

Лекция 4. Осветление воды методами фильтрации.

4.1 Технология осветления воды на насыпных фильтрах.

Технологический процесс осветления добавочной и подпиточной воды фильтрованием реализуется главным образом методом адгезионного объемного фильтрования в насыпных *вертикальных осветительных фильтрах* (рис. 4.1). Фильтр состоит из цилиндрического корпуса с приваренными к нему сферическими днищами. Промышленностью выпускаются вертикальные однокамерные фильтры диаметрами 1.0, 1.4, 2.0, 2.6, 3.0 и 3.4 м. Внутри фильтра расположены: слой фильтрующего материала и дренажно-распределительные устройства, предназначенные для равномерного распределения и сбора воды по площади поперечного сечения фильтра. Верхнее дренажное устройство выполнено в виде отбойного щита, гасящего энергию потока поступающей воды, а нижнее состоит из коллектора с боковыми отводами, снабженными для отвода воды и в качестве препятствия для выноса фильтрующего материала специальными колпачками или щелевыми отверстиями с шириной 0.4 мм.

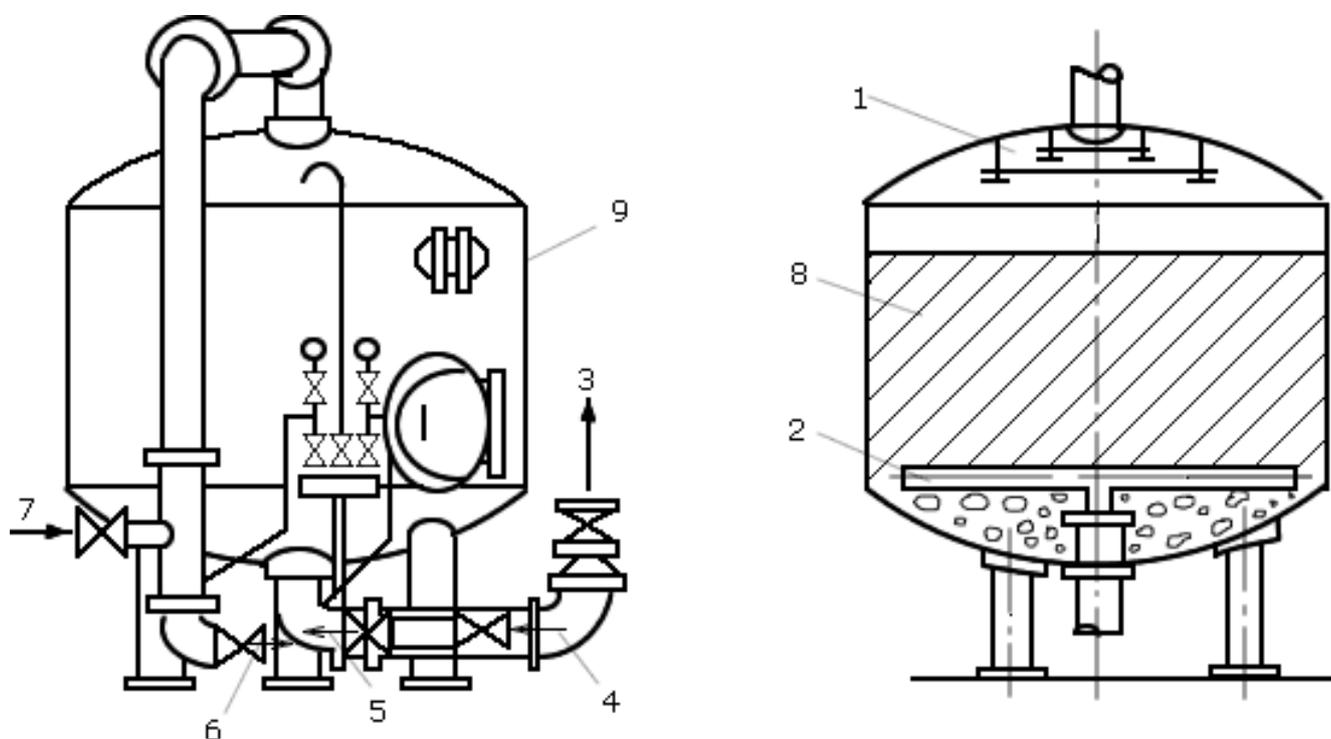


Рис. 4.1. Фильтр осветительный вертикальный однокамерный:
1 - верхнее распределительное устройство; 2 - нижнее дренажно-распределительное устройство; 3 - фильтрат; 4 - сжатый воздух, промывочная вода; 5 - спуск первых порций фильтрата; 6 - спуск промывочной воды; 7 - исходная вода; 8 - фильтрующий слой; 9 - корпус фильтра

Фильтрующий материал насыпных фильтров должен обладать надлежащим *гранулометрическим составом, достаточной механической прочностью и химической стойкостью* зерен. Таким требованиям удовлетворяют дробленый антрацит и кварцевый песок, но последний, растворяясь, обогащает воду соединениями кремния. Фракция зерен антрацита должна составлять 0.6 - 1.4 мм для однослойного фильтрования. По требованию механической прочности (истирание материала в период взрыхления) годовой износ фильтрующего материала не должен превышать 2.5%.

Высота фильтрующего материала в осветительных фильтрах составляет около 1 м. Часть полости фильтра остается свободной ("водяная подушка"), что необходимо для выравнивания эпюры скоростей воды, поступающей в фильтр, и для обеспечения возможности расширения слоя при его взрыхлении.

Работа осветительных фильтров включает 3 периода:

- 1) полезная работа фильтра по осветлению воды;
- 2) взрыхляющая промывка фильтрующего материала;
- 3) спуск первого фильтрата.

Полезная работа насыпного фильтра ($T_{\text{раб}}$) реализуется при скорости фильтрования воды до 10 м/ч при предварительной обработке воды в осветителях и 4 - 5 м/ч без предварительной обработки.

Длительность фильтроцикла $T_{\text{раб}} + t_{\text{взр}}$ рассчитывается исходя из материального баланса при работе фильтра:

$$(T_{\text{раб}} + t_{\text{взр}}) \cdot Q \cdot C = f \cdot h_{\text{сл}} \cdot G, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{взр}}$ - продолжительность взрыхляющей промывки, ч; Q - расчетная производительность, м³/ч; C - концентрация примесей, г/м³; f - сечение фильтра, м²; h - высота слоя, м; G - удельная грязеемкость фильтрующего материала, г/м³.

Во время работы осветительных фильтров необходимо поддерживать постоянной скорость фильтрования, контролировать перепад давления на слое фильтрующего материала и расход воды, отбирать пробы исходной воды и фильтрата для определения прозрачности.

При повышении перепада давления до 0.1 МПа, содержания ГДП до 1 мг/дм³ или по графику фильтр отключают на промывку для удаления задержанных ГДП.

Основным этапом промывки является водная промывка потоком воды "снизу вверх". Интенсивный поток промывочной воды, поднимаясь, разрыхляет и взвешивает весь фильтрующий слой, расширяющийся при этом на 40 - 50%. Это дает возможность зернам фильтрующего материала свободно и хаотично перемещаться в потоке воды и при столкновении счищать прилипшие к ним частицы взвеси.

4.2 Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами

Для удаления из турбинного конденсата ферромагнитных продуктов коррозии Fe на мощных энергоблоках ТЭС и АЭС используются *электромагнитные фильтры* (ЭМФ) единичной производительностью 1000 м³/ч (рис. 4.2). Корпус ЭМФ заключен в электромагнитную катушку по высоте, равной слою загрузки. Обезжелезивание конденсата в ЭМФ происходит вследствие намагничивания стальной шариковой загрузки с диаметром шаров 6 - 7 мм и задержания в ней частичек ферромагнитных оксидов железа и шпинелей, которые откладываются в межпорových объемах вокруг магнитных полюсов контактирующих шариков.

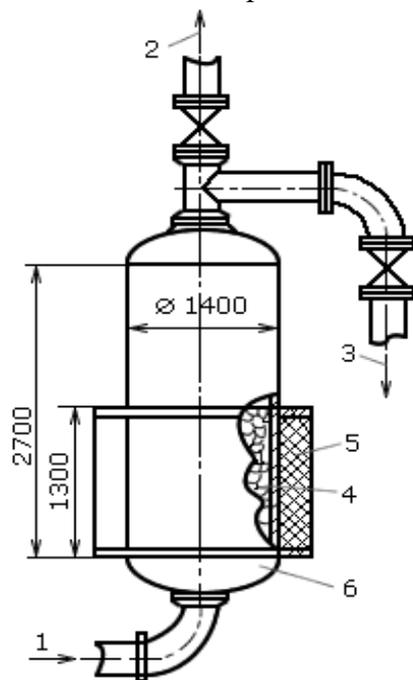


Рис. 4.2. Схема электромагнитного фильтра: 1 - вход конденсата; 2 - выход конденсата; 3 - слив конденсата в дренаж при промывке фильтра; 4 - намагничивающиеся шарики из углеродистой стали; 5 - электрическая катушка для создания магнитного поля; 6 - корпус фильтра из немагнитной аустенитной стали

При работе фильтра исходный конденсат под давлением до 1.0 МПа поступает на обработку в ЭМФ, проходит снизу вверх через слой шариковой загрузки и отводится из фильтра при номинальной скорости фильтрования до 1000 м/ч при потере давления 0,13 МПа. В процессе эксплуатации фильтра проводится контроль над степенью обезжелезивания конденсата, которое достигает 50 - 90% при остаточном содержании Fe менее 5 мкг/дм³.

4.3 Очистка конденсатов на намывных фильтрах.

Как турбинный, так и производственный конденсаты обычно бывают загрязнены оксидами железа и меди, образующимися в результате коррозии трубопроводов, баков, конденсаторов и теплообменников. Оксиды и гидроксиды Fe находятся в конденсате преимущественно в коллоидной и грубодисперсной формах. Попадая в воду котлов, реакторов, парогенераторов продукты коррозии участвуют в образовании отложений на теплопередающих поверхностях, а переходя в пар - на лопаточном аппарате турбины. В пусковые периоды энергооборудования концентрация продуктов коррозии в конденсатах может достигать 100 - 1000 мкг/дм³, снижаясь в период стабильной эксплуатации до 10 - 30 мкг/дм³ при нормируемом их значении 2 - 10 мкг/дм³.

Для очистки вод типа конденсатов наряду с насыпными применяются также *намывные механические фильтры*, в конструкции которых предусмотрена реализация принципа пленочного фильтрования в слоях толщиной 3 - 5 мм, создаваемых тонкодисперсным материалом с размером частиц 10 - 60 мкм. Таким материалом является *фильтрперлит* - порошкообразный материал, полученный измельчением технического *перлита* - минерала горного происхождения, состоящего из оксидов кремния и алюминия.

Конструктивно намывной фильтр (рис. 4.3) состоит из цилиндрического корпуса (1) с коническим днищем. Объем фильтра разделен трубной доской (2) на нижнюю и верхнюю части. К трубной доске по всей ее поверхности с шагом около 100 мм снизу подсоединены поддерживающие намытый слой полые фильтрующие элементы (3). Поток обрабатываемой воды, подаваемой снизу, проходит в рабочем цикле через слой намытого материала, освобождаясь от взвеси, через поры фильтрующего элемента и по внутреннему каналу элемента выводится в объем над трубной доской и далее по трубопроводу отводится из намывного фильтра.

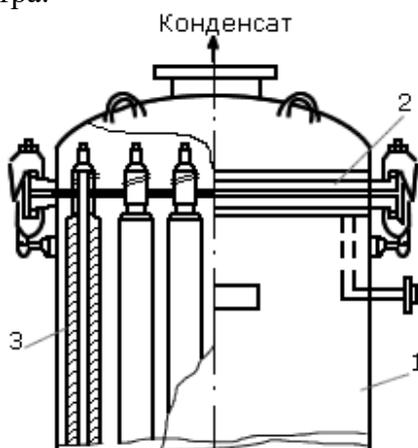


Рис. 4.3. Намывной фильтр

Работа установки с фильтром намывного типа (рис. 4.4) складывается из трех последовательно проводимых операций:

- намыв фильтрующего слоя;
- фильтрование;
- смыв отработавшего фильтрующего слоя вместе с задержанными примесями.

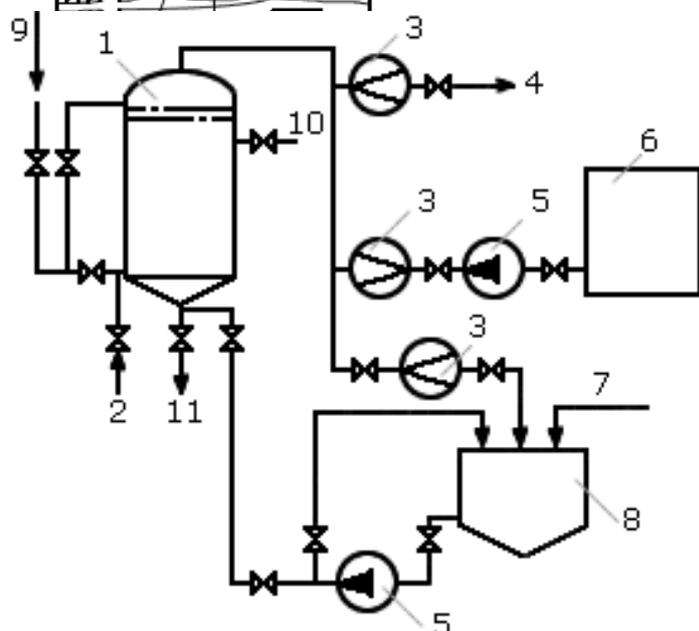


Рис. 4.4. Схема установки с намывным фильтром:

- 1 - намывной фильтр; 2 - сжатый воздух;
- 3 - расходомер;
- 4 - фильтрат;
- 5 - насос;
- 6 - бак промывочной воды;
- 7 - конденсат;
- 8 - мешалка для приготовления пульпы фильтрующего материала;
- 9 - конденсат на обработку;
- 10 - воздушник;
- 11 - дренаж

Перед намывом в мешалке готовят пульпу порошкообразного

фильтрующего материала (кроме фильтрперлита используют также диатомит, дробленую целлюлозу, смесь порошкообразных ионитов) концентрацией 3 г/дм³. Приготовленную пульпу намывают циркуляционным насосом на фильтрующие элементы до переноса всего количества фильтрующего материала, о чем судят по полному осветлению воды, возвращенной из фильтра в мешалку. Расход порошкообразного фильтрующего материала составляет примерно 0.5 кг/м² фильтрующей поверхности "свечей".

Очистку воды на намывных фильтрах производят при скорости фильтрования 5 - 10 м/ч. Во время работы фильтра контролируют перепад давления на фильтрующем слое и концентрацию продуктов коррозии на входе и выходе из фильтра, отключая фильтр на промывку при достижении заданного перепада давления. Смыв отработанного рабочего материала проводят обратным током воды и воздуха, т.е. в направлении от внутреннего канала фильтрующего элемента к его внешней поверхности. Смытый материал отводится из нижней конусообразной части фильтра в дренаж, т.к. используются однократно. На очищенные фильтрующие элементы намывается слой свежего порошкообразного материала.