

Осветление воды методами фильтрации

12 октября 2011 г.

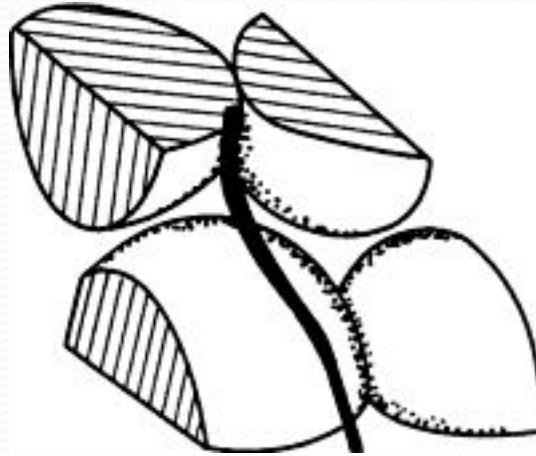


Рис.1. Образование порового канала слоя

Пористость

- Доля свободного объёма в зернистом слое [м/м]

$$\varepsilon = V_{\text{пор}}/V_{\text{сл}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пор}}$ - объемы пор в слое зернистого материала;
 $V_{\text{сл}}$ - суммарный объем твердой фазы и пор в слое.

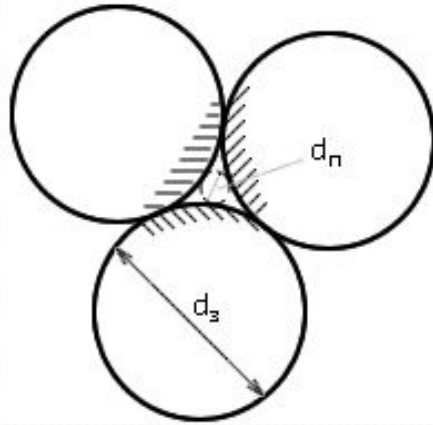



Рис. 2. Иллюстрация соотношения диаметров поры и зерна загрузки

Условный диаметр поры (d_n) можно выразить через диаметр зерна загрузки (d_3) графическим методом (рис. 2), считая, что зерна представлены моодисперсными шарообразными частицами.

$$d_n \approx d_3/6.3$$

В зависимости от соотношения реальных размеров удаляемых частиц и диаметра пор удержание частиц может происходить

- в объеме фильтрующей загрузки (*адгезионное фильтрование*, адгезия - прилипание) или
- на ее поверхности (*пленочное фильтрование*).



В общем случае процесс выделения взвешенных частиц из воды при фильтровании состоит из трех стадий:

- переноса частиц из потока воды на поверхность фильтрующего материала;
- закрепления частиц на зернах и в щелях между ними;
- отрыв закрепленных частиц с переходом их обратно в поток воды.

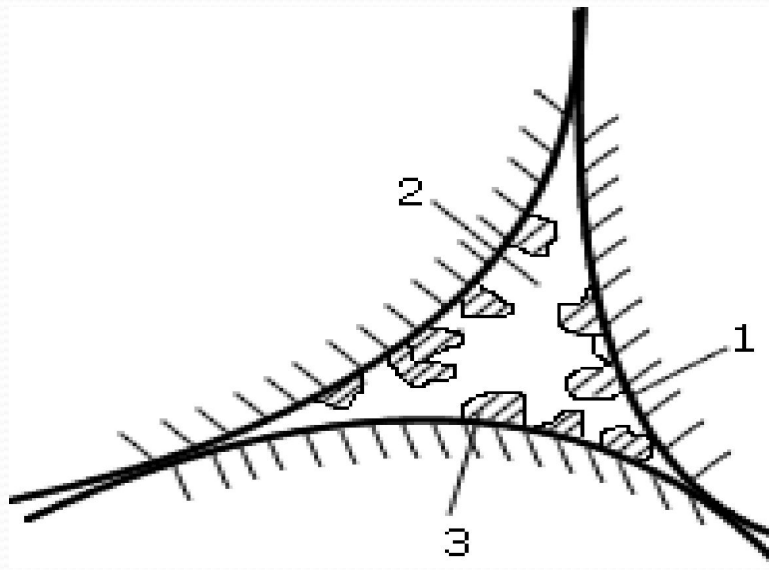


Рис. 3. Изменение сечения поры:

1 - фрагменты зерен загрузки; 2 - начальная конфигурация порового сечения; 3 - прилипающие частицы

- Область интенсивного изменения концентрации взвеси в воде перемещается по высоте от верхней части слоя к нижней. Время, в течение которого достигается осветление воды до заданной степени, называется **временем защитного действия** загрузки. При его достижении либо по достижении времени **предельной потери напора** осветительный фильтр отключают на взрыхляющую промывку.

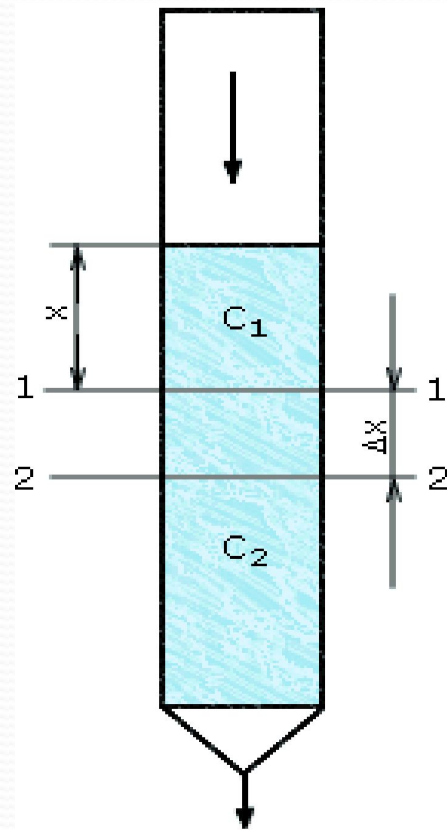


Рис. 4. Модель фильтровальной колонны

Уменьшение концентрации частиц в элементарном слое составляет:

$$\Delta C = -(C_2 - C_1) = -\frac{\partial C}{\partial x} \Delta x. \quad (2)$$

$$-\frac{\partial C}{\partial x} = b \cdot C - \frac{a}{\omega} \cdot \rho \quad (3)$$

Уравнение (3), являясь основным уравнением процесса фильтрования, содержит две переменные величины C и r , поэтому его недостаточно для описания процесса.

Вторым уравнением, дополняющим (3), является уравнение баланса вещества. Через единицу площади поверхности слоя, принятого равной единице, за единицу времени проходит объем воды, равный скорости фильтрования ω . Следовательно, массовое количество вещества, задерживаемого слоем с единичной площадью за единицу времени, равно:

$$\Delta Q = \omega \cdot \Delta C = -\omega \cdot \frac{\partial C}{\partial x} \cdot \Delta x \quad (4)$$

Скорость накопления отложений в слое, или количество вещества, накопившегося в нем за единицу времени, равно:

$$\Delta Q = \frac{\partial \rho}{\partial \tau} \cdot \Delta x, \quad (5)$$

Приравнивая выражения (4) и (5), получим:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = -\omega \cdot \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (6)$$

Это дифференциальное уравнение является уравнением баланса массы. Оно показывает, что количество вещества, извлеченного слоем Δx из воды за единицу времени, равно количеству накопившегося в этом слое вещества за тот же промежуток времени.

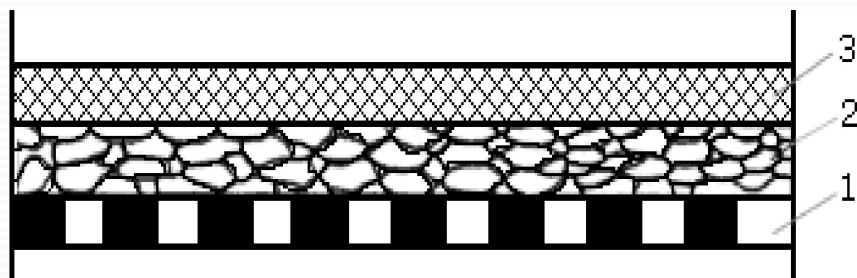


Рис. 5. Схема пленочного фильтрования на намывном фильтре:
1 - поддерживающая рабочий слой перегородка намывного фильтра;
2 - частицы намытого слоя; 3 - пленка, состоящая из частиц,
задержанных при очистке воды

Технология осветления воды на насыпных фильтрах

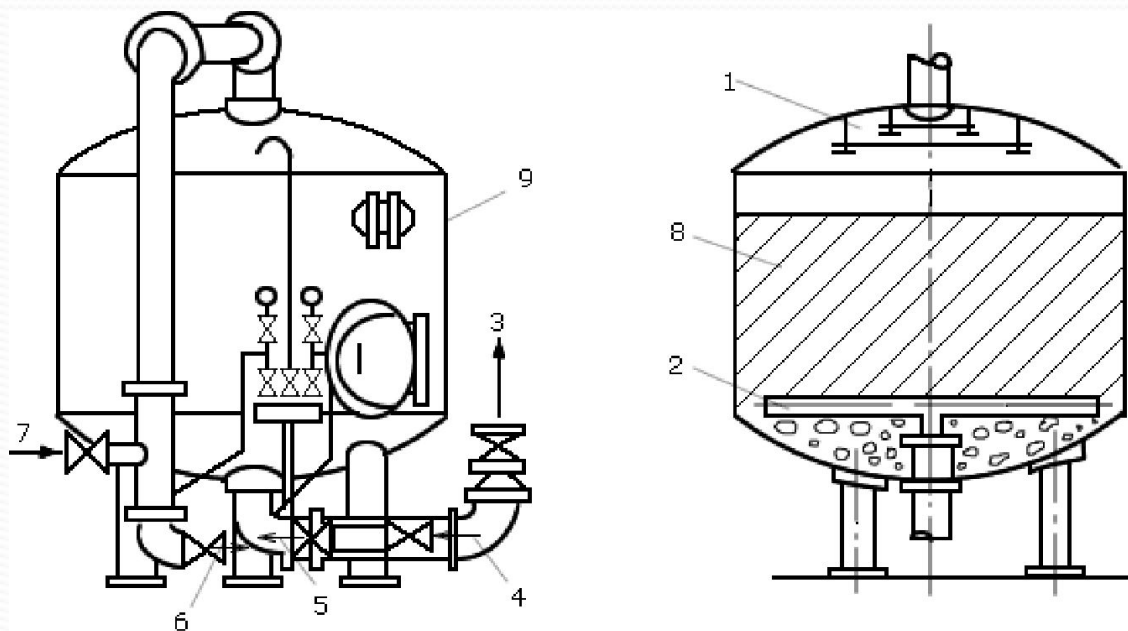


Рис. 6. Фильтр осветительный вертикальный однокамерный:
1 - верхнее распределительное устройство; 2 - нижнее дренажно-распределительное устройство; 3 - фильтрат; 4 - сжатый воздух, промывочная вода; 5 - спуск первых порций фильтрата; 6 - спуск промывочной воды; 7 - исходная вода; 8 - фильтрующий слой;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

Работа осветительных фильтров включает 3 периода:

- полезная работа фильтра по осветлению воды;
- взрыхляющая промывка фильтрующего материала;
- 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:

$$(T_{\text{раб}} + t_{\text{взр}}) \cdot Q \cdot C = f \cdot h_{\text{сл}} \cdot \Gamma, \quad (7)$$

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;

Γ - удельная грязеемкость фильтрующего материала, г/м³.

Значение интенсивности промывки зависит от типа материала, размера его зерен и обычно составляет:

для антрацита 10 - 12 дм³/(м²·с),

более тяжелого кварцевого песка - 15 - 18 дм³/(м²·с).

Расчетная продолжительность промывки ($t_{\text{взр}}$) составляет 20 мин.

Объем воды, расходуемый на взрыхление осветлительного фильтра и насыпных фильтров иного назначения (м³), определяется по формуле:

$$V_{\text{взр}} = f \cdot i_{\text{пр}} \cdot \tau_{\text{взр}} \cdot 60/1000. \quad (8)$$

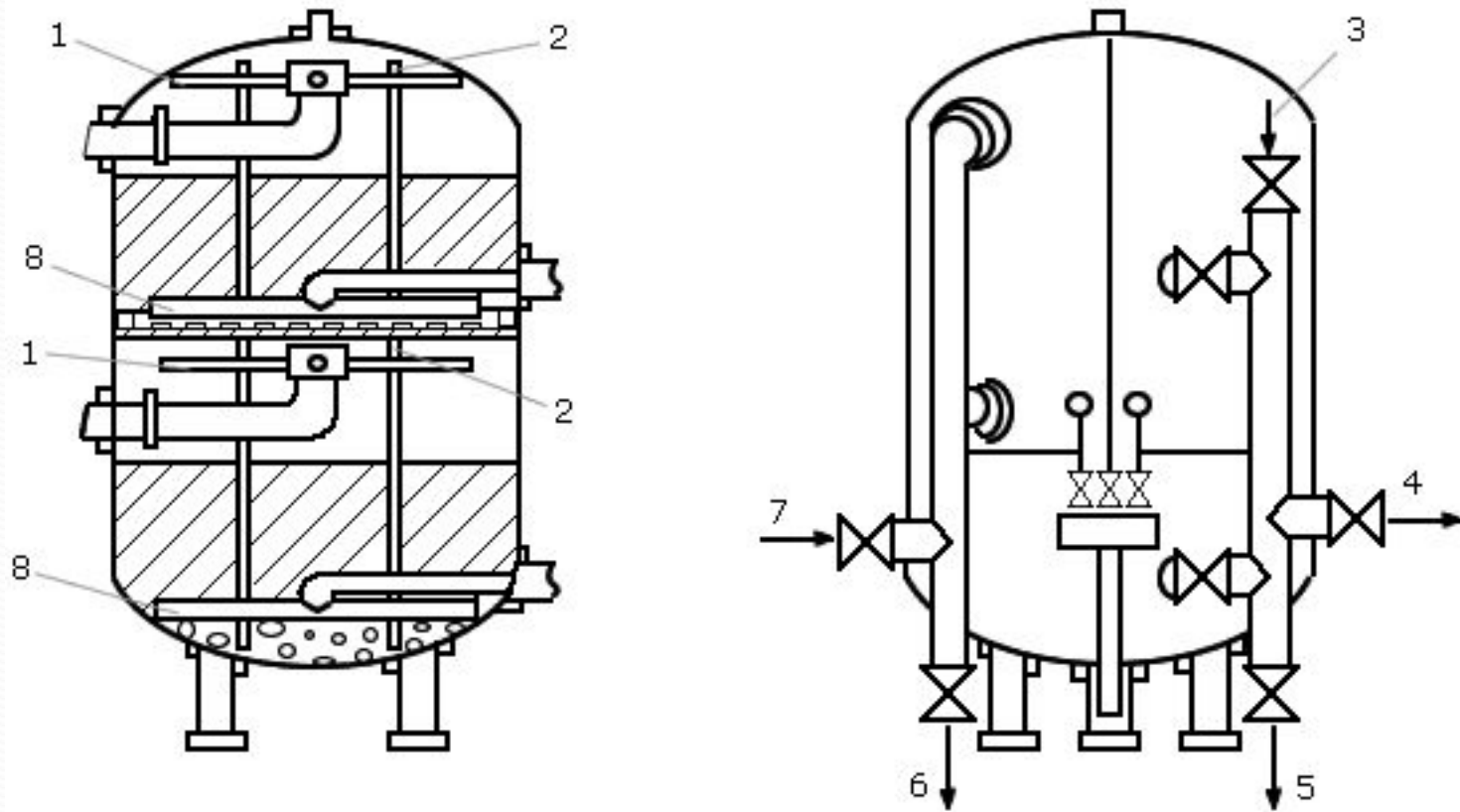


Рис. 7. Двухкамерный осветительный фильтр.

1 - верхнее распределительное устройство; 2 - анкерная труба для выравнивания давления между камерами; 3 - подвод промывочной воды; 4 - выход фильтрата; 5 - спуск первых порций фильтрата; 6 - выход промывочной воды; 7 - обрабатываемая вода; 8 - нижнее дренажно-распределительное устройство

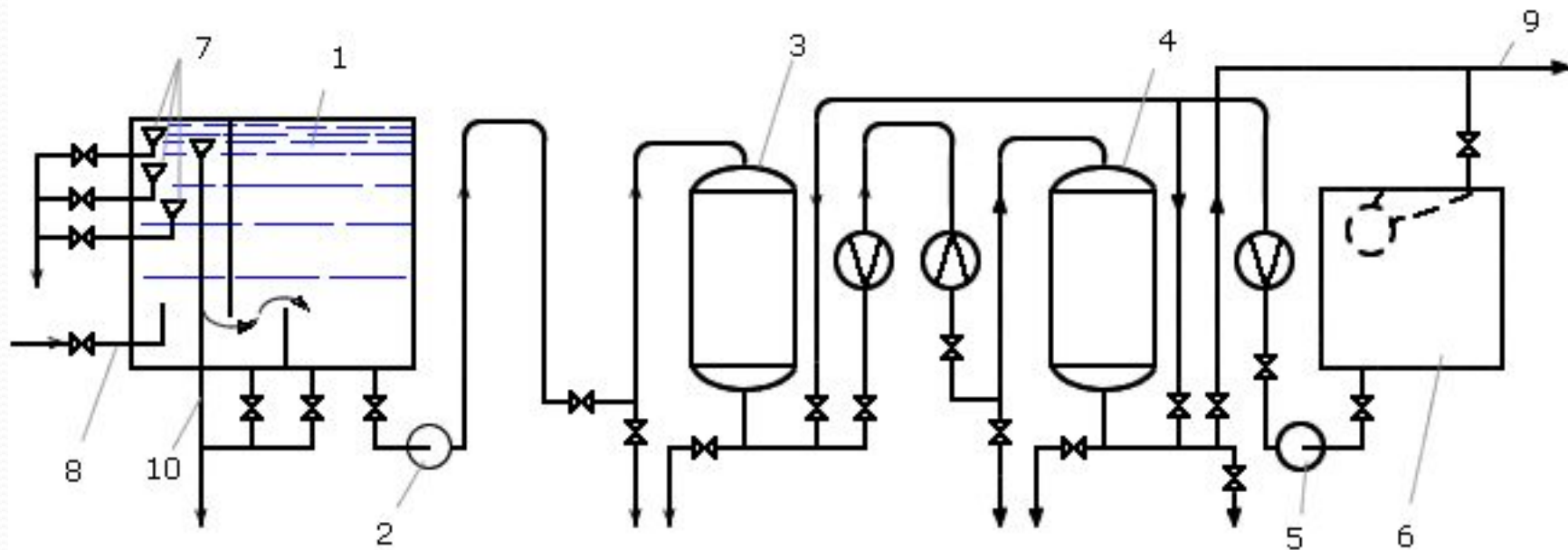


Рис. 8. Принципиальная схема очистки вод от нефтепродуктов:

1 - приемный бак-отстойник; 2 - насос; 3 - механический фильтр; 4 - сорбционный фильтр с активированным углем; 5 - насос для промывки фильтров; 6 - бак для промывки фильтров; 7 - пробоотборные устройства; 8 - подвод воды на очистку; 9 - очищенная вода; 10 - на сжигание

Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами

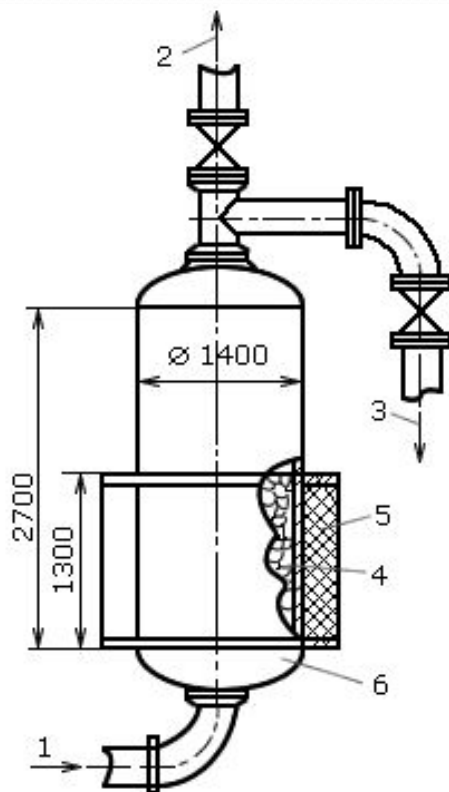


Рис. 9. Схема электромагнитного фильтра.

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

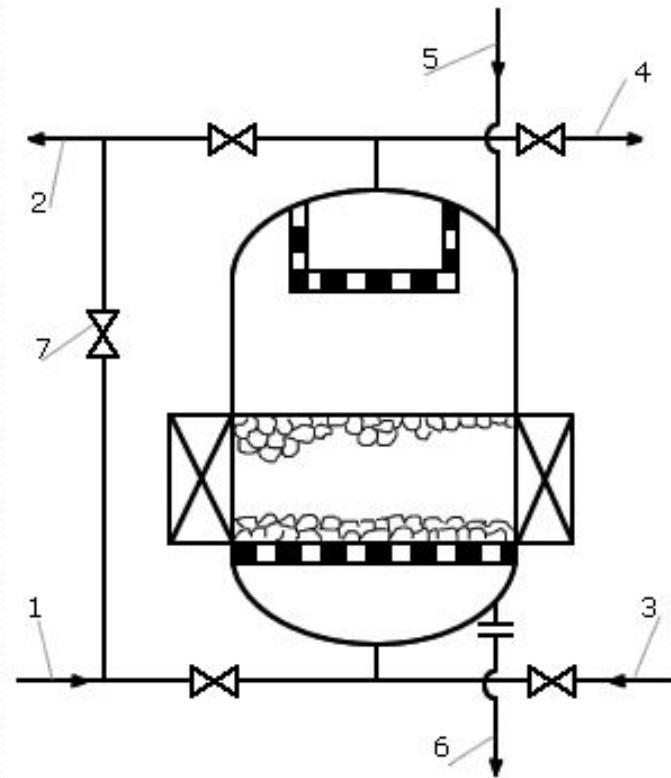


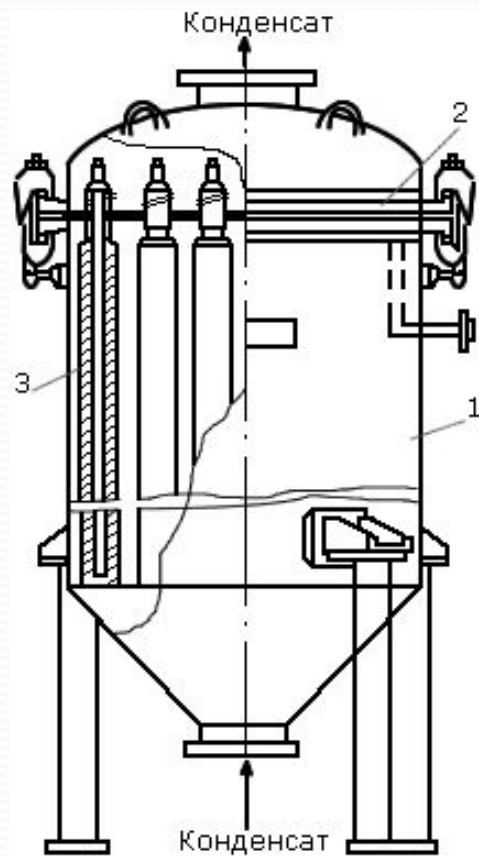
Рис. 10. Схема трубопроводов электромагнитного фильтра.


1 - подвод исходного конденсата; 2 - отвод отработанного конденсата; 3 - подвод промывочной воды; 4 - отвод промывочной воды; 5 - загрузка шариков; 6 - выгрузка шариков; 7 - байпас

По окончании рабочего цикла ЭМФ отключается на промывку, которая происходит в следующем порядке (рис. 3.10):

- открывают байпасную задвижку 7 и закрывают задвижки 1 и 2;
 - с катушки снимают электрическое напряжение для размагничивания шариковой загрузки;
 - открывают задвижки 3 и 4, и фильтр в течение двух минут промывается водой в направлении снизу вверх с расходом 800 - 1400 м³/ч;
 - по окончании отмывки закрывают задвижки 3 и 4;
 - на катушку подают электронапряжение;
 - открывают задвижки 1 и 2 и закрывают байпасную задвижку 7, после чего ЭМФ считается введенным в работу.
- Управление технологическим режимом ЭМФ осуществляется устройствами автоматики и питания.

Очистка конденсатов на намывных фильтрах





Работа установки с фильтром намывного типа (рис. 12) складывается из трех последовательно проводимых операций:

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

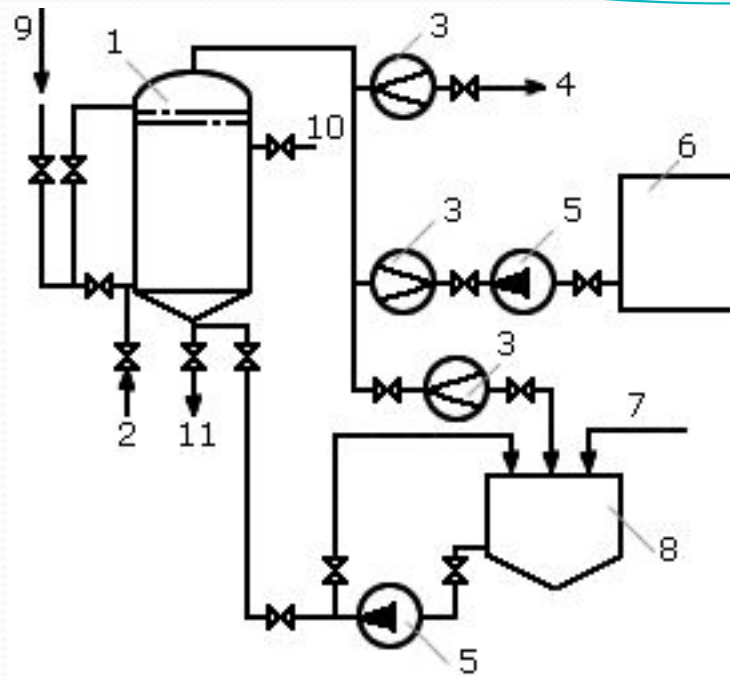


Рис. 12. Схема установки с намывным фильтром.

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