

Долина Л.Ф.

**Сточные воды предприятий горной
промышленности и методы их
очистки**

Справочное пособие

**Днепропетровск
2000г.**

Автор
Долина Леонид Федорович

Ответственный редактор
Павел Хазан

**Справочное пособие издано
организациями**

Молодежная экологическая

Лига приднепровья

ISBN 966-7480-00-5

Тел.: (0562)379572 , факс : (0562) 379593

Содержание	стр.
Предисловие	4
Об авторе	5
Введение	6
1. Сточные воды предприятий угольной промышленности, их образование, состав, свойства и степень воздействия на окружающую среду.	8
1.1. Классификация сточных вод предприятий угольной промышленности.	8
1.2. Шахтные воды.	9
1.3. Карьерные и дренажные воды.	13
1.4. Производственно-технологические сточные воды.	14
1.4.1. Сточные воды обогатительных фабрик.	14
1.4.2. Сточные воды предприятий угольного машиностроения.	15
1.5. Поверхностные стоки.	16
1.6. Хозяйственно-бытовые сточные воды.	17
2. Использование сточных вод.	17
3. Очистка шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ.	19
3.1. Осветление.	20
3.2. Фильтрация.	22
3.3. Технология и технологические схемы очистки шахтных, карьерных и углеобогатительных вод от взвешенных веществ.	24
3.3.1. Технология и технологические схемы очистки вод на углеобогатительных фабриках.	25
4. Опреснение минерализованных шахтных и карьерных вод	26
4.1. Термические методы опреснения.	27
4.2. Мембранные методы опреснения.	28
4.3. Другие методы опреснения, переработка и утилизация рассолов.	29
Толковый словарь специальных терминов	31
Литература	33
Приложения	

Предисловие

Дорогие читатели!

Предлагаем вашему вниманию справочное пособие, которое мы выпустили в рамках голландско-украинского проекта «Дана». Цель этой книги - повышение уровня экологических знаний для участия в принятии решений по вопросам охраны окружающей среды.

Автор пособия дает представление о технологиях и сооружениях по очистке сточных вод, которые существуют на современных горных предприятиях, главным образом, угольной промышленности, а также затрагиваются некоторые аспекты горнорудных предприятий. Здесь вы найдете информацию о составе и методах очистки промышленных и хозяйственных сточных вод. Применяемых на обогатительных фабриках, шахтах, карьерах.

Книга предназначена для широкого круга читателей, и прежде всего для членов общественных природоохранных организаций, которые не имеют специального образования в области горной промышленности и очистки сточных вод.

Об авторе

Долина Леонид Федорович, доцент, кандидат технических наук, член правления экологического консорциума "Экофонд Приднепровья", эксперт проекта "Дана", Работает на кафедре гидравлики и водоснабжения Днепропетровского Государственного Университета железнодорожного транспорта. Окончил Днепропетровскую Национальную Горную академию по специальности обогащение полезных ископаемых, защитил диссертацию по обработке и обезвоживанию осадков сточных вод горных предприятий. Автор более 160 статей, трех монографий, 2 учебников, 15 брошюр и 10 авторских свидетельств и патентов в области очистки промышленных сточных вод, а также вопросов охраны окружающей природной среды.

«Самару шахти провалили.
Вугілля... Страйки... Знову план,
Що потягнув підземно жили
До не підземно зримих ран.
Козацькі плавні сіллю вмились,
Чорнозем срібно засивів.
А де ж та, справді, люди, милість -
Чи загубилася між слів?
Ріка, освячена Собором,
І спритним лицарським веслом,
Напевних днів прозорий сором
Хова лелеки під крилом..."

Сергей Бурлаков

Введение

В горной промышленности (угольной, рудной и нерудных материалов) попутно с добычей полезных ископаемых забирается вода, объем которой в несколько раз превышает объем потребления ее промышленными предприятиями отрасли. Поэтому создать бессточные системы на горнодобывающих предприятиях не представляется возможным. Обратные системы водоснабжения имеются на ряде обогащательных фабрик и на некоторых сооружениях поверхностного комплекса шахт. В то же время только создаются системы водооборота на ремонтных и машиностроительных предприятиях. Загрязненная попутно забираемая вода подвергается в той или иной степени очистки при сбросе ее в водные объекты и при передаче потребителям горной промышленности или другим отраслям.

Постоянный переход горных работ на более глубокие горизонты приводят к увеличению объемов и загрязненности различными веществами попутно забираемых вод. Требования к качеству очистки сточных вод при выпуске их в водоемы, а также при последующем использовании сточных вод. Обуславливают широкое применение разнообразных методов и технологий очистки.

Помимо загрязнения механическими и органическими примесями. Шахтные воды характеризуются высоким солесодержанием, что ограничивает их комплексное использование в промышленности без надлежащей очистки, а также представляет реальную опасность загрязнения поверхностных и подземных вод.

Так в Днепропетровской области образуется 50 млн. м³ шахтных вод в год, из них: - 30 млн. солесодержанием 3-5 г/л; - 20 млн. м³ с солесодержанием 14 - 30 г/л.[14]

Несмотря на возросшие научные и технические возможности, проблема охраны поверхностных вод и, в частности, санитарной охраны водоемов от загрязнения шахтными водами остается актуальной и до сих пор не решенной.

Кроме того, при выработке угольных и рудных месторождений происходит деформация пластов, в результате чего, земля поверхности проседает, и затопливается водой. Так, выработка угольных пластов шахтой "Благodatная" (Павлоградуголь) в течение 18 лет, привела к проседанию земли, ее затоплению и уничтожению деревни Вербки, образовались болота, уничтожились сельскохозяйственные угодья. В то же время 1 Га украинского чернозема в состоянии прокормить, одеть и обустроить 33 человека!!!

Шахтная добыча угля меняет ландшафт Украины. Более тысячи терриконов выросло в Донбассе, Днепропетровской, Львовской и Волынской областях. В Донбассе они занимают около 4 тысяч Га плодородных земель.

Распространенное мнение о том, что это "мертвые" холмы, обманчиво. Из-за содержания серы в породах в недрах терриконов тлеет адский костер, температура

которого 600-800 °С. В дожди и при таянии снегов она повышается, что может привести к взрыву.

Ежедневно в воздушный бассейн Украины они выбрасывают десятки тонн пыли, угарного газа, сернистого ангидрида и других вредных примесей, кроме того, стоки с терриконов загрязняют почву и водоемы. Экологическая опасность терриконов несомненна, но как с ней борются - решения нет.

При перевозке угля и других полезных ископаемых вследствие выветривания, плохого уплотнения угля в железнодорожных вагонах и других факторов, происходит их потери. Уголь, кокс, железные и урановые руды и другие материалы "высевают" землю вдоль железных путей [25,26], загрязняя окружающую среду. Так, только из-под вагона емкостью 60 т. при скорости движения 60 км/ч. теряется 1.02 т. угля. Полезные ископаемые, попадая на почву, разносятся ветрами, уносятся дождями и снегами, поступают в водоемы и загрязняют их. Экологическая опасность вдоль железнодорожных путей несомненна и требует решения.

В Желтых Водах, Кривом Роге, Днепродзержинске и в Днепропетровском районе находятся миллион тонн горных радиоактивных отходов [21], которые будут представлять опасность для всего живого тысячелетия. Ведь только у радия-226 - основного

радиоактивного элемента - период полураспада длится 1600 лет, а у урана-238, вообще, - более четырех миллиардов лет. Хранятся радиоактивные отходы в хвостохранилищах.

По данным обл. СЗС, таких хвостохранилищ на территории Днепродзержинска и Днепропетровского района было построено 9. Сейчас в них находится 36 млн.т. отходов общей активностью 75 тысяч кюри. Причем хвостохранилище "Д" со слаборадиоактивными жидкими отходами расположено на берегу (!) Днепра. В

1974 г. оно было законсервировано.

Все вышеуказанные факторы отражаются на здоровье всех людей, и, прежде всего, тех которые работают на горных предприятиях. Так, в структуре профзаболеваемости первое место - 45.9% занимает железорудное производство, на втором - 41.6% - угле добывающее, на третьем - 2.6% - черная металлургия, затем идут строительство, машиностроение... Это утверждает директор Украинского НИИ промышленной медицины д.м.н., проф. Карнаух Н. (24). Наиболее высокий уровень заболеваемости на таких предприятиях, как шахты "Гвардейская", "Тиганий", им. Орджоникидзе, ОАО "СевГОК", "ЦГОК", "НГОК" и др.

У горняков подземной добычи железной руды здоровье, как правило, дает перебои в 40-49 лет, а на открытой добычи в 50-59. Строители ощущают дискомфорт в 40-49 лет, преподаватели и медики 30-39 и 50-59. В целом профзаболевания возникают при стаже работы во вредных условиях свыше 10 лет - 98.3% - и достигают своего апогея после 25-летнего труда. Однако в последнее время отмечаются единичные случаи и после 9 лет работы в таких отраслях, как железорудная, угольная, марганцеворудная, сельское хозяйство. Ежегодно в Украине регистрируется свыше 8-10 тысяч профзаболеваний.

Снижения количества различных загрязняющих веществ, которые сбрасываются в естественные водоемы, является одной из мер санитарной защиты водоемов. Реализация этой меры значительной степени зависит от изученности методов очистки шахтных вод, рациональной привязки очистных сооружений, темпов строительства и правильной их эксплуатации.

В данном пособии приводятся сведения и обобщенные данные по образованию качественно и количественным характеристикам шахтных и других промышленных сточных вод преимущественно угольной промышленности, а также по методам и технологии очистки сточных вод.

Помните! Сброс 1 м³ сточных вод делает не пригодным 10-50 м³ чистой воды.

Сейчас в Украине (на июль 1999 г) из 276 угольндобывающих шахт функционируют 210. В 1998 году было закрыто 12 шахт, еще 53 шахты находятся в стадии закрытия. Оббьем добычи угля составляет примерно 160 млн.т. в год.

I. Сточные воды предприятий угольной промышленности, их образование, состав, свойства и степень воздействия на окружающую среду.

Угольная промышленность объединяет горнодобывающие и перерабатывающие предприятия - шахты и резервы, обогатительные и брикетные фабрики, а также машиностроительные и ремонтные заводы, предприятия стройиндустрии и промышленного транспорта. Каждое предприятие в результате своей деятельности образует различное количество сточных вод, состав и свойства которых зависят в основном от выпускаемой продукции и принятых технологических процессов.

Вскрытие и эксплуатация угольных месторождений связана с непереносимой откачкой воды, попадающей в горные выработки. На некоторых водообильных месторождениях для создания благоприятных условий ведения горных работ производят предварительное осушение полей полезных ископаемых, откачиваемая на угледобывающих предприятиях вода является попутно забираемой, она относится к сточной, т.к. подвергается загрязнению. Попутно забираемые воды являются природными.

1.1 Классификация сточных вод предприятий угольной промышленности

Все сточные воды горной промышленности разделяются на:

I. Попутно - забираемые: шахтные, карьерные. Дренажные.

II Производственно-технологические технологические. Охлаждающие, промывочно-обеспыливающие.

III Поверхностные: дождевые, талые, поливочно-мочные.

IV Хозяйственно-бытовые: банно-прачечные. фекальные, мочные.

Шахтные воды образуются в результате фильтрации подземных и поверхностных вод в подземные горные выработки. Проходя горные выработки. Вода подвергается различного рода загрязнению. Такая вода не может быть сброшена в водоемы без очистки и использована для технического водоснабжения, как правило, без соответствующей обработки.

Карьерные воды образуются за счет поверхностных, а также подземных вод. Попадающая вода в горные выработки, подобно шахтной, загрязняется и должна быть очищена перед сбросом в водоемы или при техническом водоснабжении.

Дренажные воды формируются из поверхностных и подземных вод откачиваются на поверхность через дренажные горные выработки или сооружения с целью осушения шахтных или карьерных полей. Дренажные воды не имеют контакта с загрязняющими их объектами горного производства и поэтому могут быть использованы в хозяйственно-бытовом и техническом водоснабжении. Как с очисткой, так и без нее.

Технологические воды являются рабочей средой в технологических процессах. К таким технологическим процессам можно отнести: мокрое обогащение углей и сланцев, гидродобычу, гидротранспорт, гидрозолоудаление, гидровскрышу, гальванические процессы в машиностроении и т.д. Эти воды сильно загрязнены и требуют очистки.

Охлаждающие воды образуются при охлаждении машин и аппаратов (компрессоров, кондиционеров, дегазационных установок), а также деталей машин при термообработке и т.д. Эти воды в основном имеют так называемые "температурные" загрязнения, их иначе называют "условно чистые". Они нуждаются в охлаждении и могут повторно использоваться в процессах.

Промывочно-обеспыливающие воды образуются в результате продувки котлоагрегатов, промывки деталей и узлов машин на ремонтных заводах и мастерских, а также для борьбы с пылью на предприятиях. Эти воды очень сильно загрязнены и нуждаются в очистке. Все производственно - технологические сточные воды при их использовании и сбросе в водоемы в основном нуждаются в очистке.

Дождевые стоки создаются атмосферными осадками - дождями, стекающими с территории промышленных площадок. Загрязнены в той или иной степени и нуждаются в очистке.

Поливочно-моечные стоки образуются за счет полива территории с целью их обеспыливания, санитарной уборки, орошения трав и зеленых насаждений. Загрязнены и нуждаются в очистке.

Банно-прачечные воды образуются при работе душевых, для работающих на производстве, а также после стирки спецодежды. Загрязнены и нуждаются в очистке и обеззараживании.

Фекальные воды образуются при работе санузлов, загрязнены и нуждаются в очистке и обеззараживании.

Моечные воды образуются при санитарной уборке производственных помещений, мытье обуви и т.д., загрязнены и нуждаются в очистке и обеззараживании.

Большое разнообразие химического состава шахтных вод вызывает необходимость их классификации по химическому составу, так как выделение типов воды облегчает оценку ее питьевых, технических и ирригационных качеств, а также свойств, оказывающих отрицательное влияние на поверхностные и подземные водные источники. Суммарное содержание растворенных солей в шахтных водах находится в значительных пределах от 500 до 100 000 мг/л и даже выше.

Существует ряд классификации подземных вод по степени минерализации, наиболее приемлемой является следующая классификация шахтных вод [2]:

<i>Воды</i>	<i>Минерализация, г/л</i>
Пресные	До 1
Слабосолоноватые	1-3
Солоноватые	3-5
Сильносолоноватые	5-10
Соленые	10-25
Сильносоленые	25-50
Рассолы	Свыше 50

Шахтные воды по определяющим их состав и показателям разделяются на три характерных вида (1):

- 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.

Из общего объема шахтных вод 52% имеют минерализацию свыше 1 г/л, 10% вод являются кислыми; в том числе с минерализацией более 3 г/л - 2,6% и с минерализацией свыше 5 г/л - 6,0%.

Степень кислотности шахтных вод обуславливается присутствием свободной серной кислоты и характеризуется концентрацией водородных ионов (рН). В восточном Донбассе кислые шахтные воды формируются в антрацитовых районах (Гуково-Зверском и Шахтинско-Несветавском).

Наличие кислых шахтных вод показывает, что нельзя отождествлять подземные и шахтные воды. Кислых подземных вод в районе угольных месторождений не существует, в то время как кислые шахтные воды имеют место и образуются в выработках

(преимущественно в старых) вследствие окисления сульфидов серы (в виде пирита) под действием воды и кислорода воздуха. Они обычно содержат бурую взвешенную муть - окись и закись железа.

Существует также ряд химических классификаций природных вод, в том числе и подземных по преобладающему аниону. В соответствии с наиболее распространенной классификацией [2], воды делятся на три класса:

I классе - гидрокарбонатный и карбонатный ($\text{HCO}^{\text{''}}_3$, $\text{CO}^{\text{''}}_2$, $\text{CO}^{2\text{''}}_3$),

II классе - сульфатный ($80^{2\text{'}}_4$),

III классе - хлоридный ($\text{Cl}^{\text{'}}$).

Каждый класс в свою очередь делится по преобладающему катиону на три группы: кальциевую, магниевую, натриевую.

В химическом названии воды по выше указанной классификации на первое место всегда ставятся анионы, на второе – катионы, читаются они в порядке от большего к меньшему. Так, если в химическом составе воды преобладают хлориды и сульфаты, причем сульфатов больше, чем хлоридов, то воду называют сульфатно-хлоридной.

1.2. Шахтные воды

Объем шахтных вод зависит от многих факторов и составляет от менее 100 до более 1000 м³/ч. Количество поступающей в горные выработки воды, т.е. обводненность шахт с точки зрения водоохраных мероприятий имеет определенное значение при выборе той или иной технологии очистки шахтных вод. Так, если приток воды меньше 50 м/ч, он может быть использован при соответствующей водоподготовке для технических нужд шахты без сброса в гидравлическую сеть.

Максимальный приток шахтных вод, особенно в неглубоких разработках (до 300 м.), наблюдается в период весеннего половодья.

Расход сточных (шахтных) вод на 1 т. добываемого угля колеблется от 2 до 20 м.

Таблица № 1. Обводненность шахт основных угольных бассейнов Украины

Бассейны	Приток вод, м ³ /ч				
	До 50	50-100	100-300	300-1000	Свыше 1000
Донецкий	3,4/0,5	9/2,6	58,9/43,1	27,9/50,8	0,8/3
Львовско-Волынский	35/15,1	55/53,7	5/6,8	5/24,4	-
Западно-Донбасский	-	-	-	100/100	-

Примечание: В числителе - число шахт (%), в знаменателе - суммарной водопроток (%).

По обводненности шахты, а вернее шахтные поля, делятся на четыре группы (1):

- слабо обводненные и практически необводненные с притоком до 100 м³/ч;
- умеренно обводненные, водопроток которых изменяется от 100 до 300 м³/ч;
- обводнение - 300-1000 м³/ч;
- весьма обводненные - более 1000 м³/ч.

Из таблицы № 1 видим, что наибольшее количество шахтных вод получается в Западном Донбассе и Донецком бассейне. Приведенная характеристика шахт по обводненности имеет определенное значение при выборе той или иной технологии очистки шахтных вод.

Состав и свойства шахтных вод зависят от множества факторов. Главным из них можно отнести состав и свойства подземных вод, питающие горные выработки, состав и свойства вмещающих горных пород, свойства угольных пластов, горногеологические и

горнотехнические условия, средства механизации выемки угля и проходки подготовительных выработок, к вспомогательные - климат, рельеф местности, растительность и др.

Шахтные воды отличаются большим разнообразием химического состава, непригодны для питья и обладают свойствами, исключающими их использование в технических целях без предварительной обработки.

Шахтная вода обычно не имеет запаха, однако иногда затхлый неприятный запах придает ей растворенный сероводород или разлагающиеся органические вещества. Температура воды в зависимости от географического расположения шахт и глубины разработки колеблется в пределах 6-25°C. Цвет воде придают растворенные и взвешенные вещества. Например, железистые соединения придают воде бурую окраску, если же твердая фаза преимущественно представлена дисперсными частицами угля - шахтные воды приобретают черный цвет. При значительном количестве породных включений цвет воды становится серым. Иногда встречаются шахтные воды с желтовато-серым цветом, указывающим на присутствие в основном глинистых частиц.

Привкус шахтной воде придают в основном растворенные минеральные соединения, газы и другие вещества. Распространенный солоноватый привкус объясняется присутствием хлористого натрия. При наличии в воде сульфатов магния и кальция она приобретает горький привкус, ионы железа придают воде неприятный вкус, а органические вещества сладковатый. На верхних горизонтах многих шахт преобладают гидрокарбонатные шахтные воды. Эти воды обладают приятным вкусом, что является результатом присутствия в них гидрокарбонатов, кальция и магния, а также уголекислоты.

Загрязнения шахтных вод делятся на минеральные, органические и бактериальные.

Органические загрязнения представлены частицами чистого угля, минеральными маслами, применяемые для смазки машин и механизмов, продуктами жизнедеятельности живых организмов, разложения древесины и другими, основной составной частью которых является углерод (органический). Эти загрязнения находятся в шахтных водах в растворенном и взвешенном состоянии. Более половины шахтных вод загрязнены нефтепродуктами.

Степень загрязнения шахтных вод органическими веществами оценивается по показателям БПК, ХПК и окисляемости.

Окисляемость является загрязненность шахтной воды органическими веществами и выражается количеством кислорода в миллиграммах, затрачиваемого на окисление этих веществ в 1л. воды в определенных условиях. Величина окисляемости шахтных вод Донецкого бассейна находится в пределах 6.5 - 40 мг O_2 /л.

Другим показателем органического загрязнения шахтных вод является БПК - биохимическая потребность в кислороде, которая определяется количеством кислорода необходимого для окисления органических веществ биологическим путем за определенный промежуток времени.

Обычно определяют БПК₅, БПК₀ и БПК_М = БПК_{ПОЛНОЕ} (пяти и двадцатисуточную). Показатели БПК весьма разнообразны для вод даже в пределах одного бассейна. Так, БПК₅ шахтных вод Донецкого бассейна находятся в пределах 0.36-85.9 мг O_2 /л (2), по другим данным от 0.2 до 110 мг/л (23).

Третьим показателем загрязнения шахтных вод является ХПК - химическая потребность в кислороде, которая определяется количеством кислорода необходимого для окисления всех загрязняющих веществ в воде с помощью различных химических веществ - окислителей. Показатели ХПК весьма разнообразны для вод даже в пределах одного бассейна от 5 до 250 мг O_2 /л

Содержание нефтепродуктов в шахтных водах изменяется от 0 до 50 мг/л и более. Максимальные концентрации нефтепродуктов наблюдались на комплексно-механизированных шахтах "Павлоградуголь" >50 мг/л. Среднее содержание

нефтепродуктов в шахтных водах составляет обычно 0.5-2 мг/л и зависит от степени механизации шахт. Более половины шахтных вод загрязнены нефтепродуктами.

Взвешенные нерастворимые загрязнения в шахтных водах представлены в виде грубодисперсных взвесей с размером частиц 100 мкм, а также суспензий и келоидных взвесей с размером частиц соответственно от 100 до 0.1 и от 0.1 до 0.001 мкм. Анализ шахтных вод 177 шахт Донбасса показал, что в шахтных водах 87% шахт среднего содержание взвешенных веществ находятся в пределах 50-600 мг/л, а их количество может быть от 30 до 2500 мг/л и более.

Взвешенные вещества в шахтных водах представлены угольными и породными частицами, вещественный состав которых соответствует составу ископаемого угля и вмещающих пород. Зольность взвеси, полученная в результате анализа осадка, изменялась от 20 до 80%, причем с уменьшением размеров частиц она увеличивалась. Наиболее тонкие взвеси представлены в основном глинистыми частицами.

Элементы	Производственное объединение									
	Донецкуголь		Артемуголь		Шахтерскантрацит		Торезантрацит		Красноармейск-уголь	
	От	до	от	До	от	до	от	до	от	ДО
Медь	0,012	0,073	0,007	0,039	0,019	0,096	0,010	0,720	0,009	0,118
Кобальт	0	0,019	0	0,020	0	0,120	0	0,454	0	0,118
Никель	0	0,024	0,003	0,025	0,005	0,096	0,002	0,720	0	0,120
Цинк	Нет		Нет		0	2,390	0	4,540	0	0,094
Молибден	0,01	0,004	0	0,004	0,002	0,005	0,001	0,004	0	0,009
Хром			0	0,009	0	0,005	0	0,011	0	0,003
Ванадий	0	0,022	0	0,007	0,005	0,010	0	0,009	0	0,024
Титан		1,137	0,007	0,065	0,023	0,092	0,023	0,144	0	0,150
Марганец	0,048	0,374	0,025	0,474	0,044	3,590	0,027	8,640	0,010	1,500
Барий	0	4,400	0	0,660	нет		0	0,390	0	0,940
Цирконий	0	0,187	0	0,834	0	0,188	0	0,454	0	1,109
Алюминий	0,350	2,130	0,131	2,788	0,35	9,590	0,288	144,0	0	15,0
Серебро	0	0,011	0	0,003	0,01	0,001	0	0,003	0	0,076
Литий	0	0,140	0	0,090	нет		0	0,116	0	0,052
Стронций	0	12,10	0	4,70	3,6	7,6	3,0	13,30	0	8,0
Кремний	18,4	35,0	15,0	39,8	14,7	29,9	9,6	72,0	12,7	53,6
Железо	0,39	1,87	0,19	1,93	0,46	1,23	0,23	288,0	0	293,0

Дисперсный состав взвешенных веществ в шахтных водах Донбасса, % (по массе)

Размер частиц, мкм.	Содержание частиц, %
более 50	7-18
10-50	22-77
5-10	15-35
менее 5	17-53.

Частицы крупностью более 50 мкм. могут быть в основном уловлены в отстойниках без добавки реагентов; частицы в диапазоне 10-50 мкм - в отстойниках, но с

добавкой реагентов; частицы размером 5-10 мкм - в фильтрах без добавки реагентов; частицы менее 5 мкм - в фильтрах с добавкой реагентов.

Кислая шахтная вода содержит взвешенные вещества, представленные главным образом угольно-породными частицами, а также гидроокисью железа в коллоидной форме, в некоторых случаях твердая взвесь, содержащаяся в кислых шахтных водах, может полностью состоять из гидроокисей железа. Кислые шахтные воды, не содержащие угольно-породные частицы, могут быть бесцветные. Однако в большинстве случаев они имеют окраску от желтого до желто-бурого цвета. Интенсивность окраски увеличивается с возрастанием степени загрязнения воды.

Содержание микроэлементов в шахтных водах обусловлено их количеством в подземных водах угленосных отложений и процессами, связанными с миграцией элементов из горных пород в шахтные воды. Так, на шахтах Восточного Донбасса обнаружено около 30 химических элементов, что в основном соответствует количеству микроэлементов подземных вод угленосных отложений [1]. Ряд микроэлементов, таких как Fe, Al, Mn, Cu, Co, Sr в шахтных водах содержится в значительных количествах по сравнению с содержанием их в подземных водах. Из таблицы №2 видно, что содержание отдельных микроэлементов в шахтных водах превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК), что вызывает необходимость проводить оценку возможности отвода стоков в водоемы с учетом их разбавляющей способности или предварительной очистки перед сбросом в водоемы. Так, содержание стронция, никеля, меди, титана, цинка, бария и железа выше допустимых концентрации в шахтных водах Донбасса.

Наличие в воде связанной серной кислотой ускоряет процессы выщелачивания из горных пород солей меди, цинка, алюминия.

В шахтных водах Русского бассейна (ФРГ) количество солей бария и стронция достигает мг/л [2].

Тяжелые металлы влияют на здоровье людей, на окружающую среду и самоочищение водоемов и поэтому должны учитывать при очистке и сбросе сточных шахтных вод в водоемы (приложения 2 и 3).

Минеральные загрязнения в шахтных водах (табл.3) находятся в растворенном и взвешенном состоянии. Сумма минеральных веществ изменяется весьма значительно даже в пределах одной шахты, однако каждый угольный бассейн можно охарактеризовать определенным интервалом изменения минерализации шахтных вод. В Донбассе встречаются шахтные воды от слабосоленых (1-3 г/л) до соленых (10-25), а отдельные шахты Западного Донбасса характеризуются сильносолеными (25-50 и более, г/л) шахтными водами. Степень минерализации шахтных вод с увеличением глубины разработки возрастает. Это наблюдается практически на всех шахтах с высокоминерализованными водами. Весьма отчетливая зависимость повышения минерализации шахтных вод с увеличением глубины разработки видна на терновской группе шахт, ПО "Павлоградуголь", где с переходом горных работ на каждый нижележащий горизонт солесодержание увеличивалось на 3-5 г/л. На шахте "Пролетарская" ПО "Стахановуголь" при переходе разработок с отметки 500 м. на отметку 700 м. солесодержание в воде возросло с 9 до 35 г/л.

Таблица №3. Минерализация шахтных вод разных угольных бассейнов Украины.

<i>Бассейн</i>	<i>Минерализация, мг/л</i>
Донецкий	300-35000
Западный Донбасс	15000-50000 и более
Львовско-Волынский	700-6500

Таблица №4 Качественный состав шахтных вод Украины

Бассейн	ч РН	Содержание, мг/л взвешен. в-ва	железо общ.	хлориды	сульфаты	сухой остат.
Донецкий	6.8-9.1	20-13000	0.33	24-4000	130-8000	30-7000
Львов-ско-Волынск.	-	24-1400	-	24-6000	10-500	520-8000

В кислых шахтных (табл.4) водах наряду с увеличением количества сульфат ионов, наблюдается заметное уменьшение гидрокарбонатов. В целом в шахтных водах, как и в подземных, с увеличением глубины происходит уменьшение содержания ионов кальция, магния, сульфат ионов и увеличение содержания ионов натрия и хлора.

Солоноватые воды перед сбросом в водоемы должны быть опреснены. С точки зрения применения современных методов их опреснения солоноватые воды условно разделяются на подгруппы со следующей минерализацией:

- 1-3 г/л - шахтные воды, для опреснения которых экономически целесообразно применение гидротехнических и химических (в частности с помощью ионообменных смол) методов опреснения;
- 3-5 г/л - шахтные воды, опреснение которых целесообразно из технико-экономических соображений проводить освоенными промышленностью аппаратами с использованием мембранных методов;
- свыше 5 г/л - шахтные воды, для опреснения которых экономически целесообразно применение термических методов опреснения.

Жесткость шахтных вод. Различают жесткость общую, карбонатную (временная) и некарбонатную (постоянная). Общая жесткость характеризуется присутствием в воде солей кальция и магния - $\text{Ca}(\text{HCO})$, CaSO_4 , MgSO_4 и MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Карбонатная жесткость характеризуется наличием карбонатов кальция и магния, выпадающих в осадок при кипячении - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Некарбонатная жесткость обуславливается присутствием сульфатов и хлоридов кальция и магния.

Согласно ГОСТ 4151-72, жесткость воды выражается в мг. Экв/л кальция и магния (1 мг. Экв жесткости соответствует содержанию 20.04 мг/л Ca^{2+} или 12,16 мг/л Mg^{2+}).

Величина жесткости шахтных вод Донбасса характеризуется жесткостью, изменяющейся в пределах 1.5-30 мг экв/л и более.

Наличие солей жесткости и большой минерализации шахтных вод способствует загрязнению водоемов солями, ухудшает питьевые качества, а порой делает их непригодными для хозяйственно-питьевых и промышленных целей. Использование таких вод в сельском хозяйстве приводит к засаливанию почв и непригодных для выращивания культур. Соли жесткости откладываются на стенках трубопроводов, нарушают теплообменные процессы и могут привести к взрыву котлов. Поэтому ГОСТом регламентируется общая жесткость для вод хозяйственно-питьевого назначения не более 7 мг-экв/л и для паровых котлов не более 0.1 мг-экв/л.

Загрязнения азотной группы (азота аммонийных, нитратных и нитритных ионов) в шахтных водах указывает на то, что это произошло в результате распада продуктов растительного и животного происхождения. Присутствие ионов NH_4^+ и NO_2^- свидетельствует о свежем загрязнении. Присутствие иона NO_3^- показывает, что загрязнение произошло давно, и вода подверглась самоочищению. Наличие нитратов в очищенной шахтной воде указывает на достаточно полную ее очистку от органических загрязнений.

Содержание ионов NO_2^- и NO_3^- в шахтных водах составляет соответственно 0.01-2.1 и 1-15 мг/л, содержание иона NH_4^+ в пределах 0-0.8 до 10 мг/л. Наличие этих ионов может указывать на фекальное загрязнение шахтных вод.

Бактериальное загрязнение шахтных вод обусловлено наличием в них большого количества микроорганизмов, что является следствием попадания в воду продуктов гниения древесины и живых организмов. Это создает благоприятную среду для развития бактерий, среди которых могут быть патогенные - вредные для организма человека, возбуждающие различные желудочно-кишечные заболевания (брюшной тиф, дизентерия и т.д.). Особо следует выделить индикаторные бактерии кишечной палочки (коли), количество которых служит показателем фекального загрязнения воды.

Степень загрязнения шахтных вод оценивается микробиологическими показателями:

- Коли титром - количеством воды (в мл.), в котором обнаруживается одна кишечная палочка (определяется по ГОСТ 18 963 - 73).
- Коли индексом - количество кишечных палочек, находящихся в 1л. исследуемой воды.
- Микробным числом - общим количеством микробов в 1 мл. воды.

По степени бактериальной загрязненности природные воды подразделяются на пять видов.

<i>Вода</i>	<i>Коли индекс</i>	<i>Коли-титр, мл.</i>
Сильнозагрязненная	свыше 10 000	0.1
Загрязненная	1000	1
Слабозагрязненная	100	10
Удовлетворительная	10	100
Хорошая	менее 3	333

Обычно коли титр шахтных вод находится в пределах 0.01-0.001 мл. и менее и весьма редким случаем в пределах 10-100 мл. Однако шахтные воды бывают редко инфицированными и поэтому представляют меньшую опасность в эпидемиологическом отношении по сравнению с бытовыми сточными водами.

Коли титр шахтных вод Донецкого бассейна находится в пределах $0.4 \cdot 10^{-5}$ -100 см³.

Шахтные воды непригодны для питья без предварительной очистки и дезинфекции.

Агрессивность шахтных вод по отношению к бетону и металлу обусловлено их химическим составом.

Шахтным водам в основном свойственны сульфатная и общекислотная агрессивной, а при содержании сульфатов 300-800 мг/л считается слабоагрессивной, а при содержании сульфатов более 800мг/л заключается в образовании гипса в результате взаимодействия сульфатов с известью цемента. При кристаллизации в порах бетона гипса или сульфата-алюмината кальция объём полученных продуктов увеличивается более чем в 2 раза, что приводит к разрушению бетона.

Хлориды, присутствующие в шахтной воде, взаимодействуют с известью и образуют растворимый хлористый кальций, усиливает тем самым коррозию бетона.

Подземные воды могут содержать и значительное количество свободной углекислоты, часть этой углекислоты находится в равновесии с бикарбонатами и является не агрессивной, а другая часть является активной и вступает в реакции, и потому агрессивна.

Выщелачивающей агрессивностью характеризуется вода с малой временной жесткостью. Это приводит к растворению карбоната кальция и вымывания из бетона гидрата окиси кальция.

Большой сульфатной агрессивностью характеризуются шахтные воды Донецкого бассейна. Следует иметь в виду, что при смешивании различных вод, даже неагрессивных, их агрессивность увеличивается.

Таким образом, шахтные воды способные разрушать ответственные бетонные конструкции - стволы шахт, отстойники, сооружения биологической и физико-химической очистки, и могут нанести вред окружающей среде, а потому конструкции должны быть защищены (использование специальных бетонов, нанесение полимерных покрытий и пр.).

Для многих видов организмов в водоемах высокоагрессивные воды являются неприемлемыми или неблагоприятными для существования.

Из выше приведенного видно, что шахтные воды имеют качественные показатели, варьирующие в больших диапазонах (приложение 4).

1.3 Карьерные и дренажные воды.

Карьерные воды образуются при открытой выемке угля, а в их формировании участвуют поверхностные стоки, поверхностные водоемы и водотоки, а также подземные воды. В период весенних и осенних паводков при достаточно больших площадях водосбора преобладающее значение имеют поверхностные стоки, а в сухие периоды - подземные воды.

На Украине карьерная добыча угля производится только в ПО "Александрияуголь" при разработке бурых углей. Приток карьерных вод находится в пределах от 50 до 1000 м³/г, средний приток составляет 300-1000 м³/г.

Основные показатели состава карьерных вод [1] ПО "Александрияуголь":

Взвешенные вещества, мг/л - 50-460.

Минерализация, мг/л - 480-870.

pH - 6.5-8.5.

Состав карьерных вод по показателям загрязнения практически не отличаются от шахтных вод; исключение составляет водородных ионов pH. Все карьерные воды являются нейтральными или слабощелочными. Все методы очистки шахтных вод, за исключением нейтрализации, а также направления их использования, рассматриваемые ниже, относятся также к карьерным водам.

Дренажные воды образуются при осушении шахтных и карьерных полей с целью улучшения условий эксплуатации месторождений угля. В качестве дренажных выработок используют скважины, пробуренные как с поверхности, так и из подземных горных выработок. Эти воды в большинстве случаев не требуют очистки и не представляют опасность для загрязнения окружающей среды. Состав и свойства дренажных вод в основном соответствует составу и свойствам природных вод осушаемых участков водоносных горизонтов.

1.4 Производственно-технологические сточные воды.

Образование производственно-технологических сточных вод связано с производством промышленной продукции. Вода при этом является рабочей средой в технологическом цикле производства или тепло-хладоносителем, растворителем или используется в процессах обеспечения, мойки и подготовки поверхностей узлов и деталей.

1.4.1 Сточные воды обогатительных фабрик.

Наибольшим потребителем воды в угольной промышленности являются обогатительные фабрики, которые расходуют 4 м³ воды на тонну рядового угля [6,7,8]. В настоящее время около 95% угля обогащают с использованием мокрых способов. Обогатительные фабрики работают, как правило, на обратном цикле водоснабжения.

В процессе обогащения вода загрязняется взвешенными веществами, минеральными солями, химическими реагентами, используемыми при обогащении, и превращается в суспензию (шламовую воду, шлам, отходы флотации и др.). Минеральный и гранулометрический составы шламов разных углей, поступающих на очистные сооружения оборотных вод, различны (табл.5 и 6).

Таблица 5

<i>Минералы</i>	<i>Пределы колебания</i>	<i>Среднее содержание</i>
Необогащенный шлам коксующихся углей		
Пирит	4.3-8.7	5.55
Карбонаты	0.9-5.6	2.12
Глинистые вещества	3.7-21.6	15.42
Кварц	0-0.9	0.61
Органическое вещество	64.4-84.5	76.3
Необогащенный антрацитовый шлам		
Пирит	1.1-7.5	3.48
Карбонаты	1.7-8.8	4.21
Глинистые вещества	8-39.5	20.9
Кварц	0.5-3.6	2.33
Органическое вещество	51.9-80.5	69.08
Отходы флотации		
Пирит	1-6	5.42
Карбонаты	1.1-6.2	4.33
Глинистые вещества	61.3-92	75.8
Органическое вещество	8.1-17.4	14.45

Удельные расходы загрязненных сточных вод зависят от способа и глубины обогащения угля и составляют 0.1-0.4 м⁵ на 1 шт.

Загрязнение сточные воды содержат в основном твердые механические примеси, а сточные воды после флотации содержат еще и фотореагенты. Количество механических примесей находится в пределах 50-250 г/л.

Таблица 6. Гранулометрический состав шламов, %

<i>Крупность, мм.</i>	<i>Пределы колебания выходов</i>	<i>Средний выход</i>
Необогащенный шлам коксующихся углей		
>1	0-9,35	2,17
0,5-1	2,1-14,2	10,3
0,25-0,5	3,5-34,1	11,94
0,125-0,25	4,0-20	10,43
0,063-0.125	4,1-19,5	11,95
<0,063	31,2-79,5	53,21
Необогащенный антрацитовый шлам		
>3	0-25,8	6,01
1-3	4,0-30,0	18,01
0,5-1	6,5-15,0	10,58

0,25-0,5	7,0-22,0	15
0,125-0,25	6,6-19,0	14,09
0,0663-0,125	4,0-15,0	7,18
<0,063	6,0-61,7	29,13
Отходы флотации		
>1	0,0-1,5	1 0,42
0,5-1	0.5-7	1 2,84
<i>Крупность, мм</i>	<i>Пределы колебания выходов</i>	<i>Средний выход</i>
0,25-0,5	1,0-9	4,66
0,125-0,25	1,0-10	5,32
0,063-0,125	2,0-12	6,64
<0,063	67,0-90	80,12

Количество образующегося шлама зависит от марок обогащаемых углей и наименьшего предела обогащения по крупности. Например, при обогащении антрацитов до нуля количество шлама составляет 3.5% от его исходного количества, а при обогащении менее прочных углей (марки ОС, Ж, К) - до 17%. Обогащение газового угля до 13 мм дает 25%, а до нуля - около 8% шлама. В среднем в рядовом (необогащенном) угле содержится около 20% мелких частиц.

В процессе мокрого обогащения происходит растворение минеральных солей, содержащихся в частицах угля и породы, выделение газов и труднорастворимых соединений. При этом возможны следующие случаи изменения общей минерализации воды:

- общая минерализация возрастает за счет растворения минералов; общая минерализация может оставаться постоянной, если происходят только обменные реакции;
- общая минерализация может оставаться постоянной, если происходят только обменные реакции. В этом случае изменяется состав раствора.
- содержащиеся в воде вещества выделяются из раствора в виде газов и коллоидов, создавая труднорастворимые соединения. Общая минерализация в этом случае может уменьшаться.

По данным УкрНИИУглеобогащения [27], при оборотном водошламовом цикле устанавливается динамическое равновесие солей в пределах 1-6 г/л, которое улучшает осветление вод, загрязненных взвешенными веществами и положительно влияет на процессы флотации.

С позиции охраны окружающей среды углеобогатительные фабрики должны рассматриваться как комплексы - загрязнители водных объектов, включающие непосредственно фабрику, гидроотвалы (хвостохранилища, шламонакопители и др.), плоские (сухие) отвалы породы, пульпа (шлама) проводы. (Приложение 5)

1.4.2.Сточные воды предприятий угольного машиностроения.

В угольном машиностроении основными источниками загрязнения водной среды являются процессы, связанные с подготовкой и обработкой поверхности химическими и электрохимическими методами: травление и гальвано - технические процессы. Травильные и гальванические отделения образуют до 60% производственно - технических сточных вод. Травление - аффективный способ очистки поверхности металлов от окислов (окалины), сущность которого состоит в химическом растворении окислов в кислотах. Объем сточных вод травильных отделений может изменяться от 0,4 м³/т для проволоки до 30 м³/т для труб - заготовок для гидравлических стоек. Концентрация загрязняющих веществ так же в зависимости от сортамента заготовок и особенностей технологического процесса изменяется в широких пределах. (Таблица 7).

Таблица 7. Характеристика сточных вод травильных и гальванических отделений.

Показатели	Травильные отделения		Гальванические отделения
	Отработанные растворы	Промывные воды	
Температура, °С	30-80	15-25	-
pH	1-2	4-5	3-9
Взвешенные вещества, г/л	500-5000	100-300	50-300
Сульфаты, г/л	100-300	0,5-5	50-200
Fe3O4, г/л	100-300	0,5-5	-
H23O4,г/л	30-100	0,5-3	-
Тяжелые металлы, мг/л	100-500	10-30	до 100
Цианиды, мг/л			до 100 и выше

В угольном машиностроении гальванические процессы широко используются для нанесения покрытия на поверхности гидравлических сток и различного оборудования с целью предотвращения коррозии и для других целей. Сточные воды поступают от операций промывки деталей, фильтрации кислот, технологических растворов, кроме того, один раз в две - восемь недель спускают электролит (отработанный раствор) гальванических ванн (Таблица 7)

На ремонтно-механических заводах или мастерских сильно загрязненные сточные воды образуются после мойки деталей.

Мойку производят в специальных моечных машинах, в которых используется холодная или горячая вода. Сточные воды загрязнены в основном взвешенными веществами до и свыше 20 г/л и нефтепродуктами, концентрация которых может быть до и свыше 10 г/л. (Приложение 8 и 9)

Используемые для охлаждения различных машин и механизмов (компрессоров, теплообменников и др.) воды имеют в основном тепловые загрязнения и в небольших количествах нефтепродукты.

Таким образом, на предприятиях угольного машиностроения образуются различные сточные воды, которые в той или иной степени загрязняют окружающую среду. Особенно опасны сточные воды, содержащие цианиды и тяжелые металлы, а также отработанные технологические растворы. Опасно их попадание не только в водоемы и на почву, но не менее опасны и их испарения, которые отравляют атмосферу.

1.5. Поверхностные стоки

Поверхностные стоки образуются из дождевых и талых вод, стекающих с территории промышленных предприятий. Поливочно-моечные воды в образовании поверхностных стоков занимают ничтожную долю, и, как правило, в угольной промышленности не учитываются.

Доля поверхностного стока в общем объеме сбрасываемых сточных вод угольной промышленности составляет 2%. Их количество зависит от объема дождевых и талых вод, а также от величины площадок промышленных предприятий.

Объектами-загрязнителями поверхностного стока на территории промплощадок обогатительных фабрик являются: вагоноопрокидыватели, открытые склады рядовых углей и концентратов, породные отвалы, шлама и хвостохранилища, дробильные отделения, склады горюче-смазочных материалов и фотореагентов, пункты погрузки и разгрузки железнодорожных вагонов, канатные дороги, котельные установки и их золоотвалы, механические мастерские и автогаражи.

На углеобогачительных фабриках (УОФ) в качестве отходов производства, кроме сточных вод, образуется большая масса пустой породы. Она складывается на плоских отвалах, обычно примыкающих к территориям фабрик. На плоских отвалах скапливается также уголь. Порода и уголь в цикле обогащения контактируют с фотореагентами, поэтому ливневые стоки с территории плоских отвалов могут быть загрязнены химическими соединениями.

Очистка поверхностных вод с территории шахт и УОФ не производится, хотя по качественному составу они относятся к сильно загрязненным. При обследовании УОФ Донбасса ливневый сток с их территории содержал свыше 15000 мг/дм³ взвешенных веществ, концентрация фотореагентов достигала 440 мг/дм³, а нефтепродуктов - 500 мг/дм³ [3].

Так, среднее содержание взвешенных веществ в дождевой воде, стекающей с территории ГОФ "Ворошиловградская", составила 2300 мг/л. [28]. Наибольшее загрязнение имели стоки с породного отвала - 15200 мг/л и наименьшее - с крыши главного корпуса - 200 мг/л. Количество растворенных солей в такой воде достигало 5000 мг/л, содержание нефтепродуктов - не более 7,5 мг/л.

Породные отвалы являются основными источниками загрязнения поверхностного стока взвешенными веществами, минеральными солями и нонами тяжелых металлов. Так, количество взвешенных веществ в дождевых водах доходит до 12000 и в талых - до 50 000 мг/л, общее солесодержание достигает 8000 мг/л [1,3] Максимальное количество железа составляет 7550 мг/л; оно обнаруживается в талых водах отвалов почти всех шахт УОФ Украины. Стоки угольных складов по составу и концентрации загрязняющих веществ мало отличаются от стоков породных отвалов.

Чрезвычайно важным фактором техногенного воздействия на санитарное состояние природных водных объектов является загрязнение водосборных территорий химическими элементами вокруг угольных и горнорудных предприятий, особенно при разработке полиметаллических руд.

В конце зимнего сезона были проанализированы пробы снега на различных расстояниях от углеобогачительных фабрик на содержание химических элементов (табл.8) [3]

Таблица 8. Концентрация (мг/дм²) химических элементов в снеге вокруг углеобогачительных фабрик.

Химические элементы	Расстояние, км			
	0,5	/	2	3
Молибден	0,004	0,004	0,004	0,004
Железо	1,5	0,7	0,55	1,45
Кадмий	0,0011	0,0003	0,0004	0,0009
Никель	0,011	0,019	0,009	0,009
Хром	-	-	-	-
Натрий	2,3	1,95	1,25	1,3
Калий	1,32	0,44	0,5	0,60
Магний	0,4	0,1	1,25	0,20

Обнаружено, что на значительных территориях вокруг УОФ формируются техногенные микроэлементные провинции, которые представляют опасность для окружающей среды.

Поэтому вокруг горных предприятий должны быть санитарно-защитные зоны. (Приложение 6)

1.6. Хозяйственно-бытовые сточные воды.

Основными источниками образования хозяйственно-бытовых сточных вод являются бытовые комбинаты шахт, разрезов, обогатительных фабрик и других предприятий отрасли. Сточные воды формируются а основного следующими объектами, входящими в состав бытовых комбинатов:

- столовые, образующие сточные воды в основном при мытье посуды, содержащие остатки пищи растительного и животного происхождения, мыло, кальцинированную воду, хлорагенты;
- пункты горячего питания, образующие сточные воды в процессах мытья посуды;
- сатураторные - сточные воды от мытья посуды и приготовления газированных питьевых вод;
- прачечные - сточные воды содержат поверхностно-активные вещества, а так же загрязнения, удаляемые с тканей;
- душевые, сточные воды которых содержат мыло, угольную пыль, минеральные и органические вещества;
- пункты мытья обуви - сточная вода содержит угольную и породную пыль;
- ламповые, где производится ежедневное обмывание аккумуляторов от грязи, и еженедельная замена щелочи; сточные воды содержат угольную и породную пыль, щелочь, кадмий, никель; это опасные сточные воды, так как содержат соли тяжелых металлов и нуждаются в специальной очистке;
- санузлы, мытье полов и мокрая уборка помещений, а в ряде случаев регенерационные и продувочные воды котельных установок с повышенной минерализацией, содержащие ион кальция, магния, натрия, сульфаты и хлориды.

Объем хозяйственно-бытовых сточных вод на шахтах, карьерах и обогатительных фабриках в зависимости от числа работающих колеблется в пределах 50 -700 м³/сут.

Сточные воды поступают в канализационный коллектор в течение суток весьма неравномерно.

Величина стока от отдельных объектов изменяется в следующих пределах, %: санузлы - 15-22; столовые - 5-12; котельные - 0,5-25; душевые - 50-69; прачечные - 8-20; пункты мытья обуви - 0,7-5

Таблица 9 Качественный состав хоз-бытовых сточных вод.

Показатели	Значение показателей загрязнения сточных вод
рН	7,7-8,7
БПК пол, мг/л	25-207
ХПК, мг/л	247 и более
Содержание, мг/л:	
взвешенных веществ	40-722
растворенного кислорода	3,2-8,6
аммонийного азота	2-30
Нитритов	следн
Нитратов	0,6-2,5
Фосфатов	до 3,8
Сульфатов	6,5
Хлоридов	28
ПАВ	0,57-1

Сброс хозяйственно-бытовых сточных вод определяется потребностью воды на хоз-бытовые нужды и составляет в среднем 85% от водопотребления.

Все эти сточные воды нуждаются в очистке и обеззараживании. (Приложение 8 и 9)

2. Использование сточных вод

Одним из основных направлений предотвращения загрязнения водоемов и рационального использования водных ресурсов являются оборотные системы водоснабжения. Оборотное водоснабжение - это когда вся вода или ее часть все время находится в обороте. Объем оборотной воды выражает объем с экономленной свежей воды.

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.

Уровень оборотного водоснабжения на угледобывающих и перерабатывающих предприятиях может быть:

- 48% - при добыче подземным механическим способом;
- 94% - при добыче гидравлическим способом;
- 67% - при добыче открытым способом;
- 92% - при обогащении от общего водопотребления.

Из сточных вод угольной промышленности около 90% составляют воды, забираемые попутно при добыче угля и сланца: шахтные, карьерные, дренажные.

Шахтные и карьерные воды в соответствии с действующими стандартами и санитарными правилами [9, 29, 30, 31] не могут быть рекомендованы как источник питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Расход воды на технические нужды в угольной промышленности в соответствии с нормами может достигать 15-30% от общего объема попутно забираемых вод [1], остальная часть используется на соседних предприятиях других отраслей промышленности, на орошение полей, рыборазведения, или сбрасывается в гидрографическую сеть. 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.

Дренажные воды не загрязнены, как шахтные или карьерные, и потому могут использоваться для хозяйственно-бытового водоснабжения и технических нужд.

В Донбассе до 26 млн.м³/год шахтных вод используются на собственные нужды.

Таблица 10. Использование шахтных вод на производственные нужды шахт

Процессам	Вид воды	Системы водоснабжения
Пылеподавление	Питьевая, техническая	Прямоточная
Гидрозакладка	техническая	Оборотная, прямоточная
Дегазация	техническая	Оборотная
Кондиционирование воздуха	техническая	Оборотная, прямоточная
Производство тепловой энергии	техническая	Оборотная, прямоточная
Производство сжатого воздуха	техническая	Оборотная
Гидродобыча	техническая	Оборотная
Обслуживание транспортно-дорожных механизмов	техническая	Прямоточная

Требования к свежей технической воде, предназначенной для восполнения безвозвратных потерь в оборотных системах, характеризуются следующими показателями:

Температура, °С	- 20-25;
Щелочность общая	-1,5-3
Взвешенные частицы крупностью до 50мкм, мг/л	- 20-25
Нефтепродукты, мг/л	- 10-20
Общее солесодержание, мг/л	- 500
Запах, баллы	- 3
Хлориды, мг/л	- 100
рН	- 7,2-8,5
Сульфаты, мг/л	- 150
Жесткость, мг-экв/л: общая	- до 7,
карбонатная	- 2-2,5
Железо, мг/л	- 1
Окисляемость по КМпО ₄ , мгО ₂ /л	- 10-15
БПКполн, мг/л	-15-20
Азот, мг/л	- до 1,5

Для использования в системах охлаждения шахтную воду подвергают соответствующей водоподготовке (очистка от взвешенных, умягчение и снижение солесодержания). Так на шахте «Петровская» ПО «Донецк уголь» опресненная на электродиализной установке ЗДУ-50 солоноватая шахтная вода полностью используется для котельной.

Основными потребителями шахтных и карьерных вод являются обогатительные фабрики с мокрыми процессами обогащения. Технологические процессы мокрого обогащения на большинстве фабрик организованы по оборотной системе водоснабжения с замыканием водно-шламового цикла через наружные очистные сооружения - шламовые отстойники, илонакопители, хвостохранилища. Свежую воду расходуют, на восполнение безвозвратных потерь технической воды в процессе обогащения угля и сланца, к которым относят потери с продуктами обогащения, при испарении с поверхности сооружений и др. Потери воды в значительной степени зависят от класса обогащенного угля, а так же от степени его обогатимости. Так, расход свежей воды в среднем по отрасли составляет:

- при обогащении до 0 мм - 0,34 м³/т;
- при обогащении до 0,5 мм - 0,2 м³/т;
- при обогащении до 13 мм - 0,15 м³/т.

При обогащении сланца до предела крупности > 13 мм расход свежей воды для пополнения оборотных систем составляет 0,3-0,35 м³/т.

В результате многократного использования воды в оборотном цикле качественные показатели ее изменяются, и наступает момент, когда часть воды сбрасывается в наружные сооружения, а оттуда - в водоемы. Система пополняется свежей водой.

На обогатительных фабриках Донбасса в оборотном цикле увеличивается содержание взвешенных веществ и солесодержание, уменьшается содержание гидрокарбонатов, не изменяются БПК₅ и коли-титр; показатель рН устанавливается в пределах 7,2-7,8 независимо от рН технической воды. Общее содержание солей в воде для пополнения оборотных систем рекомендуют не выше 7г/л.

На заводах угольного машиностроения и ремонтно-механических заводах могут успешно использоваться воды, забираемые попутно при добыче угля и сланца, однако, это применяется крайне редко по многим причинам (нет по соседству шахт, не отработана связь между шахтой и заводом и пр.).

При строительстве угольных предприятий шахтную воду используют для горнопроходческих работ, при тушений горящих породных отвалов и профилактики их самовозгорания, для геологоразведческих работ, при этом рН должен быть не менее 5.

Шахтные воды могут быть перспективным источником орошения сельскохозяйственных культур. Площадь земель, орошаемых шахтными водами, в

Донецком бассейне составляет около 20 тыс. га [1]. С использованием вод шахт «Степная», «Юбилейная», «Першотравнева» ПО «Павлоградуголь» (общее солесодержанием 2 г/л), которые аккумулируются в пруду балки Касьминной, организовано орошаемое земледелие КСП им.Горького Петропавловского района Днепропетровской области в течении 10 лет. Были получены прибавки урожая люцерны, озимой пшеницы, ячменя и силосной массы кукурузы.

Но в некоторых случаях применение шахтных вод для сельхоз орошения привело к засоленную почвы (в Ростовской области - на глубину до 2 м). [1] Поэтому для определения возможности применения шахтных вод с целью орошения необходимо проводить всестороннюю оценку (почвенную, агрохимическую, биологическую, ирригационную).

Одним из путей расширения комплексного использования шахтных вод следует считать создание прудов и водохранилищ, в которых будут аккумулироваться еще дождевые и талые воды. Последние будут разбавлять шахтные воды, и улучшать их качество. Такие водохранилища могут служить зоной отдыха и использоваться для рыбозаведения (опыт ФРГ, округ Котбус).

3. Очистка шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ

Большое число различных загрязнений в промышленных сточных водах (ПСВ) обуславливает и многочисленные методы, приемы и технологические схема, применяющиеся при их очистке.

Существующие методы очистки можно разделить на четыре группы:
механические - усреднение, процеживание, отстаивание (осветление),

фильтрование,

химические - нейтрализация и окисление,

биологические - аэробное окисление и анаэробное сбраживание,

физико-химические - флотация, сорбция, электрохимические

(электрокоагуляция, электролиз, электродиализ), экстракция, ионных обмен, мембранные методы, термические методы (вываривание и испарение, сжигание, сушка осадка и др.), аэрация, кристаллизация и др.

Механические методы применяются для очистки ПСВ от крупных загрязнений: проволоки, ветоши, кусков дерева, угля, а так же песка, земли, окалины, взвешенных органических веществ, масел и нефтепродуктов и пр.

Химические методы применяются для нейтрализации кислых и щелочных стоков, очистки от растворенных в воде солей тяжелых металлов (хрома, кадмия, свинца и др.), цианидов, фенола, крезола.

Физико-химические методы применяют для очистки ПСВ от любых видов загрязняющих веществ в растворенном, взвешенном, коллоидном и других видах состояния.

Биологические методы применяются для очистки ПСВ от растворенных в воде органических загрязняющих веществ (фенолов, роданидов и др.), бытовых сточных вод после бань и прачечных, пищеблоков и др.

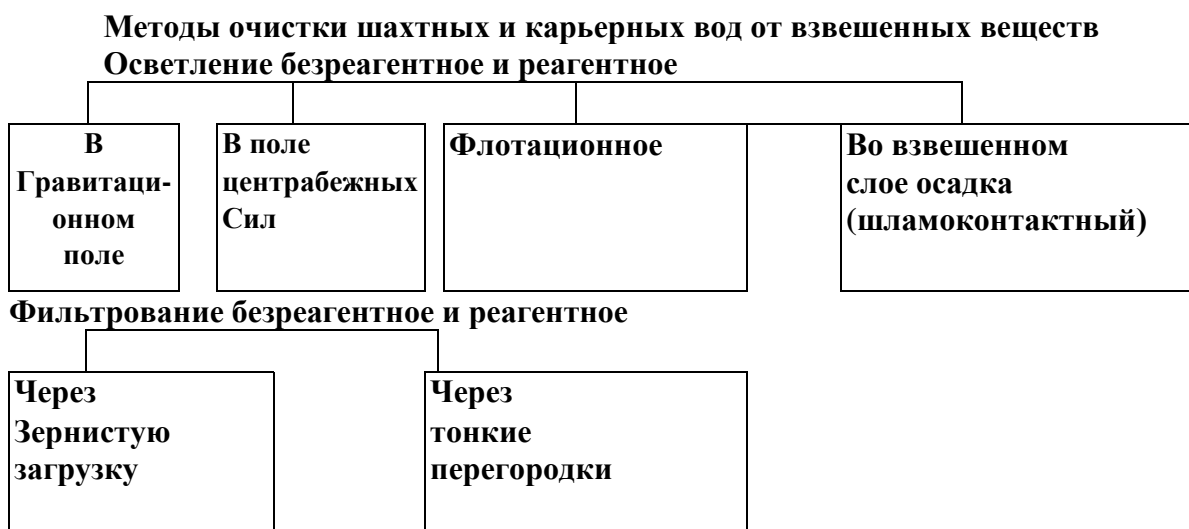
В большинстве случаев очистка одним методом малоэффективна, а потому в технологической схеме переработки воды комбинируют различные методы - механические в сочетании с физико-химическими и химическими и др. Только таким путем можно достигнуть высокого эффекта очистки ПСВ. Выбору определенной схемы очистки ПСВ должен предшествовать технико-экономический расчет нескольких сравнительных вариантов с учетом охраны окружающей среды и с экологической экспертизой проекта.

Сооружения по очистке шахтных вод могут располагаться как на поверхности, так и под землей в специально оборудованных камерах. Выбор места их расположения в

основном зависит от величины водопотока, а также глубины расположения главного водоотлива. По мере снижения водопотока и увеличения глубины разработки пластов, стоимость откачки воды быстро возрастает и достигает максимума при притоках, меньших 50 м³/ч [2].

Методы очистки шахтных вод обуславливаются их физико-химическими и техническими свойствами, а также климатическими условиями угольных месторождений. Шахтные и карьерные воды очищают механическими, физико-химическими и химическими методами, а для очистки их от взвешенных веществ основными являются - осветление и фильтрование (рис 1). Биологические методы очистки находят ограниченное применение. Количество осадков, образующихся при очистке шахтных вод, составляет 0,05-0,3 % объема обрабатываемой воды.

Рисунок 1 Методы очистки шахтных и карьерных вод от взвешенных веществ.



3.1. Осветление.

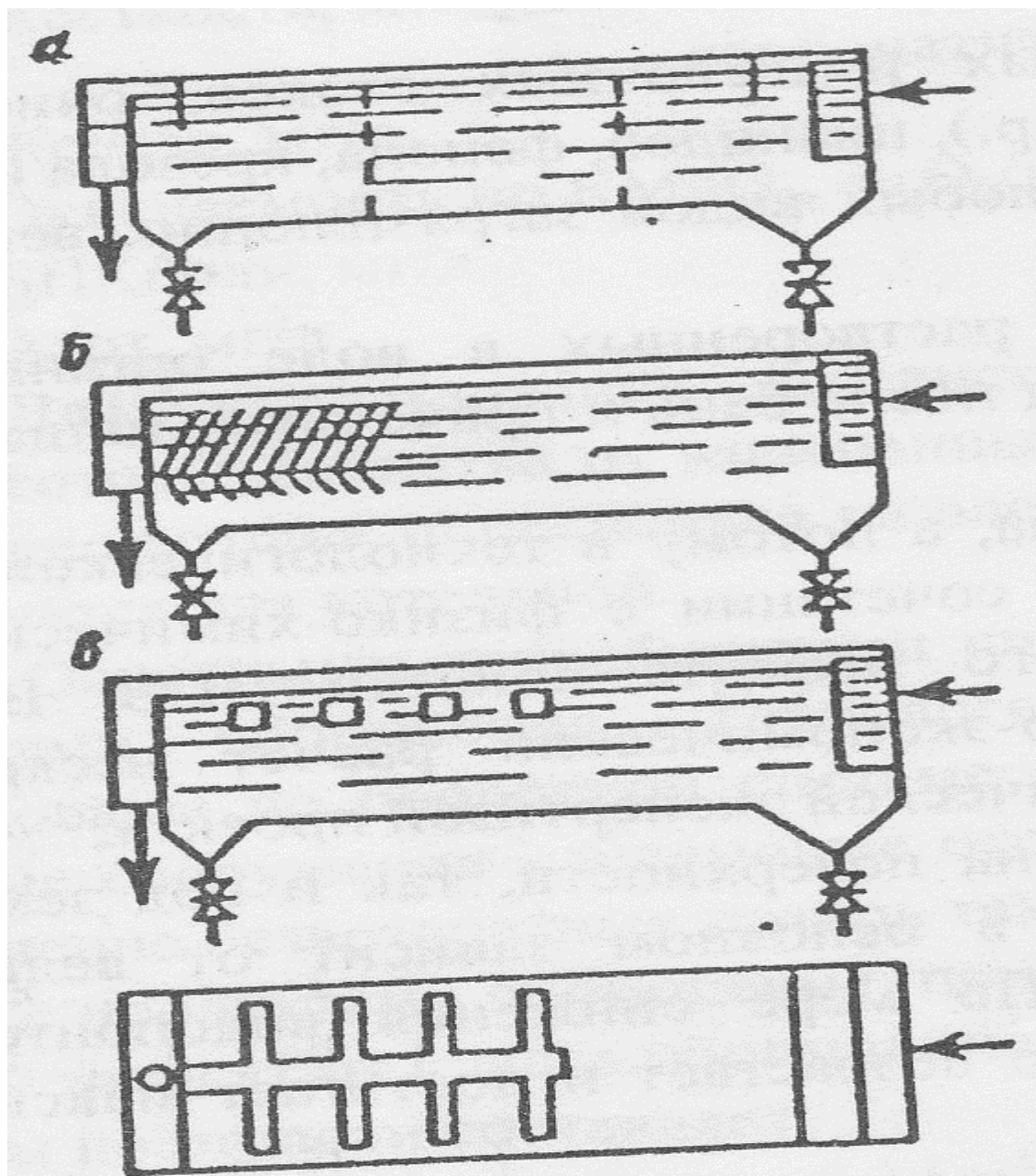
Отстаивание (осветление) шахтных и карьерных вод производят в прудах-осветлителях или отстойниках различных конструкций. Пруды-осветлители сооружают одно-, двух- и многокаскадные со временем пребывания воды в них до 10 суток и более. Объем первого каскада рассчитывают не менее чем на 5-летний объем уплотненного осадка.

Эффективность осветления в прудах достигает 50-62%, но зимой они работают хуже. Пруды периодически чистят. Однако они занимают большие площади земли и загрязняют окружающую среду (воздух, почву, воду). В тоже время следует помнить, что 1 га украинского чернозема в состоянии прокормить и одеть 33 человека! Поэтому сооружать пруды-осветлители надо там, где позволят рельеф местности (овраги, отработанные карьеры и т.д.) с подготовкой дна прудов (глиняные замки, пленка и т.д.), чтобы не произошло загрязнение подземных вод.

В практике очистки шахтных (карьерных) вод широкое применение нашли горизонтальные и вертикальные отстойники, реже - радиальные. Отстойники используют, как правило, на первой стадии очистки, но на многих шахтах отстойники являются самостоятельными и последними сооружениями, после которых стоки сбрасываются в водоемы.

Горизонтальные отстойники, которые нашли наиболее широкое применение, представляют собой прямоугольные резервуары с приямком для сбора осадка, который располагается вначале сооружения (рис 2).

Рисунок 2 Варианты оснащения отстойника.



а - с регулирующими дырчатыми перегородками; б - с тонкослойными элементами из наклонных перегородок; в - с системой рассредоточенного поверхностного отбора осветленной воды.

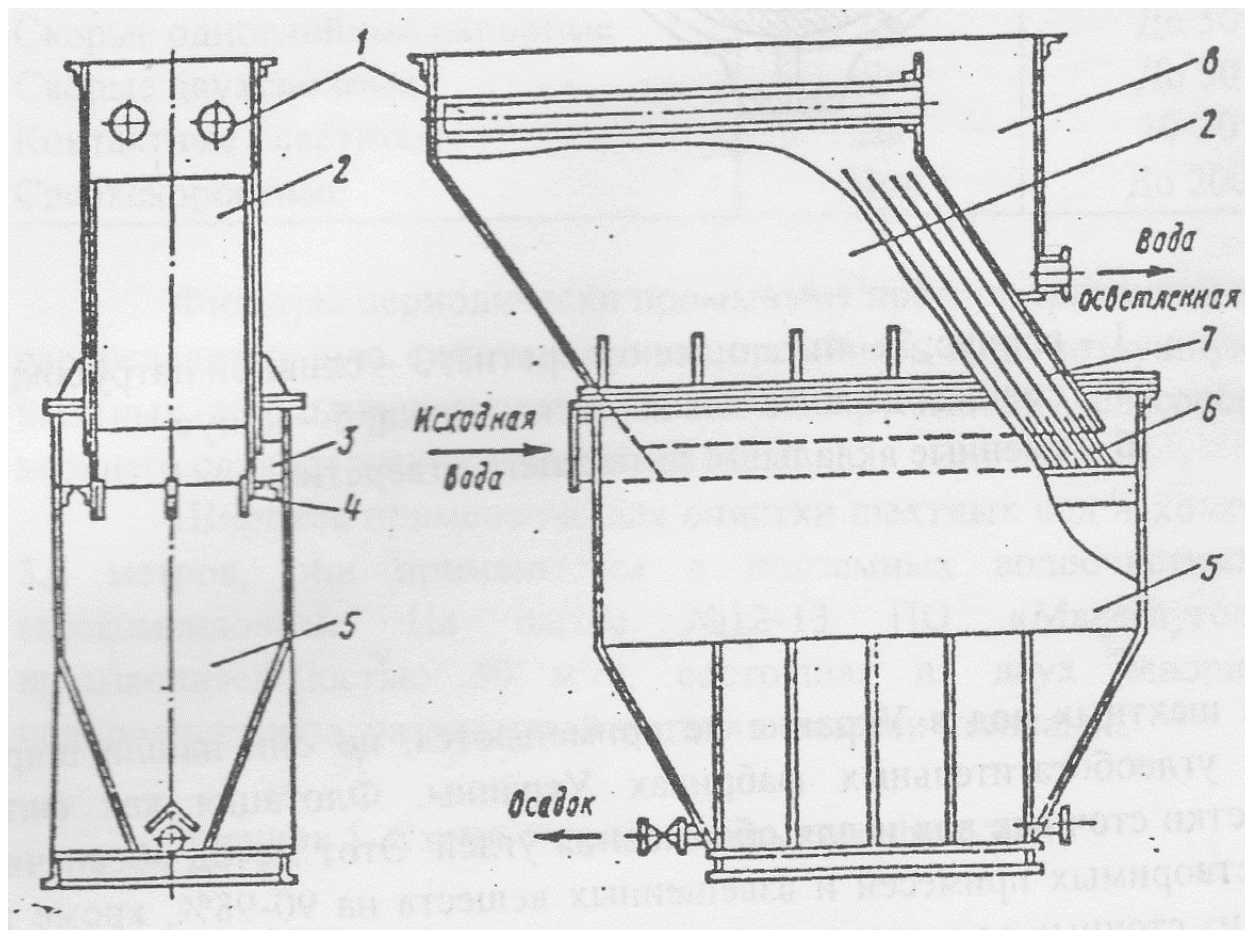
Для задержания плавающих примесей и распределения потока на входе и выходе воды из отстойника устанавливают перегородку, погруженную на глубину 0,25 м. Продолжительность отстаивания принимают по техническим характеристикам воды и составляет примерно 1-3 ч.

Осветление воды основано на осаждении частиц (взвешенных веществ) с плотностью больше воды при ее движении с малой скоростью. Осаждение взвешенных частиц происходит с различными скоростями и зависит от их формы, размеров, плотности, шероховатости поверхности и температуры воды. Влажность осадков в отстойниках зависит от времени пребывания их в последних и составляет от 92 до 98,5%. При гидравлическом способе удаления осадков отношение твердого (взвешенных веществ) к жидкому (стокам) $T: Ж = 1:6-1:12$

Эффективность очистки горизонтальных отстойников с регулирующими дырчатыми перегородками от 39 до 49%, для отстойников с системой рассредоточенного поверхностного отбора воды - 62-69% и для отстойников с тонкослойными элементами из наклонных перегородок - от 47 до 71% (рис.2)

Для очистки шахтных и оборотных вод обогатительных фабрик от взвешенных веществ в Дон УГИ разработана конструкция наклонного тонкослойного отстойника (рис 3).

Рисунок 3 Схема наклонного отстойника конструкции Дон УГИ



1-перфорированные сборные желоба; 2-камера осветления; 3-каналы;
4-цолосы гребенки; 5-камеры накопления;
6 -решетки;
7-наклонные плоскости; 8-камера осветленной воды.

Тонкослойные отстойники представляют собой аппараты, в которых процессе отстаивания происходит в тонком слое (до 100 мм) и длится до 10 минут.

Отстойник состоит из двух отделений - зоны осветления и зоны накопления осадка. Принцип действия наклонного отстойника заключается в следующем. Исходная вода подается в продольные распределительные каналы, откуда через щели, образованные наклонными направляющими плоскостями, она поступает в нижнюю часть наклонных ячеек. Наклонные плоскости, образующие ячейки, установлены под углом, большим естественного угла откоса осадка. Восходящий поток воды между наклонными плоскостями, имеет ламинарный характер, вследствие чего в пределах ячейки происходит интенсивное выпадение взвешенных частиц. Такая конструкция по сравнению с обычными горизонтальными отстойниками позволяет повесить нагрузку на сооружение

в 45-50 раз. Такие отстойники эксплуатируются на шахтах «Кировская» и им. Газеты «Правда» ПО «Донецкуголь», шахте «Павлогорядская» ПО «Павлоградуголь»

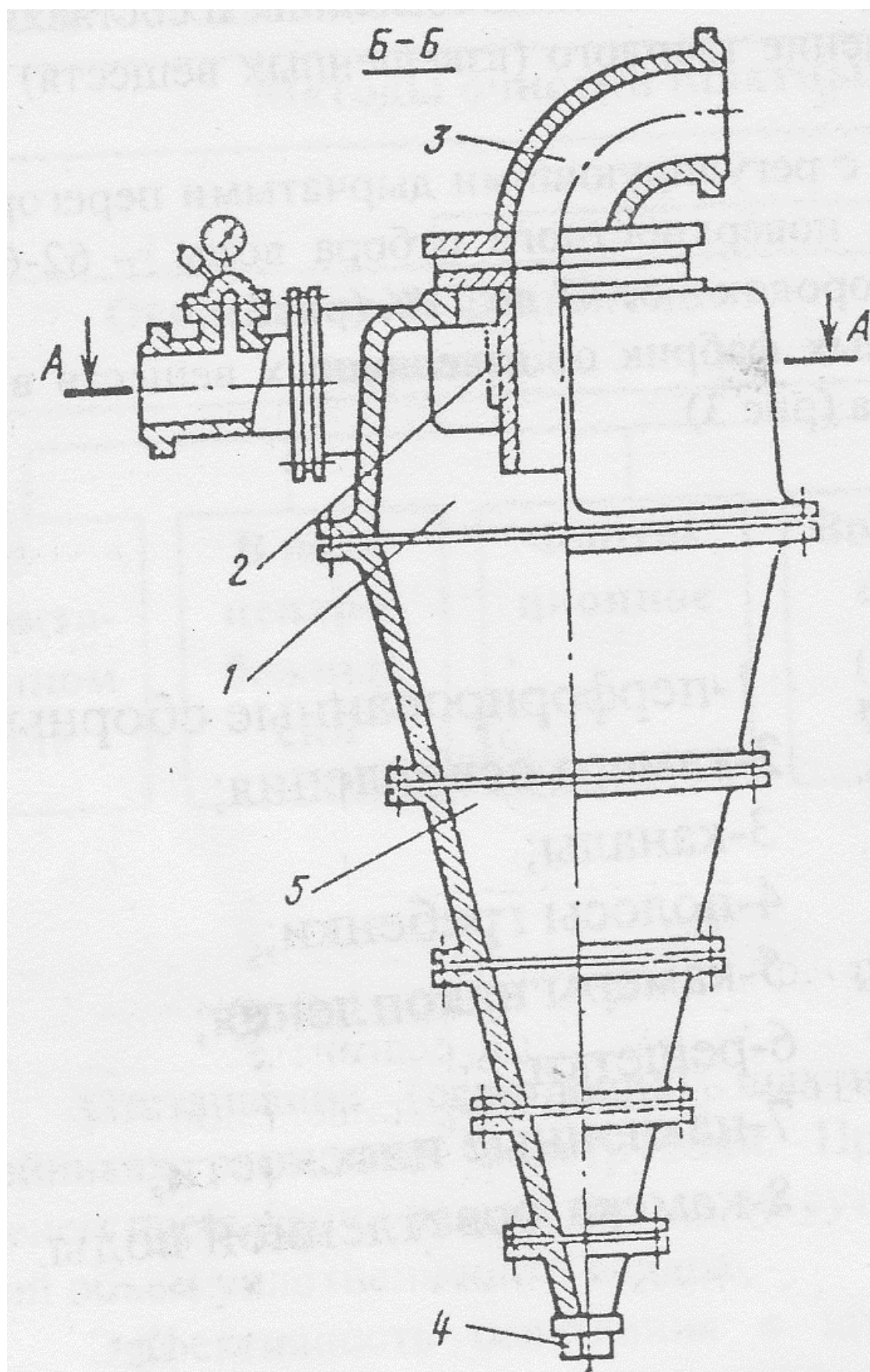
Радиальные отстойники имеют круглую в плане форму. Они имеют ряд преимуществ перед горизонтальными и широко применяются на углеобогатительных фабриках. Отстойники устраиваются диаметром 100 м для очистки больших масс воды со значительным содержанием минеральной взвеси. Достоинствами являются простота и надежность в эксплуатации, экономичность, механизированное удаление осадка без их выключения из работы.

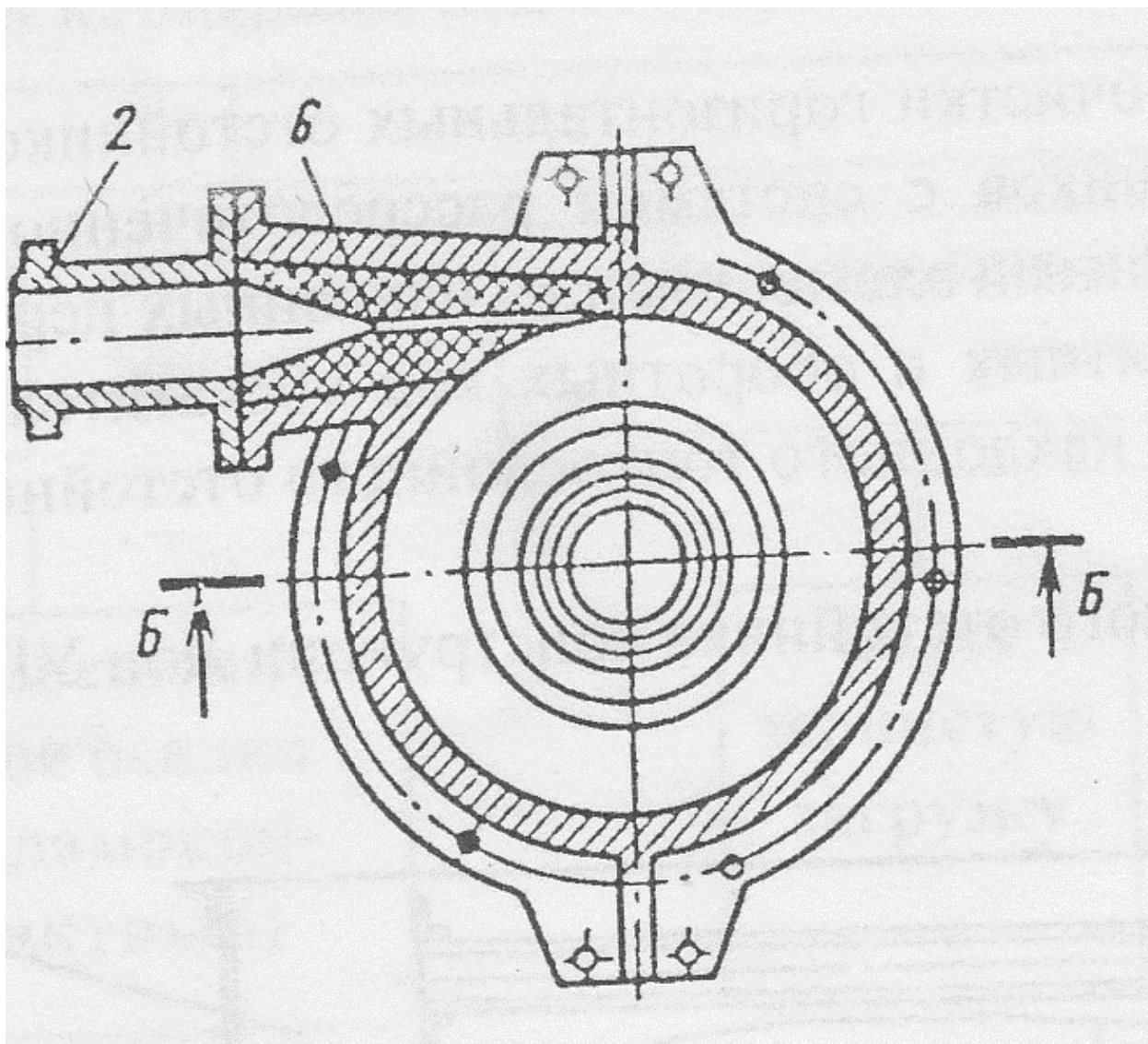
С целью повышения эффективности отстаивания без изменения конструктивных параметров отстойников применяют реагентную обработку воды коагулянтами или флокулянтами (сернокислый алюминий, хлористое железо, полиакриламид, полиэлектролит ВПК-402 и др.)

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ применяют аппараты гидроциклоны и центрифуги, в которых используется центробежная сила. Особенно широко для очистки шахтных вод за рубежом нашли применение гидроциклоны. Они успешно заменяют отстойники, имея ряд преимуществ перед ними: занимают малую площадь, имеют высокую степень очистки до 70%, высокую производительность, не имеют подвижных частей, работа их может быть полностью автоматизирована. Наибольшее применение нашли напорные (закрытые) и безнапорные (открытые) гидроциклоны.

Напорный гидроциклон (рис.4) состоит из цилиндрической и конической частей. Вода подается под напором по касательной. Под действием центробежных сил крупные и тяжелые частицы отбрасываются к стенкам аппарата и сползут вниз (осадок), а легкие (тонкие) и очищенная вода идут в сливной патрубок.

Рисунок 4. Напорный гидроциклон





A-A

1- корпус; 2 - питающее отверстие; 3 - сливной патрубок; 4 - сменная насадка для выпуска осадка; 5 - конус; 6 - сменные вкладыши питающего отверстия

Центрифуги для очистки шахтных вод в Украине не применяются, но они нашли широкое применение для обработки осадков на углеобогажительных фабриках Украины. Флотация как физико-химический процесс применяется для очистки сточных вод и для обогащения углей. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки стоков от нерастворимых примесей и взвешенных веществ на 90-98%, кроме того, фотоустановки применяют для удаления из сточных вод масел, жиров, нефтепродуктов, смол, поверхностно-активных веществ, гидроокисей тяжелых металлов, полимеров, жиров и т.д. Извлечение происходит в результате прилипания частиц к пузырькам газа (воздуха), образующимися в *жидкости* или введением в нее. Вместе с пузырьками воздуха частицы всплывают на поверхность, образуя пенный слой, который удаляют. Прилипание частиц, находящейся в воде, к поверхности газового пузырька возможно только тогда, когда частица не смачивается или плохо смачивается водой (гидрофобные частицы). Для получения такого эффекта в сточные воды добавляют различные флотационные реагенты (керосин, каменноугольные масла, пенообразователи и др.) которые приводят к вторичному загрязнению сточных вод, особенно при обогащении углей и различных руд.

3.2. Фильтрация

В большинстве случаев фильтрация применяется для глубокой очистки сточных вод после других методов (осветления, флотации и др.), оно может быть через зернистую загрузку и через фильтрующие перегородки. При реагентной обработке воды коагулянтами и флокулянтами, вследствие укрупнения взвешенных частиц и других изменений выделение твердых частиц при фильтрации улучшается.

Фильтры с зернистой загрузкой подразделяются:

по скорости фильтрации (медленные до 0,7 м/ч), быстрые (до 17 м/ч), сверхбыстрые (36-100 м/ч);

по количеству слоев загрузки: однослойные, двухслойные, многослойные; по крупности фильтрующего материала; мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые;

по направлению потока; нисходящий, восходящий, горизонтальный;

по количеству потоков однопоточные, двухпоточные, многопоточные.

В качестве загрузки при фильтрации шахтных вод используются: песок, дробленый антрацит, керамзит, горелые породы, тяжелые минералы (гранат, ильменит, магнетит), синтетические гранулированные материалы (полистирол, полиэтилен и др.), пластмассы с наполнителем - для устройства слоев, однородных по размерам зерен и другие материалы.

по рабочему давлению; безнапорные (открытые), напорные (закрытые)

Загрузка стандартного отечественного двухслойного фильтра (рис.5) состоит из дробленого антрацита толщиной слоя 0,4-0,5 м с зернами размером 0,8-1,8 мм, размещенного под (над) слоем кварцевого песка толщиной 0,6-0,7 м с зернами крупностью 0,5-1,25 мм. Технологические показатели некоторых фильтров при очистке вод горных предприятий приведены в таблице 11.

Таблица 11 Технологические показатели фильтров с загрузкой из зернистых материалов при очистке сточных вод горных предприятий

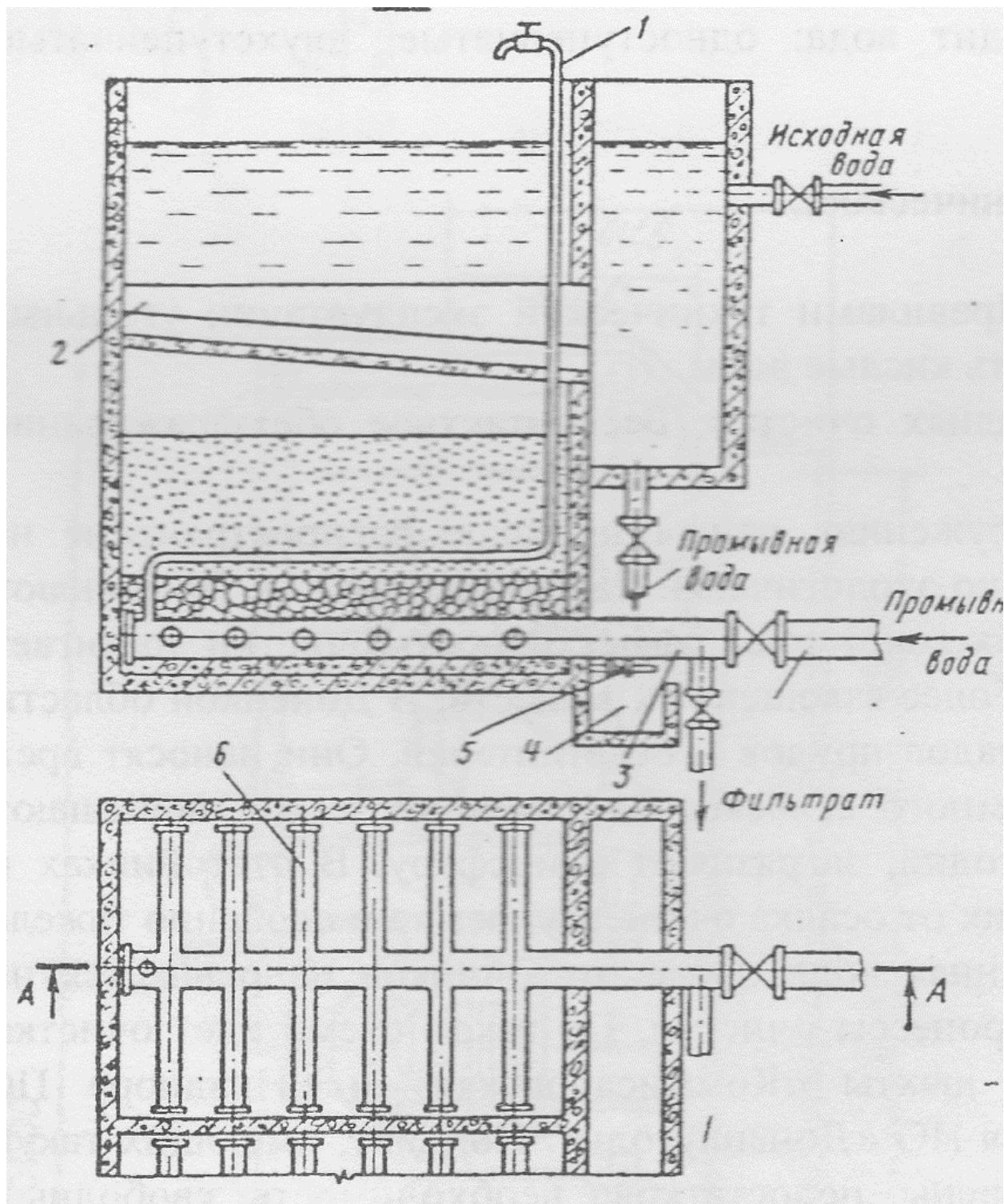
Фильтры	Наличие	Содержание		Общая высота
		Взвеси в воде		фильтрующих слоев, м
		Подаваемой на фильтр	Очищенной	
Медленные	Нет	До 700	1,5	0,5-0,8
Быстрые однослойные открытые	Да	До 30	1,5	0,7-1,3
Быстрые крупнозернистые	Да	До 150	3-5	1,5-2
Быстрые однослойные напорные	Да	До 50	1,5	0,75-1,2
Быстрые двухслойные	Да	До 50	1,5	1-1,2
Контактные осветлители	Да	20-30	1,5	2,0-2,3
Сверхбыстрые	Нет	До 200	30	0,8-1

Фильтры периодически промывают профильтрованной водой, подаваемой под необходимым напором в распределительную систему, лучше применять водо-воздушную промывку. При реагентном обезжелезивании шахтных вод одновременно с обычной промывкой целесообразно использовать поверхностную промывку верхнего слоя загрузки от загрязнения.

Широкое применение для очистки шахтных вод находят напорные быстрые фильтры диаметром от 1 до 3,4 метров, они применяются в подземных водоочистных установках типа «Дон» и хорошо себя зарекомендовали. На шахте №12-13 ПО «Макеевуголь»

сооружена фильтровальная установка производительностью 50 м³/ч, состоящая из двух напорных фильтров с двухслойной загрузкой из пенополистирола, разделенной металлическими стенками.

Рисунок 5. Схема скорого открытого фильтра.



1-воздухоотводная труба; 2-сборный желоб; 3-сборный коллектор распределительной системы; 4-лоток для отвода промывной воды; 5-труба для опорожнения фильтра; 6-ответвления распределительной системы.

На шахте «Торезская» ПО «Дзержинскуголь» установлена фильтровальная станция с двумя напорными фильтрами типа ФОВ-2,0-0,6 (фильтр осветительный однокамерный) для очистки стоков от взвешенных веществ производительностью 90 м³/ч. Фильтр грубой очистки снижает содержание взвешенных веществ с 300 до 20 мг/л, а после фильтра тонкой очистки в очищенной воде остается не более 2мг/л взвешенных частиц, что соответствует высокому уровню ОЧИСТКИ. Первый фильтр двухслойный (песок кварцевый и дробленый антрацит на поддерживающем слое из гравия), фильтр второй (тонкой очистки) - однослойный (кварцевый песок). Фильтрация через тонкие перегородки осуществляется по двум направлениям: фильтрация с закупориванием пор и фильтрация с образованием осадка.

Фильтрация с закупоркой пор осуществляется в вибрационных фильтровальных аппаратах с непрерывной регенерацией фильтрующей перегородки. Эти фильтры по сравнению с фильтрами с зернистой загрузкой имеют более высокую удельную производительность и меньшие габаритные размеры. Такая установка работает на шахте «Гусиноозерская» ПО «Востокуголь» (Россия). Установка УВА - 300 (установка виброфильтровальная автоматизированная) производительностью 300 м³/час (рис 6) позволяет очищать шахтную воду с 1000 до 5-10 мг/л (если 2-хступенчатая очистка, то до 1,5 мг/л) взвешенных веществ. Она состоит из 4-х камер, в каждой из которых установлены 31 патрон. Патронные фильтры имеют фильтрованные элементы в виде пустотелого цилиндра (патрона), который изготавливают нескольких типов: из перфорированной трубы или пружинного каркаса, экипированный синтетической сеткой и др. Длительность цикла фильтрации - 1 час, длительность цикла регенерации фильтра - 3 минуты, частота вибрации - 12 Гц при амплитуде 6 мм. Регенерация фильтров осуществляется в автоматическом режиме в зависимости от степени загрязнения шахтных вод. Для предварительной очистки воды от взвеси используются фильтры вибрационные патронные с непрерывной регенерацией фильтроэлементов типа ФВП-300. Вибрационные фильтры прошли испытания на шахтах «Кировская» ПО «Донецкуголь», «Степная» ПО «Павлоградуголь» и показали, что концентрация взвешенных веществ может быть снижена с 125 до 21 мг/л, а степень очистки составляет 35-75%. Обезвоживание осадка, полученного на фильтрах, осуществляется на центрифугах типа ОГШ-502К-0,4, т.к. при производительности станции очистки 300м³/ч и 900м³/ч количество осадка образуется соответственно порядка 20-30 и 60-70 м³/ч. Для эффективности работы центрифуг осадок перед ними необходимо спустить, т.е. освободить от некоторого количества жидкости. Это осуществляется либо в отстойнике, либо в новых аппаратах фильтрах-сгустителях. Фильтр-сгуститель (рис.8) пульсационный имеет производительность порядка 10-15 м³/ч. Действие фильтра основано на обжатию сжатым воздухом воды в патрон и фильтроэлементах.

3.3. Технология и технологические схемы очистки шахтных, карьерных и углеобогатительных вод от взвешенных веществ.

Технология очистки шахтных (карьерных) вод от взвешенных веществ складывается, как правило, из трех последовательных процессов:

- разделение на жидкую и твердую фазу;

- обеззараживание;

- обработка осадка;

Технологические схемы разделяются:

- по методам отделения твердой фазы от жидкой: отстойные, отстойно-фильтровальные, фильтровальные,

- по числу однотипных сооружений, по которым проходит вода: одноступенчатые, двухступенчатые,

- многоступенчатые;

- по использованию реагентов - безреагентные, реагентные;

по применяемым методам обезвреживания: дренажное, механическое;
по способам обеззараживания: контактные, бесконтактные.

Все шахтные (карьерные) воды в соответствии с «Правилами технической эксплуатации угольных шахт» подлежат обеззараживанию. Исключение могут составлять кислые воды.

Обеззараживающий реагент вводится на разных стадиях очистки. Бесконтактное обеззараживание проводят только после фильтрования.

Технология очистки шахтных вод в отстойных сооружениях нашла широкое распространение на большинстве шахт и карьеров как наиболее простая и дешевая, но экологически малоэффективная. Применяют в основном пруды-отстойники, горизонтальные отстойники и их сочетание. Эффективность очистки достигает только до 40%. Очищенная вода может содержать от 30 мг/л и более взвешенных веществ. В Донецкой области свыше 150 отстойников и примерно столько же прудов и каскадов прудов - осветлителей. Они наносят вред окружающей среде, загрязняя водоемы, почву, заделывают много сельскохозяйственной земли, повышают уровень грунтовых вод, приводят к заболачиванию сельхозугодий, загрязняют атмосферу. В отстойниках и прудах накопились миллионы тонн угольных отходов. Очистка их от осадка очень трудоемка и особенно тяжела в зимних условиях. Более современная схема, когда усредненная вода после отстойников направляется на фильтры, и везде добавляют реагенты, интенсифицирующие процессы очистки. По такой схеме идет очистка стоков на шахте № 22 им. Кирова ПО «Стахановуголь», шахты «Коммисаровская» и «Никанор» ПО «Луганскуголь», «Волынская ПО «Торезантрацит» «Лидиевская ПО «Донецкуголь». Но шахт, имеющих такую схему очистки в меньшинстве и, кроме того, они не лишены недостатков: необходимость свободных территорий для размещения площадок обезвреживания осадка, наличие шламонакопителей, что отрицательно сказывается на окружающей среде. Более совершенная схема, представленная на рисунке 8. На примере очистки вод шахты «Гусиноозерская» ПО «Востокуголь» (Россия), разработанная институтом «Днепрогипрошахт». Но и в этой схеме, как и во всей горной и угольной промышленности есть общая проблема - куда использовать миллионы тонн накопившихся и вновь образующихся шламовых и других отходов!

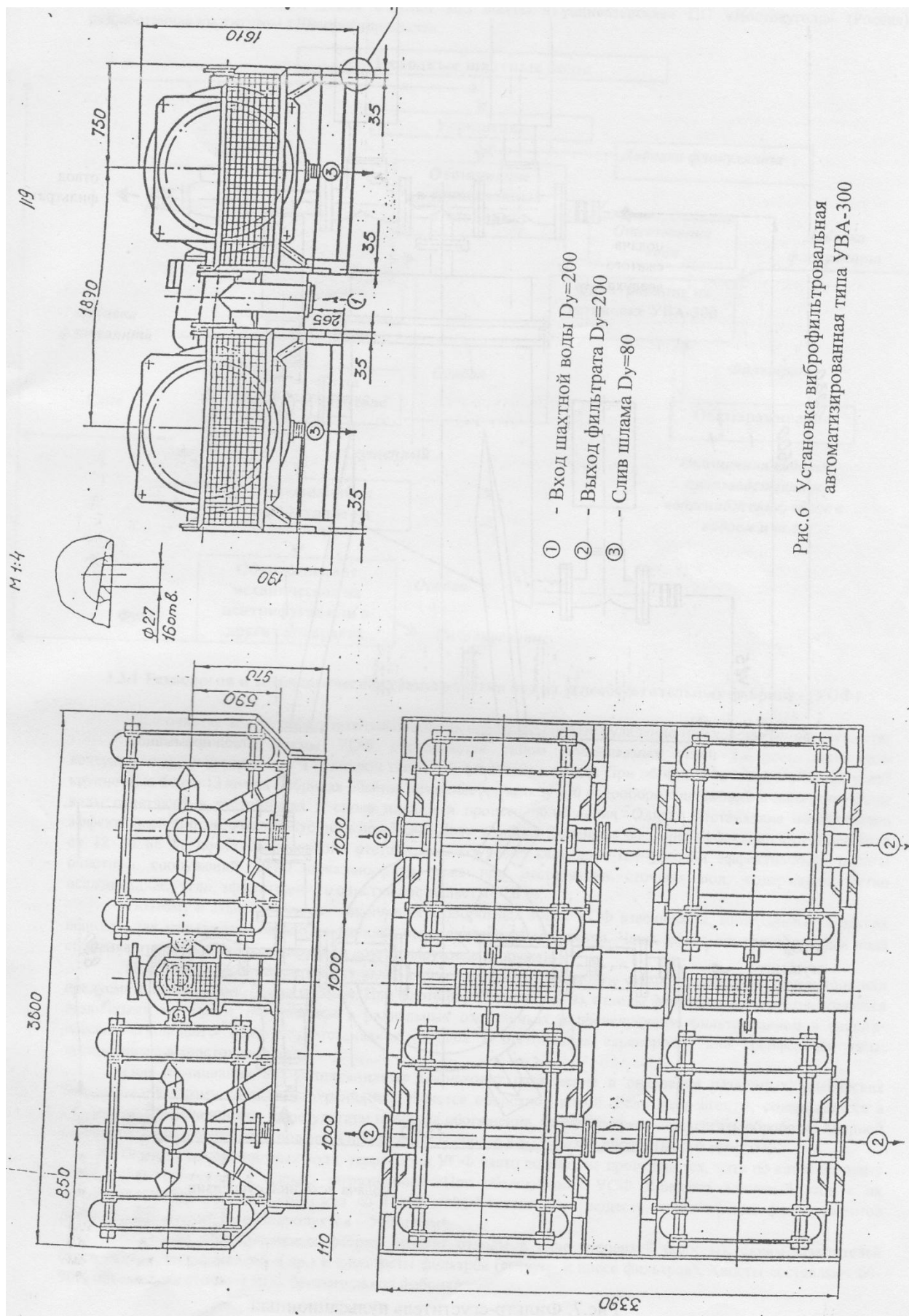


Рис.6 Установка виброфильтровальная автоматизированная типа УВА-300

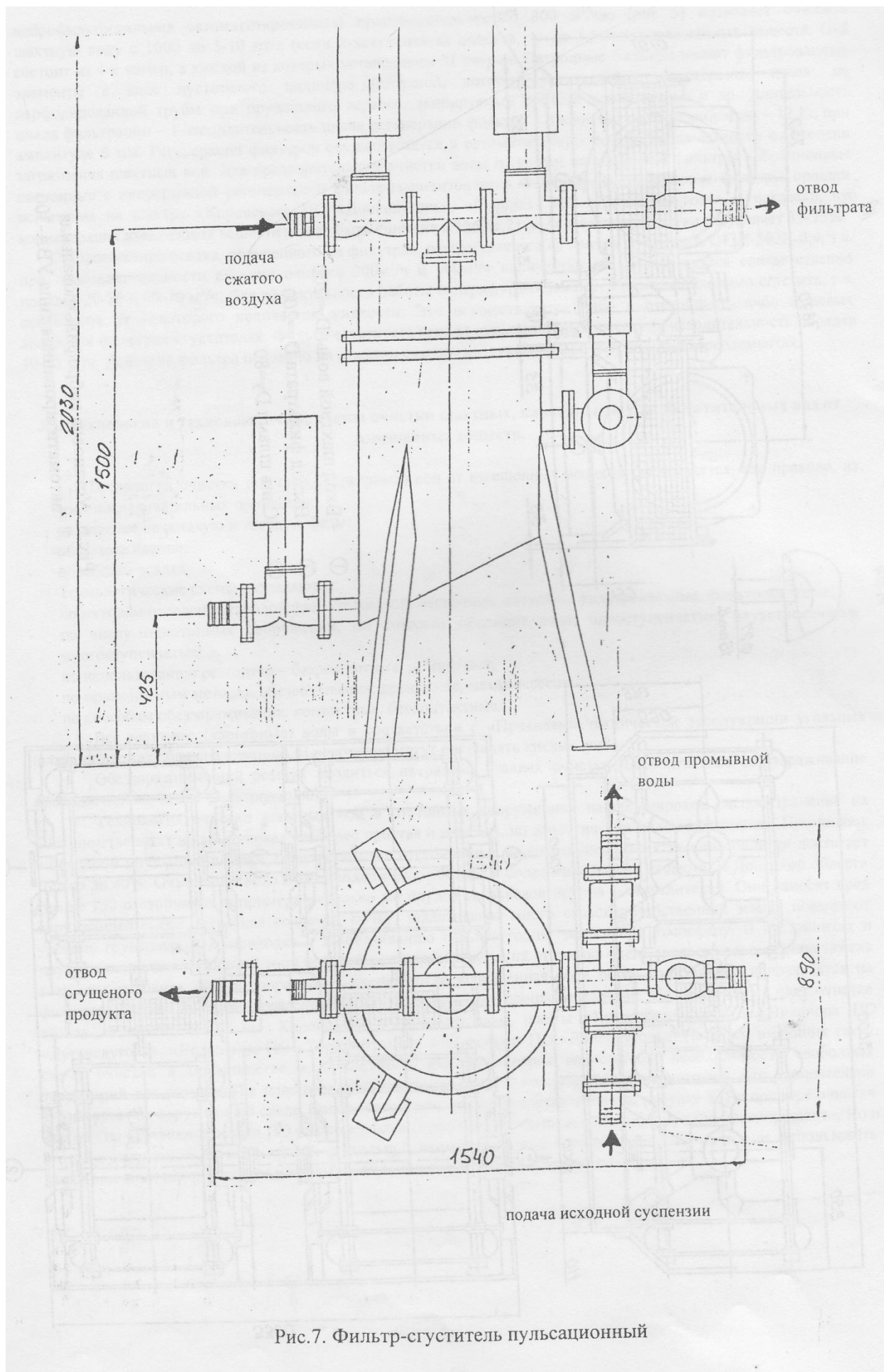
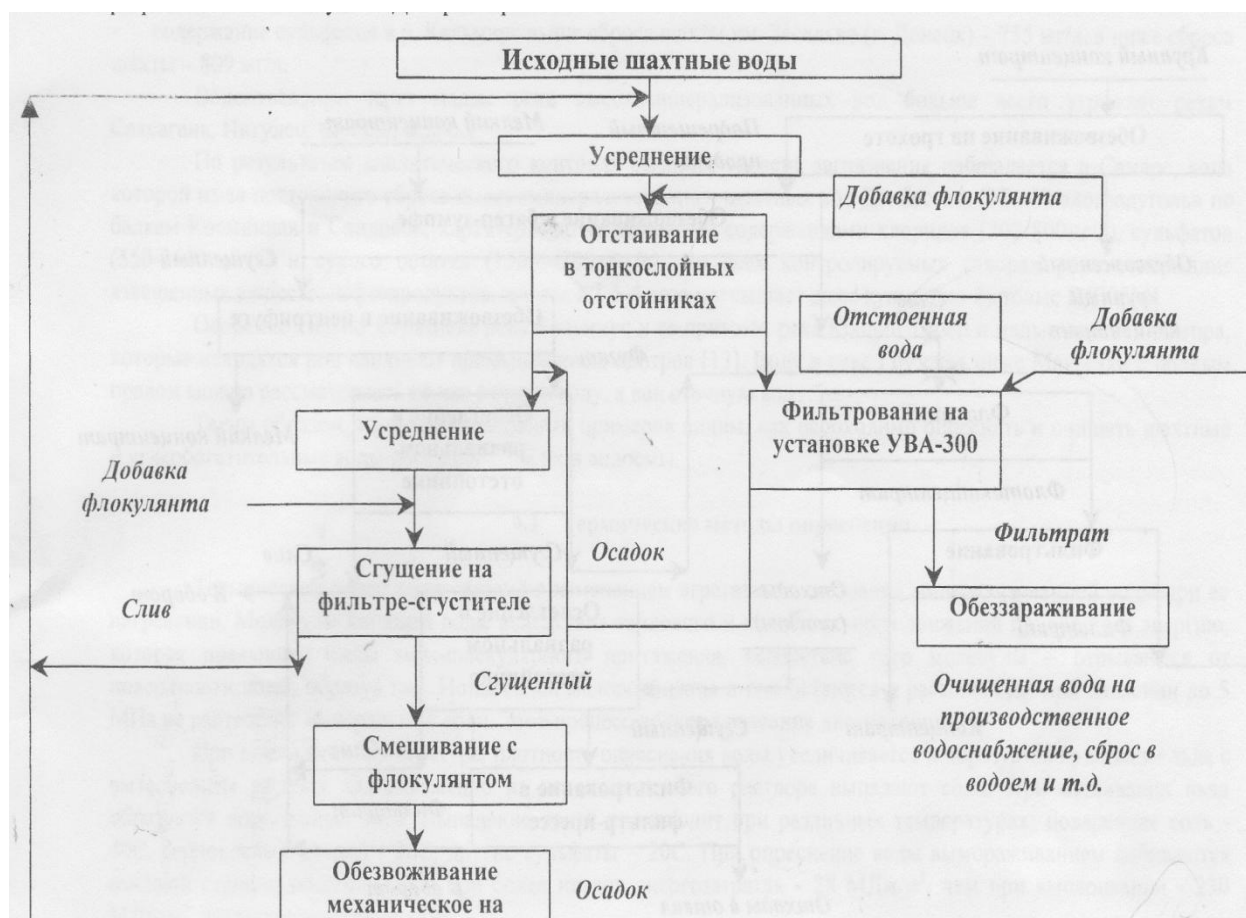


Рис.7. Фильтр-сгуститель пульсационный

Рисунок 9 Технологическая схема очистки вод шахты «Гусиноозерская» ПО «Востокуголь» (Россия), разработанная институтом «Днепрогипрошахт».



3.3.1 Технология и технологические схемы очистки вод на углеобогачительных фабриках (УОФ)

При очистке вод углеобогачительных фабрик предусматривается удаление только взвешенных веществ.

Водно-шламовые схема УОФ определяется типом обогащаемых углей (энергетические или коксующиеся), их крупностью и наличием операций флотации шламов. При обогащении энергетических углей крупностью более 13 мм на фабриках обычно применяется замкнутый водооборот: шламовые и циркулирующие воды осветляют в отстойниках и снова подают в процессе обогащения. Однако отстаивание недостаточно эффективный способ очистки сточных вод УОФ. Даже в одном Донецком бассейне эффективность колеблется от 18 до 88 % после двухчасового отстаивания. Изучение санитарно-технической эффективности работы очистных сооружений УОФ показало, что даже при отстаивании сточных вод, содержащих легко осаждающиеся угли, эффективность очистки составляет 44-88 %.

Поэтому в зависимости от накопления в оборотных водах УОФ взвешенных, минеральных и других веществ, так называемые замкнутые циклы, периодически размыкаются. Часть воды или вся оборотная вода сбрасываются в шламонакопители или другие наружные сооружения.

При обогащении коксующихся углей применяют водно-шламовые схемы, не предусматривающие или предусматривающие флотацию шламов. При флотации шламов (рис 9), отходы флотации могут обезвоживаться различными методами: осветлением в радиальных отстойниках с последующим фильтрованием в фильтр-прессах сгущенного продукта; отстаивание отходов в отстойниках скреперного или грейферного типа; отстаиванием в хвостохранилищах.

При отстаивании в хвостохранилище происходит разложение и окисление различных химических соединений, поэтому слив хвостохранилища является оборотной водой. Если же реагенты, содержащиеся в сливе отрицательно влияют на результаты процесса обогащения, то слив должен подвергаться обработке хлорной известью. Однако часто слив подают в процессе и при сбросе в водоем без обработки его известью.

Очистка поверхностных вод с территории УОФ часто вообще не производится, хотя по качественному составу они относятся к сильно загрязненным. При обследовании УОФ Донбасса ливневый сток с их территории перед очисткой содержал до 15000 мг/дм^3 взвешенных веществ, концентрация фотореагентов достигала 440 мг/дм^3 , а нефтепродуктов - 500 мг/дм^3 ,

К стокам обогатительных фабрик относят отходы в виде суспензий (хвосты), сливы сгустителей (отстойников, гидроциклона и др.) и фильтраты фильтров (вакуум- и прессе фильтров). Хвосты составляют 60-90% объема всех сточных вод обогатительной фабрики.

Содержание твердого в хвостах составляет 15-35% . Обычно хвосты, сливе сгустителей и фильтраты объединяют и совместно откачивают в хвостохранилища.

Рисунок 10 Водно-шламовая схема углеобогатительной фабрики с применением флотации.



4. Опреснение минерализованных шахтных вод.

Задачей опреснения шахтных вод является снижение солесодержания воды до норм питьевой кондиции. Основные методы опреснения:

термические: с использованием высоких температур (дистилляция) и низких температур (замораживания); мембранные (без изменения агрегатного состояния воды):

электродиализный и обратноосмотический; ионообменный: катионирование и анионирование; гидротехнический: разбавление или испарение низкоминерализованных вод.

Ни один из названных методов не является универсальным, но каждый весьма эффективен для определенных условий.

Для экологической оценки качества поверхностных вод на Украине в 1994 году введен в действие руководящий нормативный документ КНД 211.1.4.010.-94, который учитывает интегральное влияние загрязнителей на основе трех групп показателей, а именно: показателей солевого состава (таблица 12), показателей токсического и радиационного действия и трофо-сапробиологических показателей [13]

По Украине из шахт откачивается до 1 км³ высокоминерализованных сточных вод, которые сильно заслоняют водоемы и реки.

Таблица №12 Экологическая оценка качества поверхностных вод по показателям солевого состава.

Показатели солевого состава, мг/л	Уровни экологического состояния речных вод					
	Хороший		Удовлетворительный		Плохой	
	Лесо- степь	Степь	Лесостепь	Степь	Лесостепь	Степь
Минерализация	<750	<1500	751-1500	1501-1750	>1500	>1750
Сульфаты	<60	<200	61-200	201-500	>200	>500
Хлориды	<30	<200	31-200	201-500	>200	>500

Таким образом, не опресненные или недостаточно опресненные шахтные воды, сбрасываемые в реки Украины, загрязняют их, делая их не пригодными не только для питьевых, но и для культурно-бытовых и технических целей. Результаты аналитического контроля за 1997 г показали [13]:

содержание хлоридов в р. Кальмиус выше сброса шахты им Засядько (г. Донецк) - 333 мг/л, а ниже сброса шахты - 549 мг/л

содержание сульфатов в р. Кальмиус выше сброса шахты им. Засядько (г. Донецк) - 735 мг/л, а ниже сброса шахты - 809 мг/л.

Водоотведение через малые реки высокоминерализованных вод больше всего угрожает рекам Саксагань, Ингулец, Самара, Волчья.

По результатам аналитического контроля высокий уровень загрязнения наблюдается в Самаре, вода которой из-за постоянного сброса высокоминерализованных шахтных вод Донбасса и ПО «Павлоградуголь» по балкам Косминная и Свидовок, характеризуются высокими содержаниями хлоридов (200-800мг/л), сульфатов (550-1600 мг/л) и сухого остатка (1500-4200 мг/л). Во всех контролируемых створах реки содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов, железа в 1,5-4 раза превышает даже культурно-бытовые ПДК [14]

Особенно сильно загрязнена река Кальмиус и ее притоки, река Кривой Торец и малые притоки Днепра, которые находятся под влиянием промышленных центров [13]. Воду в реке Грузская ниже Макеевки с полным правом можно рассматривать не как речную воду, а как сточную воду.

Таким образом, из вышеприведенных примеров видим, как необходимо опреснять и очищать шахтные и углеобогатительные воды перед сбросом их в водоемы.

4.1 Термические методы опреснения

Термическое опреснение связано с изменением агрегатного состояния минерализованной воды при ее нагревании. Молекулы кипящей воды вследствие теплового и колебательного движений приобретает энергию, которая превышает силы межмолекулярного притяжения, вследствие чего молекулы - отрываются от поверхности воды, образуя пар. Ионы солей малоподвижны и они остаются в рассоле. Пар при давлении до 5 МПа не растворяет минеральные соли. Этот процесс получил название дистилляции

При понижении температуры плотность опреснения воды увеличивается и образуется кристаллы льда с вытеснением рассола. Одновременно из перенасыщенного раствора выпадают соли. При оттаивании льда образуется опресненная вода. Выпадение солей происходит при различных температурах; поваренная соль -40С, сернокислый натрий - 20С, другие сульфаты - 20С. При опреснении воды вымораживанием добиваются высокой степени обессоливания при более низких энергозатратах - 28 МДж/м³, чем при выпаривании - 230 МДж/м³, традиционным способом.

С целью использования нетрадиционных энергосберегающих ресурсов эффективна гелио-опреснительная установка. Применение этого метода позволяет с минимальными энергозатратами очистить минерализованные шахтные воды Украины в теплые периоды года [32].

Процессе дистилляции является в настоящее время наиболее разработанным, поэтому он получил широкое распространение при опреснении морских вод, а также сточных вод в ряде отраслей промышленности. Проведенные исследования показали, что при солесодержании шахтных вод более 3г/л и значительной производительности (более 15 тыс.3м/сут) применение дистилляционного метода более экономично, чем использование ионного обмена или электролиза.

Сейчас создано ряд дистилляционных аппаратов, отличающихся условиями процесса, регенерации тепла, конструкцией и т.д. По принципу действия дистилляционные установки разделяют на адиабатные, тонкопленочные, гигроскопические и др. Адиабатные испарители - аппараты мгновенного вскипания являются наиболее совершенными. Впервые в отечественной практике адиабатная опреснительная установка для очистки минерализованных шахтных вод была построена в 1971 г на шахте «Терновская» ПО «Павлоградуголь». Принцип ее действия состоит в следующем. Минерализованная шахтная вода проходит тщательную очистку от взвешенных веществ до концентрации не более 2 мг/л. Затем вода нагревается в отдельно внесенном головном подогревателе, а оттуда поступает в испаритель и испаряется под вакуумом. Испарение происходит в последовательно расположенных камерах (четыре камеры). Пар конденсируется в емкостях, расположенных в верхней части камеры. Полученный из пара дистиллят поступает в бак. Вследствие последовательного увеличения вакуума рассол (циркулях) перетекает из ступени в ступень и вскипает в 2, 3 и 4 ступенях (камерах). Для предотвращения образования накипи на поверхностях вода шахтная, обрабатывается серной кислотой до остаточной щелочности 0,3-0,5 мг-экв/л. Производительность по дистилляту - 0,65-0,8 т/ч

Достигнутое в результате опреснения качество воды приведено в таблице 13.

Таблица 13 Изменение качества шахтной воды при опреснении на адиабатной опреснительной установке на шахте «Терновская»

Показатели	Исходная вода	Опресненная вода
Солесодержание, мг/л	7800-9000	25-200 0,7-1,0
Жесткость общая, мг-экв/л	29-37	
Содержание, мг/л:		
Хлоридов	4000-5500	10-90
Сульфатов	200-232	12-16
Натрия и калия Окисляемость, 02 мг/л	2400-4900 15-21	11-54 1-6
Колииндекс	25000-10000	3

В результате физиолого-гигиенических исследований установлен оптимальный уровень минерализации опресненной воды - 200-400мг/л при содержании кальция 50-75 мг/л. Нижний допустимый предел солесодержания 100 мг/л, а кальция -25 мг/л. Микроэлементный состав регламентируется по ГОСТ 2874-73 «Вода питьевая», содержание бора допускается не более 0,5 мг/л, а брома - 0,2 мг/л. До сих пор нет решения о возможности использования опресненной шахтной воды для хозяйственно-питьевых целей. Затраты на производство опресненной воды методом дистилляции слагаются из капитальных затрат (с учетом системы энергоснабжения)- 40-55%; стоимости тепловой и электрической энергии - 30-50%; затрат на реагенты, персонал и прочие затраты - 20-30%.

Для защиты пресноводных рек Донбасса и Приднепровья (институтом «Днепрогипршахт» разработаны проекты по деминерализации шахтных вод шахт «Красногвардейская-Западная №1» (шахтные воды-солесодержание-20,5г/л), «Павлоградская-Южная» (шахтные воды - соленые, солесодержание-18,7 г/л), им. Дзержинского ПО «Дзержинскуголь» им. Калинина «Артемуголь» и др. Во всех этих проектах используется для опреснения шахтных вод как основной - метод дистилляции в сочетании с другими (мембранными и ионообменными).

Несмотря на ряд разработанных проектов, их строительство и внедрение процессов опреснения задерживается по многим причинам: значительным капитальным вложением, высокой энергоемкостью термических опреснителей, нехваткой энергоресурсов в Украине и высокой стоимостью тепло и энергоносителей, экономическими проблемами с переработкой и захоронением рассолов, недостаточными способами борьбы с накипеобразованием и многими другими.

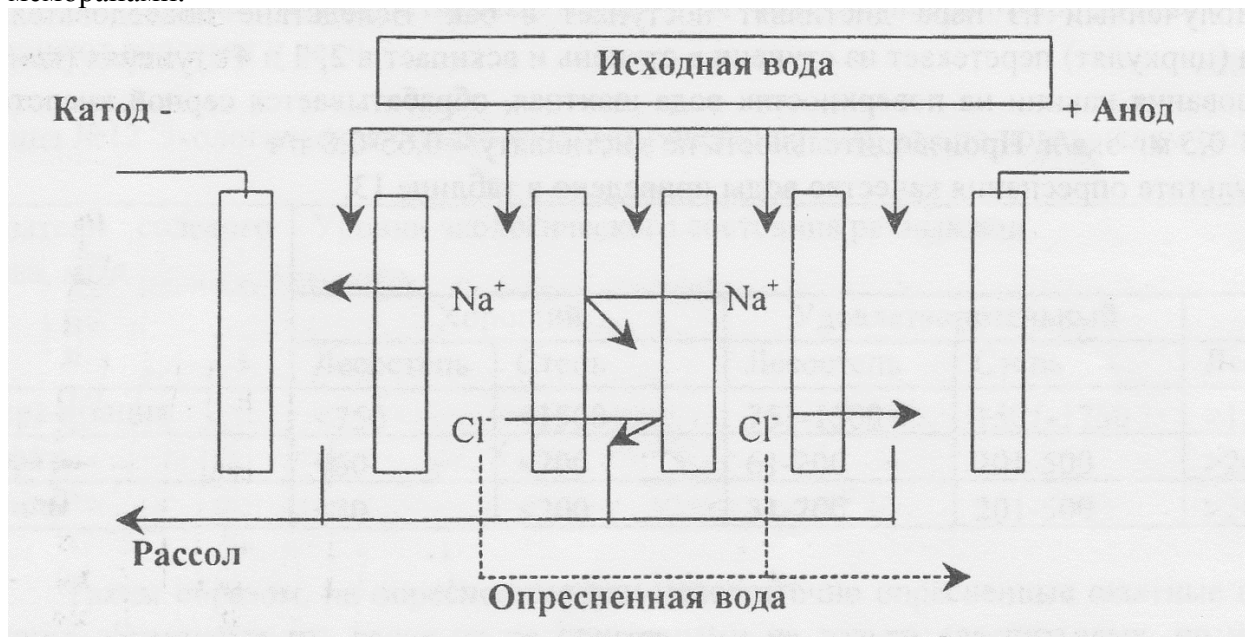
Стоимость опреснения воды методом дистилляции может быть снижена при использовании бросового тепла и при строительстве двух целевых установок, вырабатывающих электроэнергию и опресненную воду (ядерные энерго-опреснительные установки) Последнее, в условиях Украины и без того перегруженной ядерными установками АЭС будет приводить к интенсивному загрязнению окружающей среды радиоактивными отходами и пр.

Опреснение вымораживанием в промышленных масштабах для шахтных вод пока не применяется.

4.2 Мембранные методы опреснения.

Процессе разделения ионов солей при помощи ионоселективных мембран под действием постоянного тока принято называть электродиализом. Электродиализатор-аппарат, в котором происходит процессе электродиализа. Он разделен чередующимися катионитовыми и анионитовыми мембранами (рис. 10), образующими чередующиеся рассольные и дилуатные (обессоливающие) камеры. При пропускании постоянного тока катионы (Na⁺,K⁺) движутся в направлении к катоду. Проникая через катионитовые

мембраны, они задерживаются анионитовыми мембранами. Анионы (Cl , SO_4^{2-}) движутся к аноду, проникают через анионитовые мембраны и задерживаются катионитовыми мембранами.



Мембраны изготавливаются из полимерных материалов (полиэтилен, полипропилен и т.д.) и порошка ионообменных смол. Отечественная промышленность выпускает аппараты двух типов: прокладочные и лабиринтные. Электродиализаторы прокладочные - это фильтр-прессы с горизонтальной осью электрического поля, лабиринтные - с вертикальной осью электрополя. Рабочие камеры снабжены корпусной рамкой с закладочной сеткой. Надежность работы электродиализаторов зависит от надежности мембраны. Мембраны могут быть «отравлены» красителями, поверхностно-активными веществами, синтетическими моющими средствами, флотационными реагентами, большим содержанием взвешенных веществ, железа, марганца и пр. При опреснении нейтральных шахтных соленых вод (10 г/дм^3 солей) срок службы мембран до 5 лет.

Обычно между анодом и катодом, изготовленных из графита или платинированного титана, располагается до 300 ячеек - камер, образованных стенками катионитовых и анионитовых мембран. Расстояние между мембранами в аппарате обычно принимается 0,7-1,5 мм (толщина ячейки)

Опреснительная установка с электродиализатором ЗДУ-50 с 1971 г. эксплуатировалась на шахте «Петровская» ПО «Донецкуголь». Перед установкой шахтные воды подверглись тщательной очистке от взвешенных веществ. Рациональное и экономическое применение электродиализаторов ограничивается солесодержанием шахтных вод в пределах 3-5 г/л.

Основные технологические показатели установки следующие:

Солесодержание, мг/л	
Исходной воды	5000
Опресненной воды	860
Рассола	11200
Производительность, м ³ /сут	50-65
Плотность тока, А/м ²	73
Рабочее напряжение, В	400
Расход электроэнергии на опреснение и перекачку, кВт ч/м ³	75

Качественные показатели исходной шахтной воды и опресненной, полученные на установке ЗДУ-50, приведены в табл.14

Таблица 14

Изменение состава шахтной воды при опреснении на ЗДУ – 50

Показатели	Исходная вода	Опресненная вода
содержание. Мг/ л	4450-5316	440-860
Окисляемость, мг/л	11,8-28,5	1,1-2,2
Жесткость общая. мг-экв/ л	15,6-19,2	1,2-4,0
Железо общее, мг/л	0,75-2,4	
Натрий и калий. Мг/ л	1200-1610	130-213
Кальций. Мг/ л	142	36
Магний. мг /л	145	27
Хлориды, мг/л	1128-1800	104-198
Сульфаты, мг/л	1198-1382	180-261

Исследованиями установлено, что ограничивающими факторами для эффективной работы мембраны является содержание микроэлементов никеля и кобальта свыше 0,05 мг/л, а также большое содержания кальция, магния, сульфатов и гидрокарбонатов, которые откладываются на мембранах. В связи с этим метод электродиализа рекомендуется применять пока только на шахтных водах хлоридно-сульфатного натриевого типа с солесодержанием не более 5 г/л.

Процессе молекулярного разделения растворов от растворимых в нем веществ при фильтровании через полупроницаемые мембранные перегородки («молекулярные» сита) при давлений, превышающим осмотическое, называется обратным осмосом или гиперфильтрацией. Этот метод характеризуется как наиболее экономичный, но практического применения в опреснении шахтных вод не нашел.

4.3. Другие методы опреснения, переработка и утилизация рассолов.

Метод подготовки воды с помощью ионного обмена применительно к опреснению шахтных вод в Украине не нашел применения в связи экономической и экологической нецелесообразностью, обусловливаемой проблемой утилизации, переработки и ликвидацией осадков и сбросных регенерационных вод. Однако ионный обмен широко применяется на многих шахтах для подготовки воды в котельных установках, где в качестве исходной может быть использована очищенная и умягченная вода или же водопроводная вода.

В районах, где позволяют климатические (летнее время) и гидрографические условия (балки, овраги и т.д.), а также наличие земельных площадей (испарительные площади) возможно использование способов испарения, вымораживания и, как временная мера, разбавления. Однако эти методы имеют антиэкологическую направленность и поэтому применяться не должны, хотя широко используются. Эти методы повышают уровень грунтовых вод, затопляют и заболачивают плодородные украинские черноземы, приводят к засолению сельскохозяйственных земель, нарушают гидрогеологический режим поверхности и подземных вод, загрязняют атмосферу и окружающую среду.

Опреснение минерализованных шахтных вод сопровождаются образованием опресненной воды и рассола. Если при опреснении морских вод рассолы сбрасываются в море, то при опреснении шахтных вод сброс рассолов в гидрографическую сеть недопустим.

Концентрирование рассола после опреснителей до необходимого содержания солей для получения сухих солепродуктов или их утилизация является первой стадией переработки рассолов. Для этих целей применяют термические методы.

Основными минеральными компонентами рассолов после опреснения, в зависимости от состава исходной воды, могут быть сульфаты натрия, хлориды натрия, хлориды кальция и магния, а также вещества, как йод, бром, калий и др.

Выделяют из рассолов поваренную соль (хлорид натрия). Наибольшую сложность представляет разделение рассола, содержащего хлорида кальция и магния, вследствие близости их физико-химических констант.

В настоящее время применяют антиекологическое направление - закачивают рассолы в глубокие подземные горизонты, что приводит к засолению и загрязнению пресных подземных вод. Другое направление - перевод рассолов в твердые солепродукты с последующим их захоронением или складированием. Складирование (или захоронение) возможно, например, в горные выработки или плоские породные стволы в гидроизолированной таре с дополнительной гидроизоляцией заложеного объема соли.

Таким образом, проблема переработки рассолов, их утилизация и складирование до сих пор не решена и нуждается в комплексном подходе в горнодобывающих районах.

Толковый словарь специальных терминов.

Агрессивность шахтных вод - это способность вод разрушать бетон, металл и другие материалы.

Адиабатные опреснители - аппараты мгновенного вскипания **сточных вод**

Антропогенное загрязнение - любое загрязнение среды, вызванное деятельностью человека.

Биологические пруды - пруды, используемые для биологической очистки сточных вод.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) - показатель загрязненности воды органическими веществами, выражается количеством кислорода, затрачиваемого на окисление этих веществ биологическим путем за определенный промежуток времени ($\text{мг O}_2/\text{л}$, $\text{мг O}_2/\text{м}^3$, $\text{SO}_2/\text{м}^3$ и т.д.)

Вторичное засоление почвы - процессе накопления вредных для растений и животных солей в верхних слоях ПОЧВЫ в результате сброса высокоминерализованных шахтных вод.

Гидрофобные вещества - вещества, не смоченные водой (масла, сажа, свежедобытый уголь, нефтепродукты и др.)

Гранулометрический состав угля и продуктов обогащения - это рассев угля и продуктов обогащения на ситах с отверстиями разных размеров с целью определения выхода размеров частиц в них.

Дилюат - обессоленная вода, полученная в электродиализаторах.

Диспергация - дробление, измельчение.

Дисперсные частицы угля - тонко измельченные частицы угля.

Дренажные сточные воды - воды, полученные при осушении шахтных и карьерных полей, с целью улучшения условий эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Жесткость воды - это суммарное содержание солей кальция и магния, которые придают воде некоторые негативные свойства (неудобства при стирке белья - плохая стирка, перерасход мыла; замедление варки пищи; отложение солей на трубопроводах котлов и др.).

Жесткость воды временная - обусловлена содержанием в воде бикарбонатов кальция и магния, устраняется кипячением.

Жесткость воды постоянная - обусловлена содержанием в воде сульфатов и хлорида кальция и магния, устраняется кипячением и физико-химическими методами.

Заболачивание почвы - эволюция почвы и ландшафта под влиянием постоянного избыточного увлажнения и подтопления шахтными водами.

Засоление почвы - аккумуляция в почве легкорастворимых солей в токсичных для растений количествах в результате избыточных их поступлений с шахтными или поверхностными водами.

Зольность угля - не горючий остаток.

Инфильтрация вод - проникновение поверхностных вод в подземные горные породы.

Канцерогенны - химические соединения, вещества или физические агенты, способные индуцировать появления злокачественных новообразований у животных, растений и человека.

Карьерные сточные воды - воды, полученные при открытой разработке полезных ископаемых.

Кислые шахтные воды - это воды содержащие серную кислоту (характеризуются концентрацией водородных ионов pH менее 6,5)

Коагулянты - минеральные соли (хлорное железо, сернокислый алюминий и др.), способствующие более быстрому осаждению взвешенных веществ в воде.

Коли титр - количество воды (в мл), в котором обнаруживается одна кишечная палочка (определяется по ГОСТ 18963-73)

Коли индекс - количество кишечных палочек, находящихся в 1 л исследованной воды.

Концентрат - это продукт обогащения, в котором содержится максимальное количество ценного минерала (вещества), например, горючей масел в угольном концентрате.

Крупный концентрат - продукт обогащения с размером частиц угля более 13 мм

Малые реки - реки с площадью бассейна **не** превышающего 2000 км²

Мелкий концентрат - продукт обогащения с размером частиц угля менее **13** мм.

Метаморфизм вод - изменение физико-химических свойств вод под действием различных факторов.

Микробное число - общее количество микробов в 1 мл воды.

Нормативно-очищенные сточные воды - сточные воды, отведение которых после очистки в водные объекты не приводит к нарушению норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования

Обводненность шахт - количество поступающей в горные выработки воды.

Обеззараживание сточных вод - обработка сточных вод с целью удаления из них патогенных микроорганизмов и устранения опасности заражения им окружающей среды

Обогащение полезных ископаемых - отделение пустой породы от ценных ископаемых.

Обратный осмос или гиперфильтрация - физико-химический процессе очистки и опреснения шахтных вод, основанный на прохождении (фильтровании) воды через полупроницаемые мембранные перегородки (молекулярные сита) при давлении, превышающим осмотическое.

Оборотное водоснабжение - это когда вся вода или ее часть все время находится в обратном цикле предприятия

Обогатительные фабрики - в которых происходит процесс отделения пустой породы от ценных полезных ископаемых.

Окисляемость - показатель загрязненности воды органическими веществами, выражается количеством кислорода в миллиграммах, затрачиваемого на окисление этих веществ в 1 л воды в определенных условиях

Опреснение шахтных вод - это **снижение** солесодержания вод **до норм** питьевого качества.

Осветление шахтных и других сточных вод - очистка вод от взвешенных в них механических примесей отстаиванием, фильтрованием, применением реагентов и другими методами

Отвал - насыпь, образуемая в результате размещения вскрышных или сопутствующих добыче полезных ископаемых пород и отходов на специально отведенных площадках.

Охрана окружающей среды - это совокупность государственных, административных, правовых, технических, экономических, политических и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и сохранение природных ресурсов земли.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ максимальные концентрации вредных веществ в почве, воздушной или водной среде, при превышении которых отмечается их вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Продувка - сброс части обратной загрязненной или высокоминерализованной воды и пополнение системы подпитывающей водой

Производственно-технологические сточные воды - воды, полученные при производстве промышленной продукции.

Поверхностно-активные вещества - это вещества, которые изменяют поверхностное натяжение воды, уменьшая его (моющие средства).

Прямоточное водоснабжение - использование воды в горных процессах, ее очистка и сброс в водоем.

Попутно забираемая вода - вода, образуемая попутно с добычей полезных ископаемых.

Регенерационные воды - воды после промывки аппаратов, ионообменных фильтров и других сооружений, очень загрязнены и представляют проблему по их переработке, утилизации и ликвидации.

Рядовой уголь - необогащенный уголь.

Степень обогатимости угля определяется по содержанию в нем сростков угля и породы (так называемый промежуточный или промпродукт). Если промпродукта много угли труднообогащаемые, если мало - легкообогащаемые.

Сухой остаток - общее содержание растворимых в воде веществ, полученных после упаривания воды при температуре 11 ОС

Твердая фаза сточных вод - это взвешенные вещества в воде

Террикон, терриконики - конусообразные отвалы из пустой шахтной или рудниковой горной породы.

Техническая вода, кроме питьевой, минеральной и промышленной, пригодная для использования в народном хозяйстве

Травление - способ очистки поверхности металлов от окалины при обработке ее кислотами.

Тяжелые металлы - ртуть, свинец, цинк, кадмий и др. металлы с большой атомной массой, антропогенное рассеивание которых в природной среде является опасной формой ее химического загрязнения и способно приводить к угрозе отравления или отравления живого.

Умягчение воды - технический процесс обработки воды, направленный на удаление солей жесткости.

Утилизация отходов и выбросов - использование производственных отходов и выбросов в народном хозяйстве.

Флокулянты - высокомолекулярные органические соединения, способствующие более быстрому осаждению взвешенных веществ в воде

Флотация - физико-химический процесс, основанный на прилипании различных веществ (гидрофобных) к воздушным пузырькам и всплытию их на поверхность установок. Применяется для обогащения полезных ископаемых, а также как метод очистки сточных вод от различных загрязнений.

Электродиализатор - аппарат, в котором проходит процесс электродиализа

Электродиализ - это физико-химический метод очистки и обессоливания вод, заключающийся в разделении воды от загрязнений и ионов солей воды через ионоселективные мембраны под действием постоянного тока.

Хвосты - жидкие отходы горно-обогажительных и перерабатывающих предприятий, содержащих тонко измельченные частицы минералов

Хвостохранилища - это огороженные, специальным образом подготовленные балки, днище которых должно быть вложено пленкой и слоем глины, чтобы жидкая фракция отходов не проникала в грунтовые воды.

Химическое потребление кислорода (ХПК) - количество кислорода, потребляемое при очистке воды от органических и неорганических загрязняющих веществ под действием различных химических веществ - окислителей (бихромат калия, перманганат калия и др.)

Шахтные воды - все воды, проникающие в выработанное пространство и проходящие через водоотливное хозяйство шахты.

Шлам - жидкие отходы или продукты горнообогатительных предприятий, содержащих определенное количество ценных элементов в виде тонко измельченных частиц минералов.

Литература.

1. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности - М: Недра, 1981
2. Монгайт И.Л., Текиниди К.Д., Николадзе Г.И. Очистка шахтных вод - М: Недра, 1978
3. Трофимович Е.М., Гурвич С.М. Охрана водных объектов при добыче и обогащении руд и углей - М: Недра, 1985
4. Чуянов Г.Г. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды - М: Недра, 1987
5. Бондаренко Н.К. Механические примеси шахтных сточных вод Донбасса и методы их извлечения. Уголь Украины, №2, 1979, с. 38-39
6. Долина Л.Ф. Использование ПАВ для интенсификации обезвоживания и осветления сточных вод обогатительных фабрик. Охрана окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов на предприятиях цветной металлургии: обзорная информация, ЦНИИ цветет экономики и информации. Вып.4, 1984, Москва
7. Каминский В.С., Барбин М.Б., Долина Л.Ф. и др. Интенсификация процессов обезвоживания. - М: Недра, 1982
8. Каминский В.С., Барбин М.Б., Долина Л.Ф. и др. Применение и обезвреживание поверхностно-активных веществ при обезвоживании промышленных осадков. VII Международный конгрессе по поверхностно-активным веществам. Тезисы. Секция II, М, 1976
9. Державно санітарні правила планування та забудови населених пунктів-Київ, 1996
10. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды на карьерах. - Киев: Выша школа, 1990
- II. Перелік екологічно небезпечних об'єктів України. Мінохорони України. - Київ, 1994
12. Государственные строительные нормы Украины. Состав и содержание материалов оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений. Основные положения проектирования. ДБН А.22-1-95-Киев; 1996
13. Исследование качества поверхностных вод в Днепропетровской и Донецкой областях. Годовой отчет по проекту «Дана». Днепропетровск, 1998
14. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 1997 рік. Державне управління екологічної безпеки в Дніпропетровській області. М. Дніпропетровськ, 1998
15. Доклад о состоянии окружающей природной среды по Донецкой области за 1995 г. Государственное управление экологической безопасности Минэкобезопасности Украины в Донецкой области, г. Донецк, 1996
16. Экология горного производства-М: Недра. 1991
17. Охрана окружающей среды при проектировании и эксплуатации рудников. - М: Недра, 1981
18. Сотскова Т.З. и др. Очистка шахтной воды от эмульсированных масел. Химия и технология воды, т.14, №9, 1992. с. 686-688.
19. Матлак Е.С., Малеев В.Б. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях. - Киев: Техника, 1991
20. Парахонский З.В. Охрана водных ресурсов на шахтах и разрезах - М:Недра, 1992
21. Газета «Позиция» №3 (374) 15 января 1999 г. Статья Л. Бурлакова «Свет - в окне, а в балке -радиоактивные отходы».
- II Уставлений розвиток гірничовидобувного регіону (вибір шляхів). Національний екологічний центр України, Криворізьке місцеве відділення. Екоцентр - К.- Кривий Ріг, 1998
23. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. Самохина В.Н.-М:Стройиздат, 1981
24. Здоровье и работа. Днепровская правда, 3 ноября 1998 г.
25. Долина Л.Ф. Главное - здоровье и жизнь людей. Путь и путевое хозяйство, №3, 1992

26. Долина Л.Ф., Волковницкая Н.А. и др. Состояние охраны водных ресурсов на железнодорожном транспорте Украины. Международная конференции по экологизации промышленного и сельскохозяйственного производства Приднепровья и Причерноморья (16-18 мая 1995 г) Сборник тезисов докладов, Днепропетровск, 1995 г.
27. Коткин А.М., Шуляк В.Е., Сердюк Л.Д. Исследование минерализации воды при обогащении углей.- Труды УкрНИИУглеобогащения, Т.УІ.,-М: Недра, 1967
28. Шуляк В.Е., Маслянская С.А., Сердюк Л.Д. Качественная характеристика поверхностного стока с промплощадок обогатительных фабрик - Уголь Украины, 1979, №4, с.24-25
29. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст та селищ України. КДП-204-№12. Укр. 218-92 Наказ Держжитлокомунгосп України № 80 від 30.12.92
30. Водний Кодекс України (Вводиться в дію Постановою ВР № 214/95 ВР від 06.06.95)
31. Екологічне законодавство України (Збірник законодавчих актів), ЕкоПраво-Київ, ЕКО Право-Харків, 1996
32. Максим В.И., Стандритчук О.З., Вахнин И.Т. и др. Термическое опреснение минерализованных вод с принудительным сдувом пара. Химия и технология воды. - 1992, т. 14, №2, с. 115-122
33. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий черной металлургии и способы их очистки. Проект «Дана», Днепропетровск - Амстердам, 1998

Приложение № 1

Підприємства вугільнодобувної промисловості, які віднесені до екологічно небезпечних [11]

Підприємство	Накопичувачі		
	Проектна потужність, млн.м ³	Утворюється за рік, млн.м ³	Накопичилось всього, млн.м ³
Центральна збагачувальна фабрика	20,0	1,1	13,8
"Кальміуська" Центральна збагачувальна фабрика	20,0	1,2	13,4
"Дзержинська" Центральна збагачувальна фабрика	11,8	3,3	10,0
"Комендантська" Центральна збагачувальна фабрика	5,0	2,4	6,3
"Комсомольська" Центральна збагачувальна фабрика		4,0	6,0
"Павлоградвугілля" Центральна збагачувальна фабрика		1,4	4,8
"Селідовська" Центральна збагачувальна фабрика		1,8	2,5
"Жовтнева" Центральна збагачувальна фабрика			

Гірникозбагачувальні підприємства, які віднесені до категорії екологічно небезпечних

№	Підприємство	Накопичувачі			
		Проектна Потужність, млн.м	Введено в дію млн.м	Утворюється за рік, млн.м ³	Накопичилось всього, млн.м ³
1	Шлами залізомісткі	635	527	13,8	401
2	Ново-криворізький ГЗК	487	486	18,2	372
3	Південний ГЗК	439	294	11,6	285
4	Північний ГЗК	271	72	6,5	242
5	Інгулецький ГЗК	162	102	6,0	175
6	Центральний ГЗК	116		65	26
7	Полтавський ГЗК			5,0	110
8	Каміш-Бурунський ГЗК			3,7	79
9	зализорудний комбінат				
10	Шлами марганецьмісткі				
	Орджонікідзевський ГЗК				
	Марганецький ГЗК				
	Шлами вапнякові	Скид у Чорне море 1,3 млн м ³ /рік забруднених стоків з концентрацією завислих речовин близько 800 мг/л.			
	Балаклавське управління об'єднання "Південруда"				

Приложение №2

Влияние некоторых тяжелых металлов, содержащихся в водах горных предприятий на организм человека и самоочищение водоемов [10]

Алюминий отмечается незначительным токсичным действием. Наиболее ядовитыми являются его хлориды,

очень токсичными. Содержание в воде 0,5-1,0 мг/л бериллия тормозит биохимические процессы самоочищения водоемов. В питьевой воде бериллия не должно быть, а ПДК для бериллия в водоемах 2 20 -4 мг/л.

Ванадий при содержании в питьевой нитраты и ацетаты. Соединения алюминия содержится в сточных водах предприятий горнодобывающей, химической, текстильной и других отраслях промышленности. Растворимые в воде соединения алюминия вызывают воспаления кишок, сильно раздражают слизистую оболочку глаз. По данным ряда исследователей, минимальная вредная концентрация хлоридов и нитратов алюминия составляет 0,1 мг/л. При попадании в питьевую воду, повышенные концентрации алюминия нарушают функции нервной системы человека, вызывают изменения в тканях головного мозга и ряд других серьезных заболеваний.

Бериллий. Соединения бериллия являются воде в количестве 0,03-0,022 мг/л уменьшает число соматических заболеваний, однако в более высоких концентрациях оказывает токсическое действие. ПДК для ванадия в водоемах 0,1 мг/л. В стоках, поступающих на биологическую очистку, концентрация ванадия не более 5 мг/л.

Кадмий обладает токсичными и кумулятивными (накапливаться в организме) свойствами. При поступлении в организм накапливается в печени, почках и селезенке, а также вызывает анемию, снижает содержание кислорода в крови. ПДК в водоемах равно 0,01 мг/л.

Кобальт отличается токсичными и канцерогенными действиями ПДК в водоемах равно 1 мг/л.

Медь малотоксичная, но обладает кумулятивным действием. ПДК в водоемах от 0,01 до 0,1 мг/л, в сточных водах не более 0,05мг/л.

Мышьяк обладает высокой токсичностью, легко всасывается в организм человека слизистыми оболочками и кровью, разносится во все органы и ткани. ПДК мышьяка в воде 0,05 мг/л.

Никель имеются противоречивые данные о токсичности алого металла, но ряд авторов считают никель канцерогенным веществом. ПДК для водоемов от 0,01 до 0,1 мг/л. В сточных водах идущих на биологическую очистку ПДК никеля не более 1 мг/л

Ртуть и ее соединения чрезвычайно токсичны для человека и теплокровных животных. Летальная доза ртути для человека 75-300 мг/л. Любые концентрации ртути в питьевой воде недопустимы. ПДК ртути для водоемов составляют 0,005 мг/л

Хром (VI) весьма токсичный и канцерогенный, накапливается в костной ткани, печени, почках, риск сердечнососудистых заболеваний, изменяет окраску воды и придает воде неприятный вкус, тормозит самоочищение водоемов. Токсичность хрома (3-х валентного) выражена в 500 раз слабее по сравнению с хромом (6-ти валентным).

Приложение № 3

Виды загрязнений воды и их влияние на здоровье людей.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ)

13 тысяч потенциально токсичных элементов содержит вода

80% заболеваний передается водой

25 млн. человек ежегодно умирают от них

Виды загрязнений	Вызываемые заболевания
Тяжелые металлы 1. Свинец 2. Ртуть 3. Кадмий 4. Цинк 5. Никель 6. Хром	1. Атеросклероз 2. Полиневрит 3. Гипертония 4. Поражение органов кроветворения (костный мозг) 5. Потеря остроты зрения
Радиоактивные загрязнения 1. Уран 2. Плутоний 3. Торий 4. Стронций 5. Цезий	1. Онкологические заболевания 2. Генетические изменения 3. Ослабление иммунитета 4. Врожденные пороки у детей 5. Ломкость и плохая срастиваемость костей у детей
Неорганические вещества 1. Азот 2. Фосфор	1. Вызывают рост в водопроводных коммуникациях и артезианских скважин сине-зеленых водорослей, плохо поддающихся фильтрации и вырабатывающих токсины. Попад в организм человека, подтачивают его иммунитет
Канализационные стоки 1. Различные токсичные вещества 2. Болезнетворные микробы	1. Гастроэнтерит 2. Гепатит 3. Микро кардит 4. Менингит 5. Полиомиелит 6. Скрытые формы (более 80% кишечных расстройств этиологические не расшифровано)
Хлороорганика, неорганические ядовитые вещества 1. Фтор 2. Хлор (и его соединения) 3. Бром 4. Хлороформ	1. Нефриты 2. Гепатит 3. Высокая мертворождаемость 4. Токсикозы беременности и врожденные аномалии плода 5. Мутагенные эффекты 6. Образование диоксида 7. Ослабление детородных функций мужчин и женщин 8. Онкологические заболевания внутренних органов
Синтетические удобрения и ядохимикаты 1. Гербициды 2. Пестициды 3. Нитраты 4. Нитриты	1. Приводит к застанию водоемов, уменьшению кислорода в воде, что приводит к массовой гибели рыбы и заражению воды болезнетворной микрофлорой.

Приложение № 4

Качественная характеристика шахтных вод Украины.

Показатели	Характеристика и значение показателей загрязненных шахтных вод.
Расход сточных (шахтных) вод на 1 т добываемого угля	От 2 до 20 м"
Объем шахтных вод, м ³ /г	От менее 50 до более 1000
Температура, "С"	6-25
Цвет	Черный, бурый, серый, желто-серый
Привкус	Солоноватый, горький, сладковат, приятный
Запах	Различный
Органические загрязнения: Окисляемость, мг/л БПК ₅ , мг/л ХПК, мг/л	От 6,5 до 200 0,2-110 5-250
Загрязнения нефтепродуктами мг/л	0-50 и более
Загрязнения взвешенными веществами, мг/л	30-2500 и более
Содержание частиц менее 10 мкм во взвешенных веществах, %	От 15 до 53
Зольность взвешенных веществ, %	20-80
Загрязнение микроэлементами	Около 30 Содержание стронция, никеля, меди, титана, цинка, бария, и железа выше допустимых концентраций
Минерализация, мг/л	От 300 до 50 000 и более
Жесткость, мг экв/л	1,5-30 и более
Загрязнения азотной группы, мг/л Ионы: NO ₃ ; NO ₂ - з	0,01-2,1 1-15 0-10
Бактериальные загрязнения : Коли титр. Мл Коли индекс	0,1-333 от < 3 до > 10000
рН	От < 6 до > 9
Агрессивность	Слабоагрессивные и агрессивные

Приложение № 5

Качественный состав сточных и оборотных вод углеобогатительных фабрик Украины

Показатели	В гидроотвал	В оборот
Удельные расходы (сброс) загрязненных сточных вод зависит от способа и глубины обогащения угля, мЗ/т угля	0,1-0,4	
Температура, °С	11-25	11-25
Цвет	Черный, бурый, серый, желто-серый	
Привкус	Солоноватый, горький, сладковатый	
Запах	Различный	
БПК ₅ , мг/л	4-10	
ХПК, мг/л	400-9600	
Сухой остаток, мг/л	500-900	400-800
Щелочность, мг экв/л	4-10	3-7
Содержание, мг/л взвешенных веществ то же, после 2-часового отстаивания высших спиртов эфирорастворимые вещества	10000-40000 и более 800-10000 0,1-0,7 5-32	1000-200000 800-1200 0,25-0,5 5-24
Загрязнение микроэлементами Минерализация, мг/л Жесткость, мг экв/л	Около 30 >6000 1000-6000 1.5-20 1.5-20	
Зольность взвешенных веществ, %	30-80	
Бактериальное загрязнение: Коли титр, мл рН	0,1-333. От 6 до 9	

Санітарно-захисні зони підприємств по видобуванню руд та нерудних копалин

[9]

Клас I А. Санітарно-захисна зона 1500 м 1. Кар'єри по видобуванню залізних руд відкритим способом з використанням вибухових засобів.

Б. Санітарно-захисна зона 1000 м

1. Підприємства по видобуванню ртуті, миш'яку, марганцю;
2. Підприємства по видобуванню природного газу.

Клас II Санітарно-захисна зона 500 м

2. Підприємства по видобуванню горючих сланців
3. Підприємства по видобуванню кам'яного, бурого та іншого вугілля
4. Підприємства по видобуванню залізних та поліметалічних руд (за винятком свинцевих, ртуті, миш'яку та марганцю) та гірських порід УПІ-ХІ категорій відкритою розробкою без застосування вибухових засобів
5. Породні відвали вугільних шахт, що експлуатуються; недіючі породні відвали висотою більш 30 м, що піддаються горінню; недіючі породні відвали висотою більш 50 м, що не схильні до горіння.

Клас III Санітарно-захисна зона 300 м

2. Підприємства по видобуванню гірських порід УІ-УІІ категорій: доломітів, магнезитів, азбесту, гудронів, асфальту відкритою розробкою;
4. Виробництво брикетів з дрібного торфу та вугілля;
5. Гідрошахти та збагачувальні фабрики з мокрим процесом збагачення;
6. Недіючі породні відвали вугільних шахт (висотою менше 50 м), що не схильні до горіння.

Клас IV Санітарно-захисна зона 100 м

1. Підприємства по видобуванню кам'яної кухонної солі;
2. Підприємства по видобуванню руд металів та металоїдів шахтним способом, за винятком свинцевих руд, ртуті, миш'яку та марганцю.

Клас V Санітарно-захисна зона 50 м

1. Підприємства по видобуванню каміння безвибуховим способом та підприємства по обробці природного каміння.

Приложение № 7

Классификация техногенных нарушений природной среды при горных разработках (по Горлову В.Д.)

Вид	Тип	Группа
Ландшафтные нарушения	Выработанные пространства и провалы	1. Котлованы карьеров 2. Траншей и выработки последних за ходок 3. Провалы от подземных работ 4. Нагорные канавы
	Отвалы и площадки	1. Внутренние и внешние породные отвалы, сложенные из грунтов с благоприятными физико-механическими и агробиологическими свойствами 2. То же, гидр отвалы и хвост хранилища 3. То же, с неблагоприятными свойствами пород
	Земельные участки под промышленными объектами	1. Здания и сооружения 2. Внутризаводские дороги, ЛЭП и другие инженерные сети и коммуникации
Экологические нарушения	Изменения гидрогеологических условий района разработки	1. Обезвоживание территорий 2. Закисление поверхностных и грунтовых вод.
	Загрязнение прилегающих территорий, воздушного и водного бассейнов.	1. Эрозия, выветривание, разрыв породных отвалов 2. Пыление при отвал образовании 3. Горение породных отвалов. 4. Газопылевое загрязнение при взрывных работах 5. Загрязнение пробуренный, погрузочно-транспортных и других работах
	Сейсмические нарушения	Разломы и подвижки при взрывных работах и горных ударах.

Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах.-М:Недра, 1981

Приложение № 9

Новые полной заводской готовности модульные установки для биологической очистки сточных вод шахтерских поселков, проблемы.

В настоящее время в области очистки сточных вод актуальным является решение следующих задач:

- повышение эффективности очистки стоков от биогенных веществ;
- снижение массы образующегося ила;
- снижение затрат на обслуживание;
- повторное использование очищенной воды.

Решения

По сравнению с широко известными технологиями, такими, как A20, 2A20, VCT., УР., 92,93 M1.1 при равнозначной нагрузке имеет следующие преимущества:

- выше эффект очистки;
- оборудование занимает в 3-5 раз меньшую площадь;
- себестоимость очистки в 2-3 раза ниже;
- стоимость строительства в 2-3 раза ниже
- выход ила в 30-60 раз меньше;
- возможность повторного использования очищенной воды.

Предложения

Холдинг «Комплект Экология» в области биологической очистки стоков и обработки ила предлагает свои услуги в качестве разработчика проектов технологий, а также поставщика оборудования, необходимого для обеспечения данных процессов.

Опыт

По нашим технологиям реализовано более 60 проектов в Латвии и государствах СНГ. Специалисты ведущих научно исследовательских институтов, таких, как Мосводоканал НИИ проект и ЦНИЗП Торговый дом «Инженерное Оборудование», а также практики Мосводоканала и Мострансгаза изучили и дали высокую оценку наших знаний процессов очистки сточных вод.

Выбранное число и соотношение объёмов биоценозов, оптимальные для максимально полного развития мета биотических, симбиотических, синергетических и др. отношений микроорганизмов, способствуют формированию многочисленного и разнообразного видового состава, позволяющего обеспечить высокоэффективную глубокую очистку сточных вод. Нагрузки на изолированные биоценозы, последовательно осуществляющие очистку сточных вод, меняются от высоких до низких, что позволяет вести очистку с минимальным временем гидравлической задержки. Создание условий аэробной, переходящих от восстановительных к окислительным. Максимально реализует возможности использования альтернативных путей дыхания микроорганизмов, что приводит к значительной экономии электроэнергии. Широкие адаптационные возможности ступенчатых иммобилизованных биоценозов являются основой полной саморегуляции системы в целом, обеспечивая устойчивый процесс очистки при изменении параметров стока без вмешательства обслуживающего персонала.

Развитые трофические взаимоотношения микроорганизмов позволяют:

производить очистку сточных вод без образования лишнего ила (технология 91,911 X, 911 X+P) вести обработку ила (минерализации по технологий M1.1), отводимого для удаления фосфора, со снижением массы в 20-60 раз осуществлять полную биологическую дезинфекцию стоков.

Эффективность очистки, %:

Технология	ВВ	БПК	NH4	NO3	PO4
91	<25	<25			
911.X	<10	<10	1.5	4	<1
911.X+P	<3	<3	0.4	2...3	0.2

Производительность:

От 1 до 300 000 м3/сутки.

Эффективность очистки, %:

Технология	ВВ	БПК	NH4	NO3	PO4
92	97	97	97	90	90

Производительность:

От 2 до 300 000 м3/сутки.

Эффективность очистки, %:

Технология	ВВ	БПК	Ш4	NO3	PO4
93	99	99	99	95	98

Производительность:

От 3 до 300 000 м3/сутки.

Обработка лишнего ила со снижением массы в 30-60 раз. Производительность - без ограничений.