

УДК 628: 622.5

## ОЧИСТКА ШАХТНЫХ И КАРЬЕРНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ФИЛЬТРАЦИЕЙ ЧЕРЕЗ МАССИВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

Асадулина Н.А., студент гр. ФПс-151, V курс  
Научный руководитель: Гуцал М.В., доцент, к.т.н.  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Качество шахтных и карьерных вод, сбрасываемых в водные объекты в основном определяется принятой на предприятии технологией их очистки. В связи с этим обоснованный выбор технологии очистки для каждого конкретного предприятия при проектировании очистных сооружений имеет первостепенное значение. Вместе с тем методика выбора (разработки) технологии очистки загрязненных вод в полной мере не отработана, а подходы, применяемые для очистки других видов сточных вод, не оптимизированы под специфику сточных вод горнодобывающих предприятий и, следовательно, требуют определенной переработки. Формирование сточных вод горнодобывающих предприятий происходит под влиянием протекающих в подземных водоносных горизонтах естественных процессов, и является следствием взаимодействия подземных вод с углем, угольно-породной пылью либо вмещающими породами. Также сточные шахтные и карьерные воды формируются при воздействии техногенных производственных процессов. В связи с большим количеством влияющих природно-экологических и производственно-технических факторов физико-химический состав шахтных вод, состав и содержание в них загрязняющих веществ и величина водопритоков варьируют в широком диапазоне [1].

Наиболее признанной классификацией содержащихся в воде загрязняющих веществ (примесей) является классификация проф. Л. А. Кульского. В основу классификации положено фазово-дисперсное состояние примесей, которое, по его мнению, независимо от химической их природы определяет физико-химические свойства примесей и обуславливает их поведение в процессах водообработки и водоочистки. В зависимости от фазово-дисперсного состояния все многообразие примесей в воде разделено на четыре группы. Для удаления из воды каждой группы примесей определены технологические процессы и способы очистки, в наибольшей степени учитывающие их состояние.

Наиболее характерными примесями шахтных вод являются:

- для I группы (размером  $100^{*1}$  мкм) – не растворимые в воде взвешенные вещества, представленные частицами угля группы витринита, фюзинита, семивитринита и лейптита, глинистыми частицами (каолинит, монтмориллонит), частицами карбонатных пород, аргиллитов, алевролитов,

нефтепродуктами, находящимися в эмульгированном состоянии, бактериями и другими микроорганизмами;

- для II группы ( $1-10^{-1}$  мкм) – минеральные породные (в том числе глинистые), органоминеральные (угольно-породные) и органические (биологического происхождения) коллоидные частицы, нефтепродукты, нерастворимые формы гумусовых веществ, вирусы и другие микроорганизмы, близкие по размерам к коллоидным частицам;
- для III группы ( $1-10'$  мкм) – растворимые органические вещества природного и биологического происхождения, представленные нефтепродуктами, фенолами, газами, продуктами жизнедеятельности плесневых грибов и бактерий, находящиеся в виде молекул;
- для IV группы ( $10^{-3}-10'$  мкм) – минеральные соли, кислоты и основания, диссоциирующие в воде на ионы.

Очистка сточных шахтных и карьерных вод – это комплекс мероприятий, порядок выполнения которых определен техническими требованиями к каждому технологическому процессу. Порядок проведения таких мероприятий, в общем случае, может быть следующим:

- осветление (предварительная механическая очистка);
- обеззараживание и деминерализация (химические, биологические, физические методы, применяемые для обезвреживания вредных примесей);
- нейтрализация (хлорирование, озонирование, ультрафиолетовая обработка).

Одним из наиболее эффективных способов очистки карьерных вод является очистка в горизонтальных отстойниках (разрезы «Талдинский», «Моховский», «Ерунаковский», «Караканский», «Камышанский»).

Скорость осаждения взвешенных частиц принимают за основной параметр к технологическому расчету отстойников всех типов. Скорость осаждения зависит от ряда факторов, таких как:

- размер частицы и ее форма;
- плотность частицы и воды;
- вязкость воды;
- направление и скорость потока воды в отстойнике.

Затраты при эксплуатации прудов-осветлителей минимальны. Пруды-осветлители зачастую расположены в отработанных выработках. Эффективность осветления в прудах достигает шестьдесят два процента.

На разрезах Кузбасса все большее распространение приобретает фильтрация сточных вод через массивы из искусственно созданных насыпей, что является альтернативой отстойникам, хотя в ряде случаев обе технологии могут быть использованы в комплексе.

Так на Кедровском угольном разрезе первый фильтрующий массив был построен в 2014 году, а в 2017г. было запланировано возведение второго фильтрующего массива для очистки сточных вод с применением цеолита.

На устройство массива имеет влияние рельеф верхних слоев грунта, а также их свойства. Параметры фильтра зависят от величины притоков и загрязненности воды. Также существенное влияние на эти параметры оказывают характеристики материала фильтра.

В конструкцию фильтра входят: устройство, осуществляющее подачу сточной воды; фильтрующий массив; устройство, осуществляющее сбор и отвод отфильтрованной воды [2]. Если в непосредственной близости от водосброса находятся природные или техногенные выемки (овраги, траншеи, канавы и т.д.) при наличии залегающих в бортах и дне слабопроницаемых пород, то борта и дно этих выемок могут служить корпусом фильтра. В таком случае воду можно подводить к фильтру самотеком по поверхности или через трубопровод, либо нагнетая насосами. Отсыпка фильтрующего массива производится соответствующими требованиями горными породами.

Пруд, сформировавшийся в месте инфильтрации сточной воды отвечает за подачу воды в фильтр и ее распределение. Ниже фильтра возводится дамба для сбора и отвода фильтрата. Очищенная вода удаляется самотеком (либо, при невозможности сброса самотеком, при помощи насосных станций) по специальным резервуарам или трубам для предотвращения повторного загрязнения или возможного размыва слагающих грунтов.

Для предупреждения просачивания загрязненной воды в основание (при высокой водопроницаемости слагающих пород) и, как следствие, возможного загрязнения грунтовых вод необходимо формирование дна фильтра посредством отсыпки основания слабопроницаемыми породами с последующим их уплотнением. Во избежание потерь вода в пруд подается по трубопроводу или по специально сформированным лоткам.

Чтобы избежать возникновения такой проблемы предлагается по дну фильтрующего массива возводить водоупорные перемычки из малопроницаемых материалов (рис. 1). Водоупорные перемычки обеспечат низкую скорость фильтрации воды в нижней части и подъем уровня фильтрата в мелкокусовый слой.

Расстояние между перемычками определяют по следующей зависимости:

$$L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

где  $H$  – высота перемычки (1/3 высоты фильтрующего слоя),  $\alpha$  – угол наклона дна фильтра.

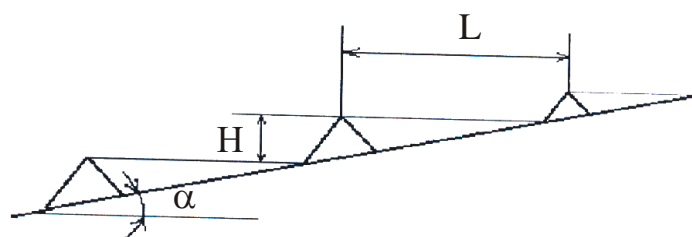


Рис.1. Расчетная схема фильтра

Для возведения фильтрующего массива формируют площадку, при необходимости формируют уклон в сторону пруда отфильтрованной воды. При наличии пород с высокой водопроницаемостью дно фильтра формируют слабопроницаемыми породами.

Затем формируют водоупорные перемычки и, начиная от верхней части корпуса фильтра, отсыпают фильтрующий слой. Отсыпка фильтрующего слоя производится по технологии, аналогичной технологии периферийного отвалообразования.

После заполнения корпуса фильтра фильтрующим слоем прокладывают трубопровод для заполнения верхнего пруда загрязненной жидкостью. В нижней части фильтра формируется дамба для формирования пруда очищенной воды (если есть необходимость ее дальнейшего отвода).

Для повышения качества очистки воды в фильтрующем массиве возможно формирование ядра, содержащего сорбент. Недостатком такой конструкции будет необходимость, по меньшей мере, раз в год заменять ядро при загрязнении сорбента, что приводит к остановке очистных сооружений. Также следствием будет являться невозможность использования очищенной воды для нужд предприятия на время остановки.

В целом можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее эффективными способами очистки шахтных и карьерных вод на являются очистка через фильтрующие массивы и отстойные сооружения.

2. К преимуществам очистки сточных вод через фильтрующие массивы относят малую площадь, технологичность и простоту возведения очистного сооружения. При этом качественные показатели сточных вод после очистки соответствуют ГОСТ 17.4.3.07-82.

### Список литературы

1. Красавин А.П. / Комплексное использование твердых отходов угольно производства // А.П. Красавин, В.С. Сандаков, Ю.А. Данилов и др. – М. : ЦНИЭИуголь, 1987.

2. Патент на изобретение №2225743, МПК7 В01 D24/20. Лесин Ю.В., Тюленев М.А., Игнатов Е.В., Марков С.О. Способ изготовления фильтра для очистки воды / Опубл. 20.03.2004. – Бюл. №8.