МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений шахтных вод

Москва — 1979

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

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

СОГЛАСОВАНО
Начальник Всесоюзного объединения "Союзшахтопроект"
В.Ф.Крылов
"20" ноября 1978 г.

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Управления охраны природы
Г.Г.Вознюк
"20" ноября 1978 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений шахтных вод

Москва, 1979

Методические указания содержат перечень необходимых исходных данных для выбора технологических схем очистки шахтных вод от взвешенных веществ и их обеззараживания, методики технологических анализов шахтных вод и осадка, схемы экспериментальных установок, перечень используемого оборудования, приборов и материалов.

Методические указания разработаны с учетом действующих в стране нормативных документов. В основу их положены методики технологических анализов, разработанные для природных и сточных вод ВНИИ ВОДГЕО, Институтом коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им.К.Д.Памфилова и другими научно-исследовательскими институтами и организациями.

Методические указания предназначены для использования отраслевыми научно-исследовательскими институтами и санитарно-профилактическими лабораториями производственных объединений в качестве методического пособия при подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений шахтных вод.

Методические указания разработаны сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь) Харионовским А.А. (руководитель), Золотухиным И.А., Васевым В.А., Васевой В.Н., Сукрушевой Т.А.

В В Е Д Е Н И Е

Шахтные воды содержат различного рода загрязнения и подвергаются очистке перед использованием в производственном водоснабжении и сбросом в водоемы. Основными видами загрязнений, по которым ограничивается использование и сброс шахтных вод в водоемы, являются взвешенные вещества и бактериальные примеси. Для очистки от взвешенных веществ и обеззараживания шахтных вод в зависимости от их состава и свойств разработаны и применяются на практике различные способы и устройства [1] . Выбор рациональной технологической схемы очистки для конкретного предприятия возможен только на основании достаточно полных и надежных исходных данных, для подготовки которых необходимо проведение технологических анализов шахтных вод и образующегося в процессе их очистки осадка.

Необходимость разработки настоящих методических указаний вызвана тем, что действующая "Временная методика определения исходных данных о грубодисперсных примесях в сточных водах предприятий угольной промышленности" [2] не охватывает весь перечень необходимых для проектирования исходных данных. Некоторые положения этой методики, как показал опыт ее практического использования, устарели и подлежат уточнению.

Методические указания разработаны с учетом новых методик по анализу природных и сточных вод [3, 4] и результатов исследований технологических свойств шахтных вод, проведенных институтом ВНИИОСуголь на шахтах Кузнецкого, Донецкого, Подмосковного, Канско-Ачинского и Минусинского угольных бассейнов в 1973-1978 г. В ней учтены замечания и предложения, содержащиеся в отзывах отраслевых научно-исследовательских и проектных институтов на I-ю редакцию.

Методические указания необходимо использовать совместно с действующим "Руководством по анализу шахтных вод" [3] . Технологические анализы должны выполняться персоналом, знакомым со стандартными методами физико-химических анализов.

Методические указания не распространяются на шахтные воды, нуждающиеся в специальной очистке (нейтрализации, опреснении, удалении фенолов, микроэлементов и т.д.).

С введением в действие настоящих методических указаний утрачивает силу "Временная методика определения исходных данных о грубодисперсных примесях в сточных водах предприятий угольной промышленности" (М., 1971).

I. ОБЪЕМ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Для обоснованного выбора технологической схемы очистки от взвешенных веществ и обеззараживания шахтных вод и разработки технологической части проекта очистных сооружений необходимы следующие исходные данные.

I. Объем шахтных вод и производственных сточных вод, очищаемых совместно.

2. Режим (суточный график) откачки шахтных вод и поступления производственных сточных вод.

3. Физико-химический состав шахтных вод и производственных сточных вод.

4. Перечень потребителей неочищенной и очищенной воды, объем и суточный график водопотребления, требования потребителей к качеству воды.

5. Требования органов охраны водных ресурсов к качеству шахтных вод, подлежащих сбросу в водоемы.

6. Результаты технологических анализов шахтных вод:

- кинетика оседания взвешенных веществ;
- тип и оптимальная доза реагентов;
- фильтровальные характеристики шахтных вод;
- параметры осадка, образующегося при очистке;
- доза хлора для обеззараживания.

7. Наличие свободной территории для размещения очистных сооружений.

Данные об объеме шахтных и производственных сточных вод действующих шахт должны учитывать перспективы изменения их в результате расширения предприятия, совершенствования технологии, улучшения условий и безопасности работ, освоения новых участков и вскрытия новых горизонтов. Должны быть известны также пределы и длительность сезонных колебаний притоков шахтных вод.

График работы насосной станции главного водоотлива должен предусматривать минимально возможную длительность перерывов в работе насосных агрегатов и равномерное распределение перерывов в течение суток с целью сокращения объема усреднителя.

Физико-химический состав шахтных вод контролируется периодически санитарно-профилактическими лабораториями, находящимися в ведении производственных объединений. Результаты анализов собираются по возможности за длительный период. При отсутствии таких данных выполнение физико-химических анализов производится при проведении работ по подготовке исходных данных. Методика выполнения анализов изложена в руководстве [3] . Определению подлежат следующие показатели.

Взвешенные вещества, мг/л	Кальций, мг/л
Нефтепродукты, мг/л	Магний, мг/л
pH	Натрий, мг/л
Жесткость, мг-экв/л:	Калий, мг/л
общая, карбонатная	Железо общее, мг/л
Щелочность, мг-экв/л:	Свободная углекислота, мг/л
общая, бикарбонатная	БПК полн., мг/л
Сухой остаток, мг/л	Растворенный кислород, мг/л
Хлориды, мг/л	Коли-индекс
Сульфаты, мг/л	

Результаты физико-химических анализов служат основанием для установления в соответствии с "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" перечня показателей, по которым необходима очистка шахтных вод, и в соответствии с СНиП-28-73 степени агрессивности воды по отношению к бетону и железобетону.

Данные о содержании взвешенных веществ основываются на результатах определений, произведенных в предыдущие годы, и анализов ежемесячных проб, отбираемых в течение года, предшествующего сроку выдачи задания на проектирование.

Проекты очистных сооружений должны предусматривать экономически целесообразные объемы использования неочищенных и очищенных шахтных вод на производственные нужды шахты и соседних предприятий с целью сокращения расхода питьевой и технической воды, уменьшения сброса в водоемы и возмещения части затрат на очистку шахтных вод за счет экономии питьевой и технической воды.

Основными потребителями шахтных вод являются обогатительные фабрики и установки с мокрым обогащением угля, профилактическое заиливание, тушение породных отвалов, гидрозакладка, гидротранспорт, пылеподавление, котельные, стационарные компрессорные и дегазационные установки, кондиционеры. Необходимость и степень очистки шахтных вод для использования в производственном водоснабжении определяются требованиями потребителей к качеству воды.

Требования к качеству сбрасываемых в водоемы шахтных вод определяются проектами комплексного использования водоемов-приемников, а при их отсутствии - расчетами разбавления, выполняемыми проектными организациями с учетом перспективы развития народного хозяйства в этом районе.

Технологические анализы шахтных вод должны выполняться санитарно-профилактическими лабораториями производственных объединений. Доза хлора для обеззараживания определяется местной СЭС по общепринятой методике.

Отбор проб шахтных вод для технологических анализов производится, как правило, из трубопровода главного водоотлива на поверхности шахты или из водоподводящих лотков на входе в очистные сооружения. При этом должны отсутствовать условия для осаждения взвеси и исключено попадание посторонних загрязнений. Объем пробы должен удовлетворить требованиям применяемой методики анализа. Пробы отбирают в любые чисто вымытые емкости, не подвергающиеся коррозии и предварительно ополоснутые отбираемой шахтной водой. Каждая проба должна иметь этикетку с указанием номера пробы, места и времени отбора.

С целью сокращения времени, необходимого для подготовки исходных данных, исследования целесообразно проводить в определенном порядке. До проведения технологических анализов собираются все имеющиеся на настоящий момент сведения о составе и свойствах шахтных и производственных сточных водах данного предприятия. Это позволит сократить объем необходимых экспериментальных исследований. Исследования технологических свойств сточных вод и осадка выполняются в следующем порядке:

- построение градуировочных кривых для определения содержания взвешенных веществ в воде с помощью фотоэлектрического прибора;
- определение концентрации взвешенных веществ в исходной воде;
- выбор типа и дозы реагента;
- исследование кинетики оседания взвешенных веществ без применения и с применением реагентов;
- изучение фильтрационных характеристик воды;
- исследование свойств осадка.

В каждом конкретном случае в зависимости от местных условий порядок исследования технологических свойств шахтных вод может изменяться.

В связи с тем, что содержание, вещественный и дисперсный состав и свойства взвешенных веществ, а также физико-химический состав шахтных вод изменяются в течение года, выполнение технологических анализов воды и осадка рекомендуется проводить не менее двух раз в наиболее характерные периоды года, т.е. один раз в период нормальных притоков шахтных вод (летом, зимой) и второй раз в период максимальных притоков (весной, осенью). Это позволит получить более надежные исходные данные и избежать ошибок при разработке технологической части проектов очистных сооружений.

Выполнение технологических анализов шахтных вод и осадка, предусмотренных настоящими методическими указаниями, довольно трудоемко, требует значительного времени (1,5-2,0 месяца) и не всегда необходимо в полном объеме. По этим причинам необходимый объем исследований уточняется в каждом конкретном случае в зависимости от поставленной задачи, местных условий и других факторов.

При подготовке исходных данных для проектирования очистных сооружений на новой шахте, притоки шахтных вод, их физико-химический состав принимаются по данным гидрогеологической разведки месторождения или шахтного поля. Технологические анализы шахтных вод и осадка производятся на одной из соседних шахт, работающих в аналогичных горногеологических условиях.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

2.I. Методы определения

Стандартным методом определения концентрации взвешенных веществ в воде является весовой метод. Сущность метода заключается в том, что исследуемую воду фильтруют через мембранный фильтр и после его высушивания и взвешивания определяют массу взвешенных веществ, находящихся в единице объема исследуемой воды. Подробно методика весового определения концентрации взвешенных веществ изложена в руководстве [3] . Установка для фильтрования через мембранные фильтры изображена на рис.2.I.

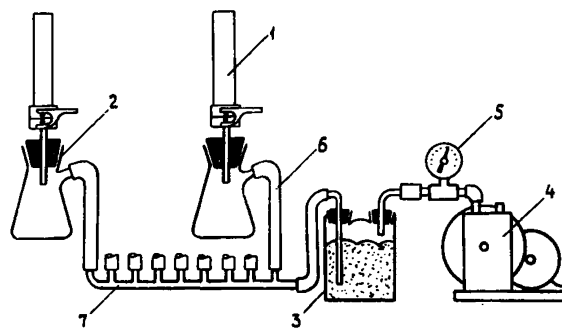

Рис.2.I. Фильтровальная установка для определения содержания взвешенных веществ

I - фильтровальное устройство; 2 - колба Бунзена (емк.I-2 л); 3 - сосуд Вульфа с поглотителем влаги; 4 - вакуумный насос; 5 - вакуумметр; 6 - вакуумная трубка; 7 - распределительное устройство.

На практике более удобным, особенно при проведении исследований в условиях шахты, является фотоэлектрический метод определения концентрации взвешенных веществ. Он значительно менее трудоемок, чем весовой метод, и позволяет производить с достаточной точностью большое количество анализов в короткие промежутки времени. Для измерения могут быть использованы различные фотоэлектрические приборы (мутномеры, нефелометры, фотоэлектрические калориметры). Перед проведением замеров прибор необходимо проградуировать в диапазоне, охватывающем все возможные в последующих экспериментах значения концентрации взвеси.

2.2. Построение градуировочных кривых при безреагентном отстаивании

Построение градуировочных кривых является важным этапом в процессе использования фотоэлектрических приборов, так как от качества полученных кривых зависит достоверность результатов всех последующих анализов.

Построение градуировочной кривой для определения концентрации взвешенных веществ при безреагентном отстаивании производится следующим образом. Шахтной водой, подлежащей исследованию, заполняется сосуд объемом 10-20 л (рис.2.2).

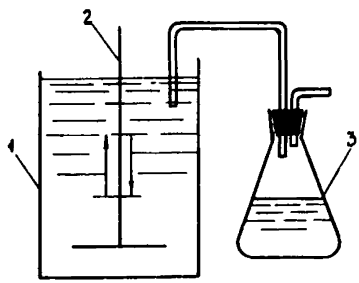

Рис.2.2. Отбор проб с помощью сифона:
1 - емкость для исходной воды;
2 - мешалка; 3 - сифон.



Рис.2.3. Мешалка:
1 - ручка из проволоки или дерева; 2 - резиновый круг диаметром, равным 3/4 диаметра сосуда.

Концентрация взвешенных веществ в воде должна находиться на уровне, близком к максимальной концентрации для данной шахты. Вода перемешивается при одновременном отборе пробы исходной воды для определения концентрации взвешенных веществ весовым методом. В широкогорлом сосуде перемешивание производится мешалкой (рис.2.3), в узкогорлом (канистре) - многократным (не менее 5-6 раз) его переворачиванием. Через определенные промежутки времени, зависящие от скорости осветления воды, отбираются разовые пробы с помощью сифона. Частота отбора проб должна уменьшаться с течением времени. Начальные промежутки времени должны быть тем меньше, чем быстрее осветляется вода. Проба отбирается из верхнего слоя воды высотой до 5 см. Объем каждой пробы должен быть достаточным для четырехкратного определения концентрации взвешенных веществ весовым методом и для двухкратного измерения с помощью фотоэлектрического прибора.

Одновременно с весовым анализом производится измерение светопоглощающей способности воды с помощью фотоэлектрического прибора. При этом необходимо пользоваться в каждом конкретном случае соответствующей инструкцией, прилагаемой к прибору. Время нахождения воды в кювете прибора (время измерения) должно быть минимальным во избежание оседания взвеси. По данным анализа составляется табл.2.I.

Таблица 2.I

№ разовой пробы	Время с начала опыта, мин.	Данные весового анализа (концентрация взвешенных веществ), мг/л					Показание прибора (фототок или оптическая плотность)		
		I	2	3	4	среднее	I	2	среднее
I	0								
2	I5								
3	30								
4	60								
5	I20								
6	I80								
и т.д.	с интервалом I20 мин								

Опыт продолжается до тех пор, пока концентрация взвешенных веществ в воде не снизится до 2-10 мг/л.

Общее число разовых проб должно быть не менее восьми. После заполнения таблицы строится градуировочная кривая. По оси абсцисс откладываются средние значения концентрации взвешенных веществ по данным весового анализа, а по оси ординат - показания прибора (рис.2.4).

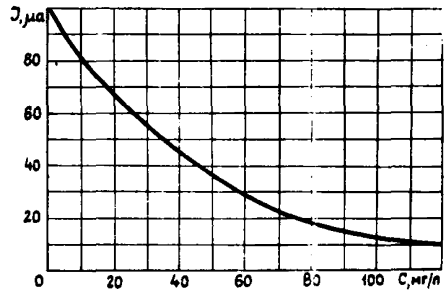

Рис.2.4. Градуировочная кривая для определения концентрации взвешенных веществ (образец).

Полученную кривую используют для определения концентрации взвеси по показаниям фотоэлектрического прибора.

Получение различных концентраций взвеси путем разбавления для построения градуировочной кривой недопустимо.

2.3. Построение градуировочных кривых при отстаивании с реагентной обработкой

Отличие от предыдущей методики состоит в том, что в исходную воду, предназначенную для отбора разовых проб, вводится реагент в оптимальной дозе, и вода перемешивается. Тип и доза реагента выбираются на основании предварительно проведенного исследования по выбору типа и дозы реагента.

Отбор разовых проб воды следует производить осторожно, так как образовавшиеся в процессе коагуляции (флокуляции) хлопья могут разбиваться при отборе сифоном и при встряхивании воды перед заливкой ее в кювету фотоэлектрического прибора.

2.4. Построение градуировочных кривых при фильтровании

При строгом подходе градуировочные кривые для определения концентрации взвешенных веществ при фильтровании шахтных вод должны строиться на основании данных весового анализа взвешенных веществ и показаний фотоэлектрического прибора для проб, взятых непосредственно из пробоотборников фильтровальной колонки. Однако такой метод весьма сложен и трудоемок. С некоторой ошибкой можно принять, что дисперсный состав взвеси, прошедшей через слои фильтрующей загрузки, изменяется примерно так же, как и при отстаивании. В том и другом случае происходит уменьшение доли крупных фракций и относительное увеличение доли мелких фракций. Поэтому без больших погрешностей для исследований процесса фильтрования можно пользоваться градуировочными кривыми, полученными при отстаивании взвеси.

2.5. Минимальный объем исследований

Концентрация взвешенных веществ в исходной шахтной воде определяется по средним пробам, отбираемым за период непрерывной работы насосов водоотлива. Количество определений для одного водоотлива должно быть не менее трех с промежутком между отборами средних проб не менее суток. Средняя проба составляется из равных по объему разовых проб. Число разовых проб для составления средней пробы должно быть не менее трех. Отбор разовых проб должен производиться через одинаковые промежутки времени в различные периоды работы насосов водоотлива (в начале, в середине и в конце откачки). В случае получения резко различающихся результатов опыты повторяются в том же объеме.

3. ВЫБОР ТИПА И ОПТИМАЛЬНЫХ ДОЗ РЕАГЕНТОВ

3.I. Применяемые реагенты

Подбор наиболее эффективных для данной шахтной воды реагентов производится методом пробного коагулирования (флокулирования). Рекомендуются для исследования следующие коагулянты: сернокислый алюминий, сернокислое железо, хлорное железо, известь и флокулянты: полиакриламид (ПАА), полиэтиленимин (ПЭИ), ВА-2, ВА-3.

3.2. Приготовление растворов реагентов

Наиболее удобной для применения следует считать концентрацию реагентов: I% раствор для коагулянтов и 0,I% раствор для флокулянтов в пересчете на чистый безводный продукт.

Для приготовления растворов реагентов должны использоваться технические реагенты с известным процентным содержанием чистого безводного продукта. Применение химически чистых реагентов нежелательно, так как условия коагулирования в этом случае не будут соответствовать условиям коагулирования в промышленных условиях из-за отсутствия побочных примесей, содержащихся в техническом реагенте.

Расчет навески технического реагента для приготовления растворов производится по приближенной формуле:

$$m = \frac{\alpha V}{\beta}, \text{ г}$$

где α - заданная концентрация реагента, %;
V - необходимый (заданный) объем приготавливаемого раствора реагента, мл;
β - содержание чистого безводного продукта в техническом продукте, %.

3.3. Выбор типа реагента

В несколько лабораторных мерных цилиндров емкостью I л последовательно наливают исследуемую воду до верхней метки. Число цилиндров равно числу исследуемых реагентов и их сочетаний (совместное применение коагулянтов и флокулянтов) плюс один контрольный цилиндр. При отсутствии литровых цилиндров можно использовать цилиндры емкостью 0,5 л. Затем в каждый цилиндр, кроме первого (контрольного), вводят соответствующий испытуемый реагент. Доза реагентов зависит от концентрации взвешенных веществ, химического состава воды и других факторов и принимается для коагулянтов в пределах 50-200 мг/л, а для флокулянтов - I,0-5,0 мг/л. При совместном применении коагулянтов и флокулянтов доза коагулянта принимается в пределах 20-I00 мг/л, доза флокулянта - 0,5-2,0 мг/л.

Объем вводимого в цилиндр раствора реагента рассчитывается по формуле:

$$V_P = \frac{d\,V}{10\,\delta}\ , \text{мл}\ ,$$

где d - заданная доза реагента, мг/л;
V - объем воды в цилиндре, л;
δ - концентрация раствора реагента, %.

После введения реагентов производится перемешивание десятикратным опрокидыванием закрытых пробками цилиндров. Перемешивание можно производить мешалкой. изготовленной, как показано на рис.2.3.

После 60-минутного отстаивания из каждого цилиндра сифоном с глубины, на 5 см превышающей верхнюю границу осадка, отбирается проба воды, в которой с помощью прибора определяется концентрация взвешенных веществ. При необходимости концентрация взвешенных веществ в пробах воды контролируется весовым методом. В отдельных случаях время отстаивания (60 мин.) может быть увеличено до I20 мин. в зависимости от интенсивности воздействия реагентов. Данные замеров заносятся в табл.3.I.

Таблица 3.I

№ цилиндра	Наименование реагента	Доза реагента, мг/л	Показание прибора	Концентрация взвешенных веществ, мг/л
I	без реагента	0		
2				
3				
и т.д.				

По таблице выбирается тип реагента, дающий наибольший эффект осветления, для последующего проведения количественных исследований по выбору оптимальной дозы. Если отличия в действии реагентов невелики, то оптимальные дозы определяются впоследствии для всех реагентов.

Число опытов по выбору типа реагента должно быть не менее двух. Не следует использовать для обоих опытов воду одной и той же пробы.

3.4. Выбор оптимальных доз реагентов

В 6-I0 лабораторных цилиндров заливается до верхней метки исследуемая вода с предварительным определением исходной концентрации взвешенных веществ. В каждый цилиндр, кроме первого, вводится одна из испытуемых доз реагента, выбранного при пробном коагулировании. Дозы испытуемых реагентов составляют для коагулянтов I0-200 мг/л, для флокулянтов 0,I-5,0 мг/л. При совместном применении коагулянтов и флокулянтов дозы коагулянта принимаются в пределах I0-I00, а дозы флокулянта 0,I-2,0 мг/л. После ввода реагента вода перемешивается. Через 60 мин. отстаивания из каждого цилиндра с глубины 5 см над уровнем осадка отбирается проба воды и с помощью прибора определяется концентрация взвешенных веществ. При необходимости концентрация взвешенных веществ в пробах воды может определяться параллельно весовым методом. В случае низкой интенсивности процесса коагуляции продолжительность отстаивания может быть увеличена до I20 мин. Перед отбором пробы в

каждом цилиндре отмечается наличие хлопьеобразования, количество осадка и его характер. Фиксируется время завершения процесса коагуляции.

Данные наблюдений для каждого испытываемого реагента записываются в табл.3.2.

По табличным данным строят график зависимости концентрации взвешенных веществ в воде после 60-минутного отстаивания от дозы реагента (рис.3.I). График позволяет определить оптимальную дозу реагента, которая соответствует минимуму кривой или началу участка кривой, на котором количество взвеси практически не зависит от дозы реагента. Если же снижение концентрации взвеси с увеличением дозы реагента происходит монотонно (плавно), то в качестве оптимальной принимается минимальная доза, обеспечивающая снижение концентрации взвешенных веществ до заданной величины.

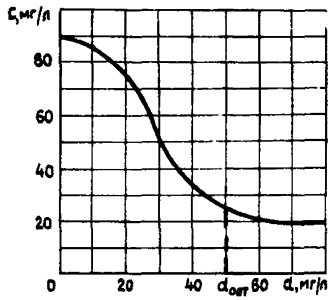

Рис.3.I. График зависимости концентрации взвеси от дозы реагента после 60-минутного отстаивания (образец).

Число опытов по выбору оптимальной дозы реагентов должно быть не менее двух. Необходимым условием является использование в этих опытах воды разных проб. Количество определений в опыте равно числу выбранных для испытания реагентов и их сочетаний (коагулянтов с флокулянтами).

При фильтровании (контактном осветлении) шахтной воды используются те же реагенты, что и при процессе отстаивания. Оптимальная доза для контактного осветления принимается на I0-I5% меньше, чем для реагентного отстаивания [5] . Принятая доза уточняется в процессе определения фильтрационных характеристик воды.

Таблица 3.2

Наименование реагента

№ цилиндра	Доза реагента, мг/л	Наличие хлопьеобразования через 30 мин. с начала опыта	Высота осадка, мм	Характер осадка	Длительность процесса коагуляции, мин.	Показание приборы		Концентрация взвешенных веществ, мг/л	
						до отстаивания	после 60-мин. отстаивания	до отстаивания	после 60-мин. отстаивания
I	0								
2									
3									
и т.д.									

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИКИ ОСЕДАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

4.I. Описание установки

Определение кинетики оседания взвешенных веществ производят в цилиндре с высотой столба жидкости, равной или близкой к глубине проточной (рабочей) части производственных отстойников. Исследования проводят как для безреагентного отстаивания, так и с введением в воду оптимальной дозы предварительно выбранного реагента.

Опыты проводят в цилиндре из органического стекла внутренним диаметром не менее I00 мм и высотой не менее 2,4 м (рис.4.I). Нижняя часть цилиндра выполняется в виде конуса с краном 6 для выпуска осадка и воды. Цилиндр снабжен пробоотборниками 5 для отбора проб воды с глубины I и 2 м. Конец пробоотборника, расположенный в толще воды, должен располагаться на расстоянии не менее I0–20 мм от стенки цилиндра и направлен вниз для исключения попадания осаждающейся взвеси внуть пробоотборника.

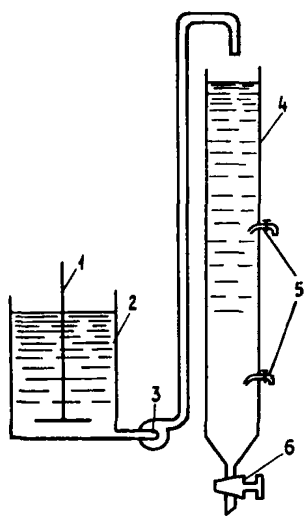

Рис.4.I. Установка для исследования кинетики оседания взвешенных веществ:
I – мешалка; 2 – бак для исходной воды; 3 – насос; 4 – цилиндр; 5 – пробоотборники; 6 – кран для выпуска осадка и воды.

4.2. Методика выполнения анализа

Шахтная вода для опыта готовится в емкости 2, вмещающей объем.воды, необходимый для заполнения цилиндра. Из емкости вода при постоянном перемешивании подается насосом в цилиндр 4. Если емкость для исходной воды можно расположить выше верхнего уровня

цилиндра, то заполнение его производится самотеком. Продолжительность заполнения не должна превышать I-2 мин. Во время заполнения цилиндра отбирается проба воды для определения исходной концентрации взвешенных веществ. После заполнения цилиндра через определенные, постепенно увеличивающиеся промежутки времени отбираются пробы воды из пробоотборников 5. За 30 с. до отбора пробы легким постукиванием следует удалить взвесь, осевшую на пробоотборники во избежание попадания ее в пробу воды. Данные анализов проб заносятся в табл.4.I.

Таблица 4.I

Время с начала опыта, мин	Показание прибора		Концентрация взвеси, мг/л	
	проба с глубины I м	проба с глубины 2 м	на глубине I м	на глубине 2 м
0				
I5				
30				
60				
I20				
240				
и т.д. с интервалом I20 мин				

Длительности интервалов между отборами проб должны быть скорректированы в каждом конкретном случае в соответствии со скоростью оседания взвеси. Продолжительность всего опыта зависит от того, какие данные необходимо получить в результате его выполнения. Если необходимы данные только для расчетов отстойников, то отстаивание достаточно проводить 4–6 ч. Данные для расчета прудов-отстойников можно получить только при длительном отстаивании в течение суток и более.

По полученным данным строится график зависимости концентрации взвешенных веществ в воде от продолжительности отстаивания (рис.4.2), который используется для определения необ-

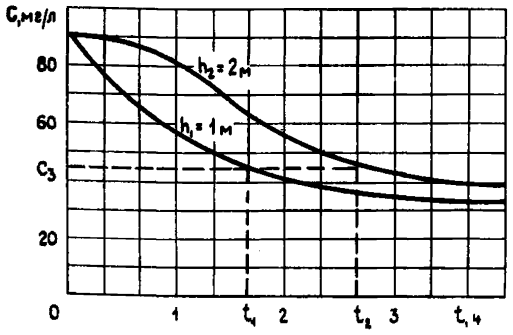

Рис.4.2. График зависимости концентрации взвеси в воде от времени отстаивания (образец)

ходимой продолжительности отстаивания t_1 и t_2 до достижения заданной концентрации взвеси в воде C_3 при высоте отстаивания соответственно I,0 и 2,0 м.

Если глубина проектируемого отстойника не соответствует глубине осаждения взвеси в опыте (I или 2 м), то необходимое время достижения заданной концентрации $t_{пр}$ при проектируемой глубине отстаивания рассчитывается по формуле [6]:

$$t_{пр} = t_o \left(\frac{h_{пр}}{h_o}\right)^n, \text{ ч},$$

где t_o – время достижения заданной концентрации взвешенных веществ в опыте при высоте отстаивания I или 2 м, ч;

$h_{пр}$ – глубина проточной части проектируемого отстойника, м;

h_o – высота отстаивания, равная соответственно I или 2 м;

n – показатель степени, учитывающий увеличение скорости оседания частиц с глубиной вследствие их коагуляции

$$n = 1{,}33 \lg \frac{t_2}{t_1}$$

где t_1 и t_2 – время достижения заданной концентрации взвеси в опыте при высоте отстаивания соответственно h_1 = I,0 и h_2 = 2,0 м, ч.

Гидравлическая крупность частиц, на которую должен рассчитываться проектируемый отстойник, определяется по формуле

$$U_{пр} = \frac{h_{пр}}{t_{пр}}, \text{ мм/с}$$

Определение кинетики оседания взвешенных веществ с предварительной обработкой воды реагентами производится аналогичным образом. Вода в исходном баке перемешивается и отбирается проба для определения начальной концентрации взвешенных веществ. Затем вводится реагент в оптимальной дозе и при помешивании вода насосом подается в цилиндр. Вся остальная часть анализа выполняется так же, как и при отстаивании без применения реагентов.

Определение кинетики оседания взвешенных веществ при безреагентном отстаивании проводится не менее трех раз с промежутками между опытами не менее суток. То же самое относится к отстаиванию с применением выбранного реагента в оптимальной дозе.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДЫ

5.I. Выбор типа фильтра

Безреагентное отстаивание и отстаивание с предварительной обработкой шахтной воды реагентами не всегда позволяют достичь требуемой глубины очистки. Часто возникает необходимость доочистки шахтной воды на фильтрах с зернистой загрузкой. Тип фильтра выбирается на основании результатов определения кинетики оседания взвешенных веществ с применением и без применения реагентов. Если эти определения показывают, что путем безреагентного отстаивания или отстаивания с предварительной обработкой шахтных вод реагентами обеспечивается устойчивое снижение концентрации взвешенных веществ до 30-50 мг/л, то следует принимать однослойные скорые фильтры с направлением фильтрования сверху вниз. Если отстаивание

не обеспечивает устойчивого снижения концентрации взвешенных веществ до этих пределов, то следует ориентироваться на скорые двухслойные и грубозернистые фильтры или контактные осветлители.

Для установления оптимального режима работы выбранного типа фильтра необходимо провести определение фильтрационных характеристик шахтной воды на модели фильтра. Задача анализа заключается в экспериментальном определении скорости фильтрования, длительности фильтроцикла и уточнении дозы реагента.

5.2. Описание установки

Схема установки для определения параметров работы скорых фильтров приведена на рис.5.I, а контактных осветлителей - на рис.5.2. Фильтровальная колонка изготовляется из органического стекла диаметром не менее I50 мм и высотой не менее 2,5-3,5 м [4] . Пьезометрические датчики располагаются выше и ниже фильтрующей загрузки и служат для определения потерь напора в ней. Они представляют собой стеклянные трубки внутренним диаметром 8-I2 мм, укрепленные на пьезометрическом щите и соединенные резиновыми трубками с змонтированными в стенку фильтровальной колонки штуцерами.

5.3. Выбор фильтрующей загрузки

В качестве фильтрующей загрузки при проведении технологического анализа используются зернистые материалы, обладающие необходимой химической стойкостью и механической прочностью [7] и наиболее доступные в данном районе: кварцевый песок, антрацит, природные горелые породы. В опытах используется фильтрующий материал, который предполагается применить в промышленном фильтре. Параметры фильтрующей загрузки (крупность зерен, эквивалентный диаметр, коэффициент неоднородности, высота слоев) принимаются стандартными [5, 8] согласно табл.5.I. Подготовка фильтрующей загрузки производится путем классификации исходного фильтрующего материала с последующим его гранулометрическим анализом с использованием необходимого

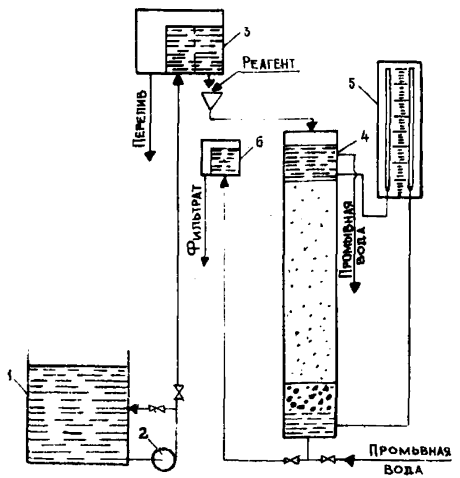

Рис.5.I. Схема установки для определения параметров работы скорых фильтров:

I - бак для исходной воды; 2 - насос; 3 - дозировочный бачок; 4 - фильтровальная колонка; 5 - пьезометрический щит; 6 - стабилизирующий бачок

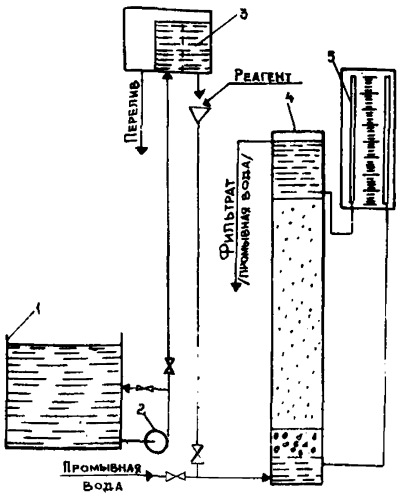

Рис.5.2. Схема установки для определения параметров работы контактных осветлителей:

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

Таблица 5.I

Параметры фильтрующей загрузки фильтров и контактных осветлителей [5, 8]

Тип фильтра (контактного осветлителя)	Фильтрующая загрузка					Скорость фильтрования, м/ч	
	Материал	Крупность зерен, мм	Высота слоя, мм	Эквивалентный диаметр, мм	Коэффициент неоднородности	При нормальном режиме	При форсированном режиме
Скорые однослойные фильтры	кварц.песок	0,5-I,25	700	0,7-0,8	2,0-2,2	5,5-6,0	6,0-7,5
	кварц.песок	0,7-I,6	I200-I300	0,8-I,0	I,8-2,0	7-8	8-I0
	кварц.песок	0,8-2,0	I800-2000	I,0-I,2	I,5-I,7	8-I0	I0-I2
	кварц.песок	I,0-2,0	I500-2000	-	I,8	I0-I2	не более I2
	кварц.песок	I,6-2,5	2500-3000	-	2,0	I3-I5	не более I5
Скорый двухслойный фильтр	антрацит (верхн.слой)	0,8-I,8	400-500	I,I	2,0	8-I0	I0-I2
	кварц.песок (нижн.слой)	0,5-I,25	600-700	0,8	2,0		
Контактный осветлитель КО-I (гравийный)	кварц.песок (или горелые породы)	4-2	50-I00	0,9-I,I	-	5,0-5,5	5,5-6,0
		2-I,2	800-I000				
		I,2-0,7	I000-I2000				
Контактный осветлитель КО-I (безгравийный)	кварц.песок (или горелые породы)	4-2	300-400	I,I-I,4	-	3,5-6,0	6,0-6,5
		2-I,2	I000-I200				
		I,2-0,7	800-I000				

набора сит. Гранулометрический анализ фильтрующего материала производится по инструкции [7] . Количество загрузки определенной фракции, необходимое для заполнения фильтровальной колонки, рассчитывается по формуле

$$G = \gamma W \text{ , кг}$$

где γ - плотность насыпной массы отсортированного материала загрузки: для кварцевого песка 1,5-1,7, для антрацита 0,9, для горелых пород 1,4-1,6 кг/дм^3 [9] ;

W - необходимый объем загрузки, дм^3.

Необходимый объем загрузки каждой фракции определяется высотой слоя (см. табл.5.1) и внутренним диаметром колонки.

После заполнения колонки фильтрующая загрузка уплотняется легким постукиванием по стенке колонки.

Колонка, служащая моделью контактного осветлителя, заполняется предварительно рассеянным на фракции фильтрующим материалом послойно. После загрузки каждого слоя необходима его отмывка восходящим потоком воды и дополнительная классификация в направлении убывающей крупности зерен.

5.4. Методика выполнения анализа

Фильтрование воды производится при моделировании скорого фильтра в направлении сверху вниз, при моделировании контактного осветлителя - в направлении снизу вверх с постоянной скоростью в течение всего фильтроцикла. Скорость фильтрования принимается в рекомендуемых пределах для нормального режима работы фильтра в зависимости от степени загрязненности исходной воды и требуемого качества фильтрата согласно табл.5.1. Большие значения скоростей фильтрования принимаются при меньшей загрязненности шахтных вод и более низком качестве фильтрата, а также в случае применения реагентов. Дозировка реагента производится с помощью сосуда Мариотта (рис.5.3).

Через определенные промежутки времени (0,5-2,0 ч) в течение всего фильтроцикла отбираются пробы исходной воды и

фильтрата для определения концентрации взвешенных веществ весовым или фотоэлектрическим методом и снимаются показания пьезометров. Периодически контролируется скорость фильтрования объемным методом и доза реагента. Все величины, контролируемые в ходе опыта (скорость фильтрования, доза реагента, концентрация взвешенных веществ в исходной воде и фильтрате, показания пьезометров), заносятся в табл.5.2.

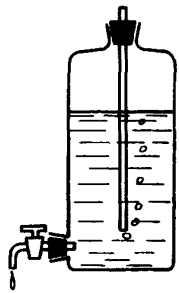

Рис.5.3. Сосуд Мариотта для дозирования раствора реагента

Таблица 2.5

Начало фильтроцикла (указывается время)
Окончание фильтроцикла (то же)

Время отбора пробы и контрольных замеров	Показания прибора		Концентрация взвешенных веществ, мг/л		Показания пьезометра, м вод.ст.		Скорость фильтрования, м/ч	Доза реагента, мг/л
	исходная вода	фильтрат	исходная вода	фильтрат	на входе в колонку	на выходе из колонки		
9-00								
10-00								
11-00								
и т.д. через равные интервалы								

Опыт по фильтрованию продолжается до исчерпания предельных потерь напора в фильтрующей загрузке для данного типа фильтра. Потери напора в фильтрующей нагрузке определяются

разностью показаний пьезометров. Предельная величина потерь напора составляет для скорых открытых мелкозернистых фильтров I,5-2,0 м, для крупнозернистых фильтров I-I,5 м, для скорых напорных фильтров 5-7 м [5] , для контактных осветлителей 2,0-2,3 м [5,7,8] . В процессе опыта фиксируют также момент резкого ухудшения качества фильтрата, свидетельствующий об исчерпании защитного действия загрузки. В результате опыта определяют величины $t_н$ - время работы фильтра (контактного осветлителя) до достижения предельных потерь напора и $t_з$ - время защитного действия загрузки, в течение которого обеспечивается заданное качество фильтрата.

Режим работы фильтра (контактного осветлителя) является оптимальным, если выполняется соотношение $t_з = (I,2 \div I,3) t_н$ При этом длительность фильтроцикла должна составлять не менее 8 ч.

Если в результате первого опыта будет установлено, что величина $t_н$ меньше или равна величине $t_з$, то в последующих опытах необходимо уменьшить скорость фильтрования, применить реагент (если он не применялся) или увеличить дозу реагента. В том случае, если указанные изменения не обеспечат выполнения условия оптимальности режима работы фильтра (контактного осветлителя), необходимо перейти к другому типу фильтра с меньшим размером зерен или большей высотой слоя фильтрующей загрузки.

Если величина $t_з$ в первом опыте превышает величину $t_н$ более чем в I,2÷I,3 раза, то в последующих опытах необходимо увеличить скорость фильтрования, снизить дозу реагента или производить фильтрование без применения реагента. Указанные меры обычно позволяют добиться выполнения условия оптимальности режима работы фильтра (контактного осветлителя). Если же это не происходит, то необходимо перейти к другому типу фильтра с большими размерами зерен или меньшей высотой слоя фильтрующей загрузки.

Опыты повторяются до тех пор, пока не будет достигнуто условие оптимальности режима работы фильтра. Параметры фильтрования (скорость фильтрования, длительность фильтроцикла и доза реагента), обеспечивающие выполнение заданного

соотношения $t_з$ и $t_н$, являются оптимальными. Общее число фильтроциклов должно быть не менее 3.

5.5. Промывка фильтра

Промывка фильтрующей загрузки производится восходящим потоком воды после каждого опыта. Для этой цели используется фильтрат или водопроводная вода. Интенсивность промывки принимается согласно табл.5.3. [5,8] . Правильно выбранная интенсивность промывки не должна приводить к чрезмерному (выше допустимого предела) расширению и выносу фильтрующей загрузки потоком промывной воды. В процессе промывки отбираются пробы воды, в которых фотоэлектрическим методом определяется содержание взвешенных веществ. Промывка считается законченной, когда содержание взвешенных веществ в промывной воде снижается до 10 мг/л. Продолжительность промывки не должна существенно отличаться от величин, приведенных в табл.5.3.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОСАДКА

6.1. Приготовление осадка

Очистка шахтных вод от взвешенных веществ сопровождается образованием осадка. Расчет сооружений для обработки осадка требует предварительного определения основных его параметров: динамики уплотнения, плотности и влажности, зольности, удельного сопротивления фильтрации, типа и дозы реагентов для улучшения водоотдачи при обезвоживании.

Осадок, необходимый для исследований, получают после двухчасового отстаивания исследуемой шахтной воды. Для этого предварительно производится ориентировочный расчет объема воды, необходимого для получения нужного количества осадка (1,5-2 л). При этом следует исходить из следующих соображений. После двухчасового отстаивания в осадок выпадает 20-50% взвеси для воды с относительно небольшим содержанием взвешенных веществ (50-200 мг/л) и 50-90% - для воды с большим содержанием взве-

Таблица 5.3

Параметры промывки фильтров и контактных осветлителей [5,8]

Тип фильтра (контактного осветлителя)	Крупность зерен фильтрующей загрузки, мм	Необходимая величина относительного расширения загрузки, %	Интенсивность промывки, л/с.м^2	Продолжительность промывки, мин.
Скорые однослойные фильтры	0,5-1,25	45	12-14	6-5
	0,7-1,6	30	14-16	6-5
	0,8-2,0	25	16-18	6-5
	1-2	-	18-20*	8-7*
	1,6-2,5	-	20-22*	8-7*
Скорый двухслойный фильтр	0,5-1,8	50	13-15	7-6
Контактный осветлитель КО-1 (гравийный)	0,7-4,0	-	14-16	8-7
Контактный осветлитель КО-1 (безгравийный)	0,7-4,0	-	14-16	8-7

* Данные ориентировочные, так как в промышленных условиях для указанных типов фильтров рекомендуется применять только водовоздушную промывку.

шенных веществ (> 200 мг/л). Концентрация взвеси в осадке после двухчасового отстаивания обычно составляет 20-30 г/л. Необходимый объем шахтной воды рассчитывается по формуле

$$V_в = \frac{100 V_o C_o}{C_в q}, л$$

где V_o - необходимый объем осадка, л;
C_o - концентрация твердого в осадке, мг/л;
$C_в$ - концентрация взвешенных веществ в воде, мг/л;
q - процент взвеси, выпадающей за 2 ч.

Для получения осадка подготавливают специальную емкость (рис.6.I), имеющую в нижней части конус с пробковым краном для сбора осадка. Следует иметь в виду, что лучшему сбору осадка способствует, при заданном объеме, меньшее поперечное сечение емкости.

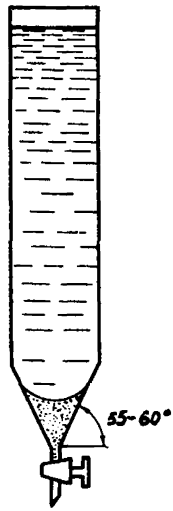

Рис.6.I. Емкость для получения осадка

Исходная вода заливается в приготовленную емкость и отстаивается в течение 2 ч. Образовавшийся осадок сливается мелкими порциями, чтобы избежать разбавления его водой. После этого все порции, кроме последней, сливаются в общую емкость, перемешиваются и используются для дальнейших анализов.

При содержании взвеси в исходной воде менее 200 мг/л накопление осадка производится путем двухчасового отстаивания нескольких объемов воды. Осадок, полученный после каждого отстаивания, сливается в общую емкость и при накоплении необходимого количества перемешивается и используется для опытов.

6.2. Определение динамики уплотнения, плотности и влажности осадка

В зависимости от предполагаемой технологической схемы очистки шахтных вод для определения динамики уплотнения осад-

ка берутся пробы:

- осадка после двухчасового отстаивания исходной шахтной воды с применением реагента в оптимальной дозе или без применения реагента;

- осадка после двухчасового отстаивания промывной воды, получаемой после промывки фильтровальной колонки.

Исследование каждого типа осадка производится отдельно.

В приготовленном после двухчасового отстаивания осадке трехкратно определяют фильтрованием, высушиванием и взвешиванием содержание твердого. Затем осадком заполняют мерный цилиндр емкостью I л до уровня верхней метки. После пятикратного опрокидывания закрытого пробкой цилиндра его ставят в хорошо освещенное и исключающее встряхивание и вибрацию место. Отсчет уровня осадка и его объема производят через каждые 2-3 ч в первые и вторые сутки с последующим увеличением интервалов между замерами до одних суток к концу опыта.

За 5 мин до момента отсчета уровня осадка цилиндр следует несколько раз повернуть вокруг своей оси с тем, чтобы освободить осевшие на стенках частицы и придать уровню осадка горизонтальное положение. Результаты замеров заносят в журнал с указанием исходной концентрации (средней по 3 замерам), времени замера и объема осадка. Наблюдения ведут в течение IO суток.

После окончания опыта воду над осадком осторожно сливают сифоном, избегая взмучивания. Осадок перемешивают, отбирают примерно 50 мл и помещают в предварительно высушенный и взвешенный на аналитических весах бюкс. Наполненный осадком бюкс взвешивают снова, и определяют массу сырого осадка. Затем производят сушку осадка при I50°С до постоянного веса, определяя массу сухого осадка. По полученным данным рассчитывают влажность сырого осадка по формуле:

$$W = \frac{(m_{сыр} - m_{сух})}{m_{сыр}} \cdot 100 \ , \% \ ,$$

где $m_{сыр}$ - масса сырого осадка, г;

$m_{сух}$ - масса сухого осадка, г.

Для получения надежных данных рекомендуется определять среднюю влажность из трех опытов. Осадок, полученный после сушки, используется для определения зольности.

По имеющимся данным (исходной концентрации осадка, конечного объема и конечной влажности) рассчитывается конечная плотность осадка по формуле:

$$\rho = \frac{100\,m}{V(100-W)}\ ,\ г/см^3\ ,$$

где m - масса сухого осадка, г;
V - конечный объем осадка, $см^3$;
W - конечная влажность осадка, %.

$$m = C V_н\ ,\ г\ ,$$

где C - исходная концентрация осадка, г/л;
$V_н$ - начальный объем осадка, л.

Строится график зависимости объема осадка V от продолжительности уплотнения t (рис.6.2).

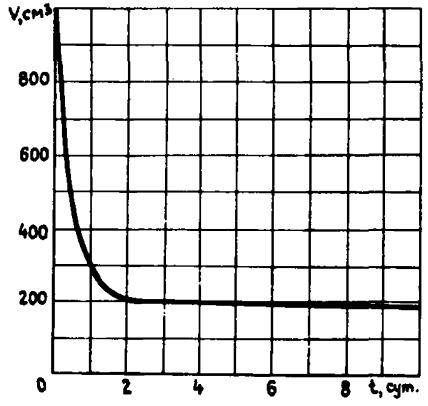

Рис.6.2. График зависимости объема осадка от времени (образец)

Опыты по определению динамики уплотнения, влажности и зольности осадка проводятся по одному разу для каждого из двух типов осадка:

- осадок, полученный при безреагентном отстаивании (или при отстаивании с применением реагента);
- осадок, полученный отстаиванием промывной воды фильтра.

Для обеспечения надежности экспериментов рекомендуется в каждом опыте ставить на уплотнение не менее двух проб осадка (2 цилиндров).

6.3. Определение зольности осадка

Навеской для определения зольности служат пробы, оставшиеся от определения влажности осадка. Высушенный осадок растирают в ступке до однородной массы. Отбирают в предварительно взвешенный на аналитических весах тигель навеску 1-2 г и прокаливают при температуре 800°С в течение 1,0-2,0 часов до постоянного веса. Зольность вычисляют по формуле:

$$x = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100, \%,$$

где m_1 - масса осадка до прокаливания, г;
m_2 - масса осадка после прокаливания, г.

Зольность определяют трехкратно для каждого типа осадка, за окончательный результат принимают среднее арифметическое.

6.4. Определение удельного сопротивления осадка фильтрации

Удельное сопротивление осадка фильтрации характеризует его водоотдающую способность и используется при выборе метода обезвоживания. Для его определения разработано ряд методик, из которых наиболее простой и достаточно точной является методика определения сопротивления по объему фильтрата, получаемого в процессе фильтрования осадка при постоянном перепаде давления (вакууме) [10] .

Для проведения опыта используется осадок, получаемый после двухчасового отстаивания исходной шахтной воды с применением (или без применения) реагентов, и промывной воды в контрольном цикле фильтрования. Опыты с каждым типом осадка проводятся отдельно. Для фильтрования осадка рекомендуется использовать бумажный фильтр (белая лента) или легкие фильтровальные ткани. Не рекомендуется пользоваться новой фильтровальной тканью, так как в процессе фильтрования происходит ее набухание и часть осадка заполняет поры. Обычно применяют ткань, бывшую несколько раз в употреблении.

Опыты по фильтрованию осадка осуществляются на лабораторной установке (рис.6.3), которая состоит из воронки Бихнера I,

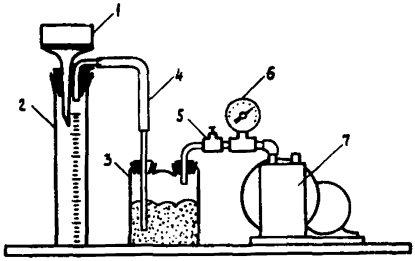

Рис.6.3. Установка для определения удельного сопротивления осадка фильтрованию

I - воронка Бюхнера; 2 - мерный цилиндр на 500 мл; 3 - сосуд Вульфа с поглотителем влаги; 4 - вакуумный шланг; 5 - запорный кран; 6 - вакуумметр; 7 - вакуумный насос Комовского.

вставляемой в мерный цилиндр 2, соединяемый с помощью вакуумных шлангов 4, через колбы Бунзена 3 с вакуумнасосом 7. Величина создаваемого вакуума замеряется вакуумметром 6.

Подготовка к эксперименту заключается в сборке установки, подготовке фильтровальной ткани к работе (бумажный фильтр и бывшую в употреблении ткань можно сразу использовать для фильтрования, предварительно смочив их водой) и в установлении периодичности отсчета. Определяется также концентрация твердого вещества в исходном осадке Со и его температура. Количество образующегося фильтрата замеряется через каждые 10-120 с. в зависимости от скорости фильтрования. Вначале отсчеты производят через более короткие промежутки времени, а при замедлении скорости фильтрования их можно увеличивать. Общее время проведения эксперимента зависит от скорости отдачи воды осадком. Нужно стремиться к получению возможно большего количества отсчетов, однако, время фильтрования для получения достаточного количества отсчетов, как правило, не превышает 20 мин.

На дно воронки Бюхнера укладывается слегка смоченный водой бумажный фильтр (белая лента). При закрытом вентиле 5 включается вакуумнасос 7 и вакуум поднимается до заданной величины (500 мм рт.ст.). В воронку Бюхнера наливается 200-300 мл предварительно перемешанного осадка и открывается кран 5. При Этом происходит некоторое падение вакуума, который необходимо снова поднять до нужной величины. Затем по мерному цилиндру

замеряется объем фильтрата V_0, полученного при повышении вакуума до заданной величины, и одновременно включается секундомер. Дальнейшее фильтрование должно производиться при постоянном вакууме. Количество образующего фильтрата замеряется через каждые выбранные промежутки времени, а полученные результаты заносятся в табл.6.I.

Таблица 6.I

Значение C_0, г/см^3
V_0, см^3

Время с начала опыта t, с	Объем фильтрата V_1, см^3	$V = V_1 - V_0$, см^3	t/V, с/см^3
I0			
30			
60			
и т.д.			

Принятые в таблице обозначения:

C_0 - концентрация твердого вещества в исходном осадке;

V_0 - объем фильтрата, полученный при фильтровании до установления постоянного вакуума;

V_1 - объем фильтрата, получаемый после установления постоянного вакуума.

По таблице строится график в координатах t/V и V (рис.6.4). Зависимость между этими величинами должна быть прямолинейной. Практически же в начальной и конечной стадиях фильтрования осадка наблюдаются отклонения от прямолинейной зависимости. В начальной стадии отклонения связаны с колебанием давления, а в конечной - с окончанием удаления свободной воды из

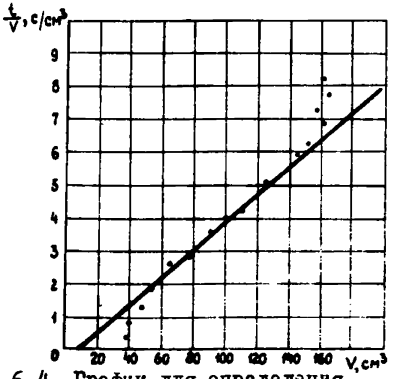

Рис.6.4. График для определения параметра β (образец)

осадка. Расчет удельного сопротивления осадка фильтрации производится по формуле:

$$r = \frac{2PF^2}{\eta \cdot C_o} \cdot \theta, \qquad \text{см/г},$$

где P - величина вакуума (разность давлений по обе стороны фильтра), н/см^2 (г/с^2·см);
F - площадь фильтрующей поверхности, см^2;
η - вязкость фильтрата, н.с/см^2 (г/см);
C - концентрация твердого в исходном осадке, г/см^3;
θ - параметр, рассчитываемый по формуле:

$$\theta = \frac{t}{V^2},$$

где t - продолжительность фильтрации (время действия постоянного вакуума), с;
V - объем фильтрата, полученного при постоянном вакууме, см^3.

Величины θ и C_o определяются из опыта. Параметр θ определяют графически как тангенс угла наклона прямой на графике (рис.6.4):

$$\theta = tg\alpha = \frac{t}{V} / V$$

Число опытов по определению удельного сопротивления осадка фильтрации должно быть не менее двух для каждого типа осадка.

6.5. Определение типа и дозы реагента при обезвоживании

Введение реагентов при обезвоживании осадка фильтрованием в значительной степени уменьшает удельное сопротивление осадка фильтрации и тем самым ускоряет процесс обезвоживания. Применяются те же реагенты, что и при интенсификации процессов осветления сточных вод. Из коагулянтов особенно эффективно хлорное железо в сочетании с известью [10] , из флокулянтов - ПАА. Для коагулянтов испытуемые дозы обычно составляют 5-20%

от сухого вещества осадка и используются 10% растворы. Для флокулянтов, в частности для ПАА, эффективными являются дозы 0,2-1,5% от сухого вещества осадка и используются 0,01-0,5% растворы.

В определенный объем осадка (500-1000 мл) известной концентрации, приготовленного двухчасовым отстаиванием исходной воды, вводится испытуемая доза исследуемого реагента. Осадок перемешивается и определяется удельное сопротивление осадка фильтрации по изложенной выше методике. Таким образом испытываются 6-10 различных доз для каждого реагента. По полученным результатам для каждого реагента строится график зависимости удельного сопротивления фильтрации от дозы введенного реагента (рис.6.5). График должен быть построен не менее чем по шести точкам. Этим определяется минимальное число испытуемых доз для каждого реагента. По полученным графикам выбирается наиболее эффективный реагент и определяется его оптимальная доза.

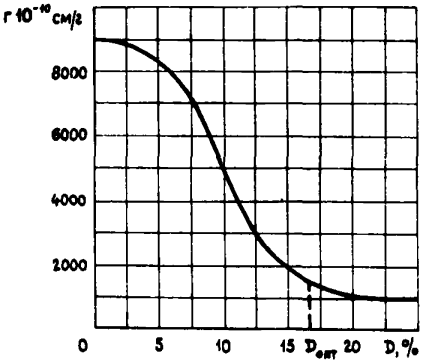

Рис.6.5. График зависимости удельного сопротивления осадка фильтрации от дозы реагента (образец)

7. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ

Наименование	Един. измерен.	Количество
I. Определение концентрации взвешенных веществ весовым методом		
Фильтровальный аппарат (рис.2.I)	шт.	I0
Вакуумный насос Комовского с электродвигателем	"	I

Наименование	Един. измерен.	Количество
Сушильный шкаф ШС-3	шт.	I
Термометр до 200°С	"	I
Аналитические весы ВЛА-200М	"	I
Двугорлый сосуд Вульфа	"	I
Колба Бунзена	"	IO
Эксикатор	"	I
Распределительный коллектор на IO штуцеров	"	I
Вакуумная трубка внутренним диаметром 6-7 мм	м	5
Сосуды для отбора проб 0,5 л с пробками	шт.	I2
Бюксы стеклянные	"	40
Мерные цилиндры на IOO или 500 мл	"	IO
Канистры на IO л для приготовления смешанных проб воды	"	2
Хлористый кальций	кг	0,5
2. Определение концентрации взвешенных веществ фотоэлектрическим методом		
Фотоэлектрический мутномер или нефелометр (М-IOI, ЛМФ-69 и др.)	шт.	I
Стакан химический на IOO-250 мл	"	4
Все оборудование по пункту I		
3. Выбор типа и оптимальной дозы реагента		
Цилиндр мерный на I л	шт.	IO
Термометр до 50°С	"	I
Секундомер	"	I
Пипетки на IOO, 50, 25, IO, 2 мл	"	5
Сосуды для растворов реагентов на I л	"	IO
Электромеханическая мешалка (для приготовления растворов)	"	I
Электроплитка	"	I
Сифон (рис.2.2)	"	I
Воронка стеклянная	"	2
Мешалка ручная (рис. 2.3)	"	I

Наименование	Един. измерен.	Количество
Канистра 10-20 л	шт.	2
Все оборудование по пункту 2		
Коагулянты и флокулянты (технические продукты)	г (каждого	100 типа)
4. Определение кинетики оседания взвешенных веществ		
Цилиндр из оргстекла внутренним диаметром 100 мм, высотой 2,4 м (рис. 4.1)	шт.	1
Центробежный насос "Кама-3"	"	1
Бак для приготовления исходной воды на 50-100 л	"	1
Мешалка ручная (рис. 2.3)	"	1
Секундомер	"	1
Пробковый кран	"	1
Канистры 10-20 л	"	2
Термометр до 50°С	"	1
Шланги резинотканевые внутренним диаметром 25 мм	м	6
Резиновые трубки медицинские внутренним диаметром 4-6 мм	"	0,5
Зажимы винтовые	шт.	2
Трубка латунная внутренним диаметром 2-5 мм	м	0,5
Все оборудование по пункту 2		
5. Определение фильтровальных характеристик воды		
Фильтровальная колонка внутренним диаметром 150 мм, высотой 3,0-3,5 м (рис. 5.1)	шт.	1
Центробежный насос "Кама-3"	"	1
Секундомер	"	1
Термометр до 50°С	"	1
Стеклянные трубки для пьезометров внутренним диаметром 8-12 мм	м	20
Трубки резиновые внутренним диаметром 8-10 мм	"	20

Наименование	Един. измерен.	Количество
Шланги резинотканевые внутренним диаметром 20 мм	м	20
Вентили бронзовые с условным проходом 20 мм	шт.	6
Набор почвенных сит	комплект	I
Дозировочный бачок (рис. 5.I)	шт.	I
Стабилизирующий бачок (рис. 5.I)	"	I
Мерный стакан на I л	"	I
Сосуд Мариотта емкостью 5-I0 л	"	I
Зажимы винтовые	"	20
Все оборудование по пункту 2		
6. Определение динамики уплотнения осадка		
Емкость на I00-200 л для приготовления осадка (рис. 6.I)	шт.	I
Пробковый кран	"	I
Сосуды на 0,5 л для отбора осадка	"	6
Цилиндры мерные I л	"	3
Канистры I0-20 л	"	2
Термометр до 50°С	"	I
Сифон (рис. 2.2)	"	I
Часы	"	I
Все оборудование по пункту 2		
7. Определение влажности осадка		
Мешалка (рис. 2.3) для перемешивания осадка	шт.	I
Бюксы стеклянные	"	6
Ложка для отбора осадка	"	I
Весы технические с точностью взвешивания до ± 0,0I г	"	I
Шкаф сушильный (I05°С)	"	I
Эксикатор	"	I
Все оборудование по пункту 6		
8. Определение зольности осадка		
Муфельная печь на 800°С	шт.	I

Наименование	Един. измерен.	Количество
Весы аналитические ВЛА-200М	шт.	I
Тигли фарфоровые	"	3
Ступка фарфоровая с пестиком	"	I
Шпатель	"	I
Все оборудование по пункту 7		
9. Определение удельного сопротивления осадка фильтрации		
Воронка Бюхнера (рис. 6.3)	шт.	I
Мерный цилиндр 0,5-I л	"	I
Вакуумный насос	"	I
Вакуумметр	"	I
Секундомер	"	I
Бумажные фильтры (белая лента)	"	IO
Вакуумная трубка	м	3
Медная трубка внутренним диаметром 3-5 мм	"	0,I
Двугорлый сосуд Вульфа емкостью 5 л	шт.	I
Влагопоглотитель (хлористый кальций или гигроскопическая вата)	кг	0,5
Кран пробковый	шт.	I
Пробка резиновая к мерному цилиндру	"	I
Все оборудование по пункту 6		
IO. Выбор типа и дозы реагента при обезвоживании осадка		
Пипетки на I00, 50, 25, I0, 2 мл	шт.	5
Электромеханическая мешалка для приготовления растворов	"	I
Электроплитка	"	I
Мешалка ручная (рис. 2.3)	"	I
Сосуды I л для растворов реагентов	"	IO
Термометр до 50^{0}С	"	I
Все оборудование по пункту 9		
Коагулянты и флокулянты (технические продукты)	кг	I (для каждого типа)

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Технологические схемы очистки шахтных вод. Пермь, 1977 (НИИОСуголь).

2. Временная методика определения исходных данных о грубодисперсных примесях в сточных водах предприятий угольной промышленности. М., 1971 (НИИОСуголь).

3. Руководство по анализу шахтных вод. М., 1972 (НИИОСуголь).

4. Руководство по химическому и технологическому анализу воды. М., Стройиздат, 1973.

5. СНиП П-31-74, М., Стройиздат, 1975.

6. Минц Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды. М., Стройиздат, 1964.

7. Правила технической эксплуатации водопроводов и канализаций. М., Стройиздат, 1965.

8. Технические указания на проектирование, строительство и эксплуатацию контактных осветлителей для очистки питьевой воды. М., 1972 (АКХ им.К.Д.Памфилова).

9. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды.(процессы и аппараты). Киев, Наук.думка, 1971.

10. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. М., Стройиздат, 1975.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.	3
I. Объем исходных данных	4
2. Определение концентрации взвешенных веществ . .	8
3. Выбор типа и оптимальных доз реагентов.	I3
4. Определение кинетики оседания взвешенных веществ	I8
5. Определение фильтрационных характеристик воды .	2I
6. Определение основных параметров осадка.	28
7. Оборудование для проведения технологических анализов.	37
Литература.	42

Составитель - Э.М.Лонская

Методические указания
по подготовке исходных данных для проектирования
очистных сооружений шахтных вод

К печ. 13.07.79г. Формат бум. 60х90 1/16 Печ. 2,75
ЛБ71530 Тираж 500 экз. Цена 23 коп. Заказ 700

Типография ПЕВКУ

gost.e-ecolog.ru