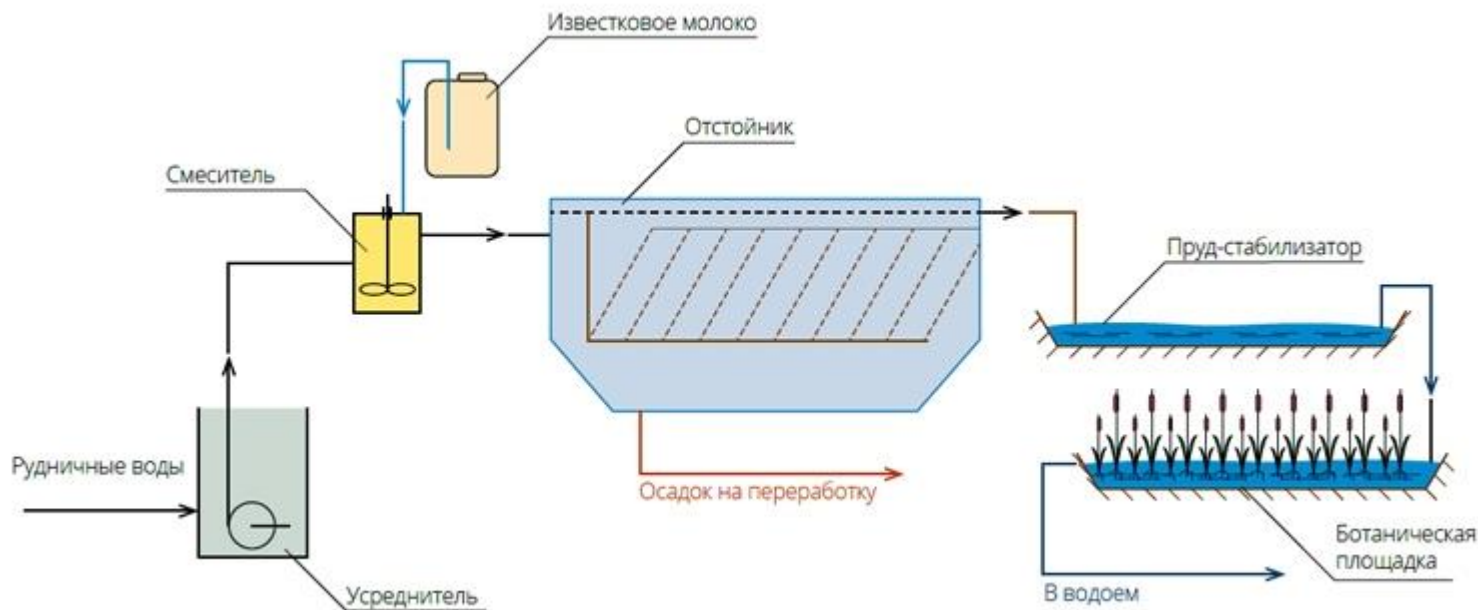


Аэротенк

Физические методы – это извлечение и обезвреживание вредных примесей путем изменения агрегатного состояния воды, воздействия на стоки ультразвуком, магнитным полем, ультрафиолетом, и т.п. Эти методы применяют для очистки вод от любых видов загрязняющих веществ в растворенном, взвешенном, коллоидном и других видах состояния.



Установка флотации



Пруды - отстойники



Оборудование пруда - отстойника









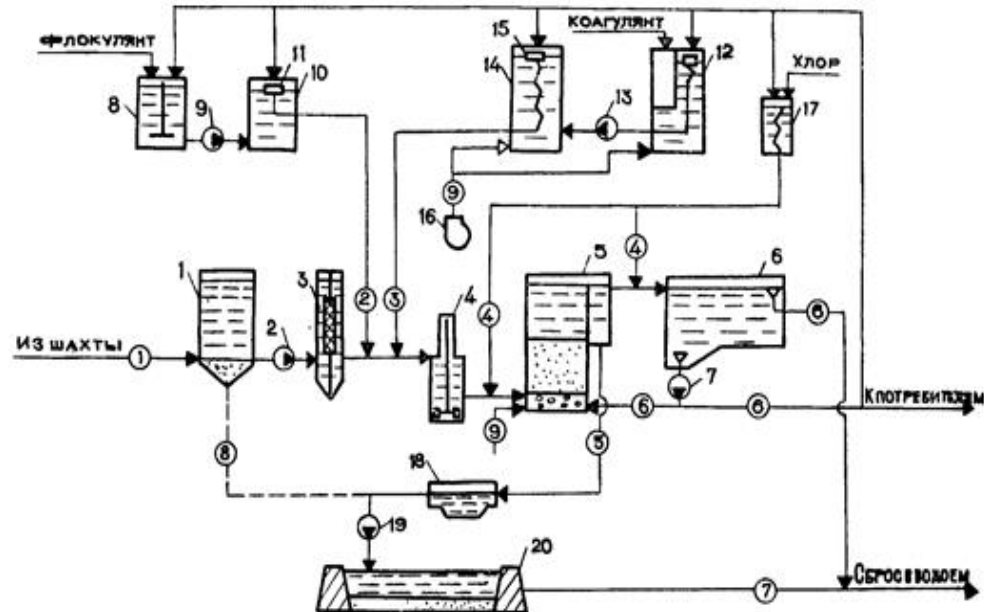


Таблица 15

Направления природоохран- ных работ	Перечень технологических мероприятий
Рациональное использова- ние и охрана недр	Снижение потерь угля и сланца при добыче и обогащении. Бесцеликовая выемка угля (сланца). Извлечение угля из разубоженной горной массы. Вовлечение в эксплуатацию некондиционных пластов или отдельных участков.
Рациональное использова- ние и охрана водных ресур- сов	Сокращение притоков воды в горные выработки, уменьшение загрязнения воды, выдаваемой на поверхность в процессе эксплуатации. Селективная выдача нормативно-чистой воды с рабочих горизонтов. Безотходная очистка шахтных и карьерных вод с утилизацией образующегося осадка. Комплексное использование очищенных шахтных и карьерных вод. Применение водооборотных систем при добыче и обогащении.
Охрана воздушного бассейна	Снижение пылегазообразования при технологических процессах производства; рационализация технических средств улавливания пыли и газов. Совершенствование технологии сжигания твердого топлива в котельных. Экологически безвредное складирование твердых отходов с последующей рекультивацией. Предотвращение вредных выбросов при сушке и пневматической сепарации углей. Утилизация продуктов пылегазоулавливания.
Охрана земельных ресурсов	Расширение применения внутреннего отвалообразования на разрезах. Оставление породы в шахтах Увеличение номенклатуры и объемов использования твердых отходов в народном хозяйстве. Рекультивация нарушенных земель с созданием оптимальных техногенных ландшафтов.



Технологическая схема очистки шахтной воды с использованием фильтров с восходящим потоком



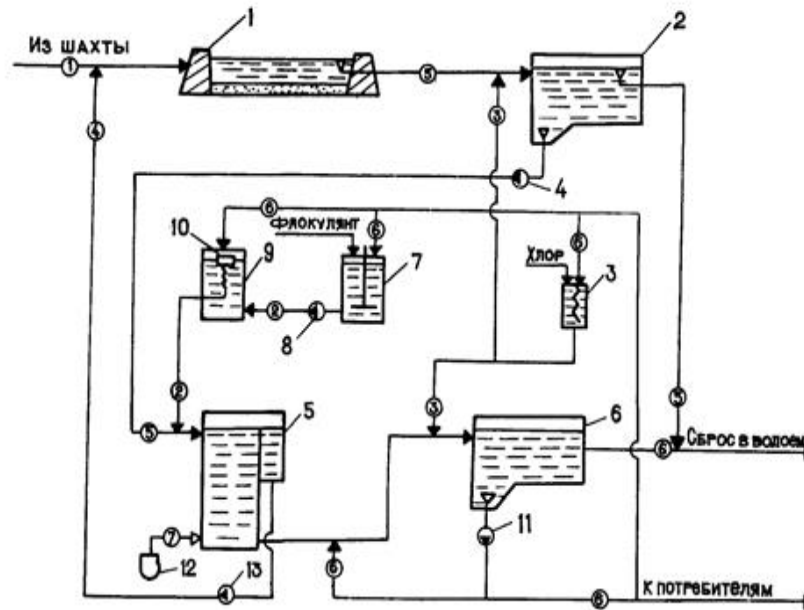
Вариант 2. С осветлением промывной воды и складированием осадка в илонакопителе:

I - усреднитель; 2, 7, 9, 13, 19 - насос; 3 - входная камера; 4 - смеситель; 5 - фильтр с восходящим потоком; 6 - резервуар очищенной воды; 8 - растворный бак ПАА; 10 - расходный бак ПАА; 11, 15 - поплавковый дозатор; 12 - растворный бак коагулянта; 14 - расходный бак коагулянта; 16 - воздуходувка; 17 - хлоратор; 18 - песколовка; 20 - илонакопитель;

① - исходная шахтная вода; ② - раствор флокулянта; ③ - раствор коагулянта; ④ - хлорная вода;
⑤ - промывная вода; ⑥ - очищенная шахтная вода; ⑦ - осветленная вода; ⑧ - исходный осадок;
⑨ - воздух

Рис. 13

Технологическая схема очистки шахтной воды с использованием прудов-отстойников

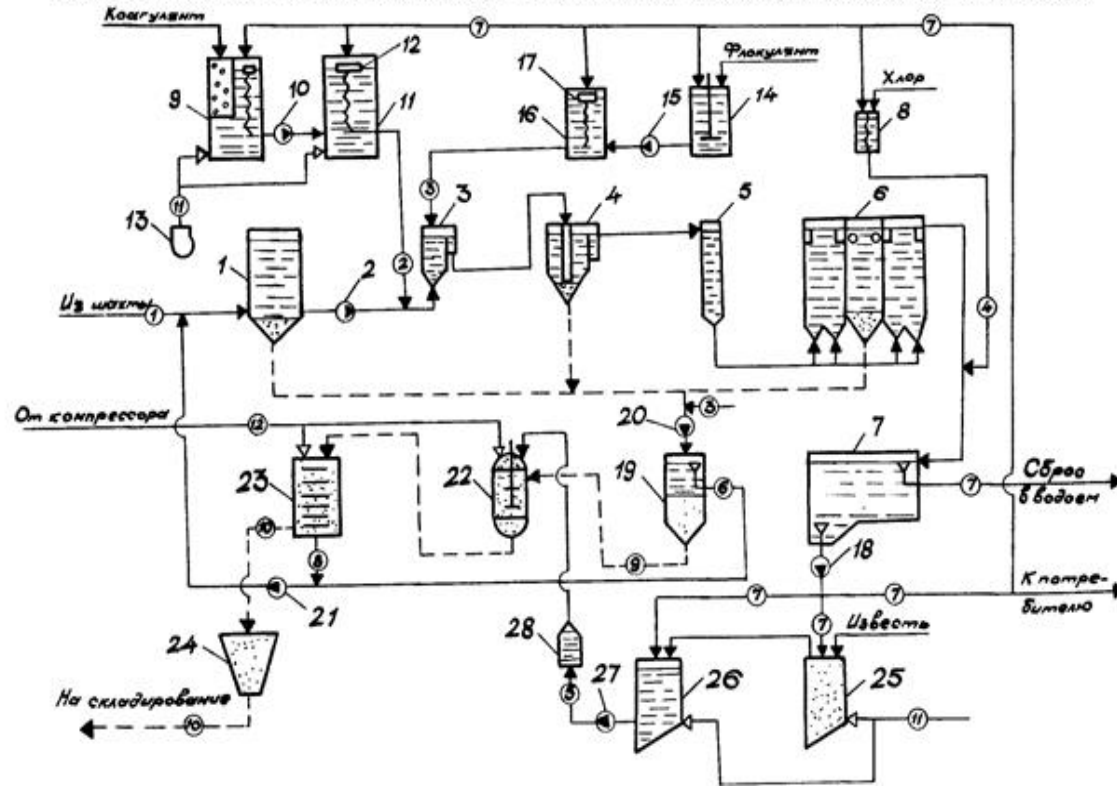


Вариант 3. Пруд-отстойник и скорые фильтры на часть притока:

- 1 - пруд-отстойник; 2 - контактный резервуар; 3 - хлоратор; 4, 8, II, I3 - насос;
 5 - скорый фильтр; 6 - резервуар очищенной воды; 7 - растворный бак флокулянта;
 9 - расходный бак флокулянта; 10 - поплавковый дозатор; 12 - воздуходувка;
 ① - исходная шахтная вода; ② - раствор флокулянта; ③ - хлорная вода;
 ④ - промывная вода; ⑤ - осветленная вода; ⑥ - очищенная шахтная вода;
 ⑦ - воздух.

Рис. 4

Технологическая схема очистки шахтной воды с использованием осветлителей с взвешенным слоем осадка



Вариант 3. С обезвоживанием осадка на фильтр-прессах:

1 - усреднитель; 2, 10, 15, 18, 20, 21, 27 - насос; 3, 22 - смеситель; 4 - камера хлопьеобразования; 5 - воздухоотделитель; 6 - осветлитель; 7 - резервуар очищенной воды; 8 - хлоратор; 9 - растворительно-хранилищный бак коагулянта; 11 - расходный бак коагулянта; 12, 17 - поплавковый дозатор; 13 - воздухоподогреватель; 14 - растворный бак флокулянта; 16 - расходный бак флокулянта; 19 - резервуар осадка; 23 - фильтр-пресс; 24 - бункер обезвоженного осадка; 25 - резервуар известкового молока; 26 - резервуар известкового теста; 28 - дозатор известкового молока;

- ① - исходная шахтная вода; ② - раствор коагулянта; ③ - раствор флокулянта; ④ - хлорная вода; ⑤ - известковое молоко; 6 - осветленная вода; ⑦ - очищенная шахтная вода; ⑧ - фильтрат фильтр-прессов; ⑨ - исходный осадок; ⑩ - обезвоженный осадок; ⑪ - воздух от воздушной подушки; ⑫ - сжатый воздух от компрессора.

Рис. 8

В связи с тем, что шахтные воды откачиваются в достаточно больших количествах, они представляют собой интерес для использования в технологиях обогащения полезных ископаемых после соответствующей подготовки и очистки, стадии которой определяются:

- дисперсностью и концентрациями взвешенной и коллоидной фазы;
- содержанием растворенных минеральных веществ, ионов металлов и реакцией среды.

Они могут использоваться:

- в процессе разработки месторождения, для закачивания воды в пласт, чтобы предотвратить выбросы пыли и газа;
- для устройства водяных заслонов, орошения забоев и других технологических операциях;
- для работы поверхностных шахтных сооружений;
- для гидротранспортировки;
- в процессах обогащения добытых полезных ископаемых.

