

ИССЛЕДОВАНИЯ И НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТЕЙ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ



Барышников Р. М.



Арбузов А. В.

Барышников Р. М.,

первый заместитель генерального директора производственного предприятия «ТЭКО-ФИЛЬТР»,

Арбузов А. В.,

руководитель группы НИОКР

Фильтры механической очистки для промышленной водоподготовки: НИОКР и разработка системы автоматического управления. Технические характеристики и уровень качества фильтров ФМО полностью соответствуют мировым стандартам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

фильтры механической очистки; очистка жидкостей от механических примесей; очистка воды; фильтрующий элемент; ТЭКО-СЛОТ; ФЭЛ.

Вода и водные растворы являются основой многих технологических процессов в промышленности. Пожалуй, это самый распространенный теплоноситель. Как известно, вода также используется для растворения различных веществ, приготовления растворов, мойки и чистки поверхностей, охлаждения узлов и агрегатов, транспорта веществ и т. д. и т. п. Незаменима вода и в быту. Все пьют воду, готовят пищу и умываются.

Любое использование воды в промышленности или быту приводит к изменению ее химического состава и, как правило, вносит в нее различные загрязнения, которые делают невозможным ее дальнейшее использование без специальной очистки. Поэтому существует огромное количество способов очистки воды.

Одним из наиболее часто встречающихся загрязнений являются, так называемые, взвешенные вещества или механические примеси. Данное загрязнение может присутствовать в поверхностных источниках воды, может возникать внутри сетей передачи воды или в процессе технологического использования воды (окалина, стружка, остатки продуктов растворения, коррозионные процессы и т. д. и т. п.). Опасность подобных загрязнений кроется в возможном повреждении технологического оборудования (насосов, теплообменников, форсунок, запорной арматуры и т. д.). Также такие загрязнения могут попадать в конечный продукт производства, нарушая его качество.

При всей кажущейся простоте, очистка воды от механических примесей является задачей нетривиальной. Существует четыре основных способа:



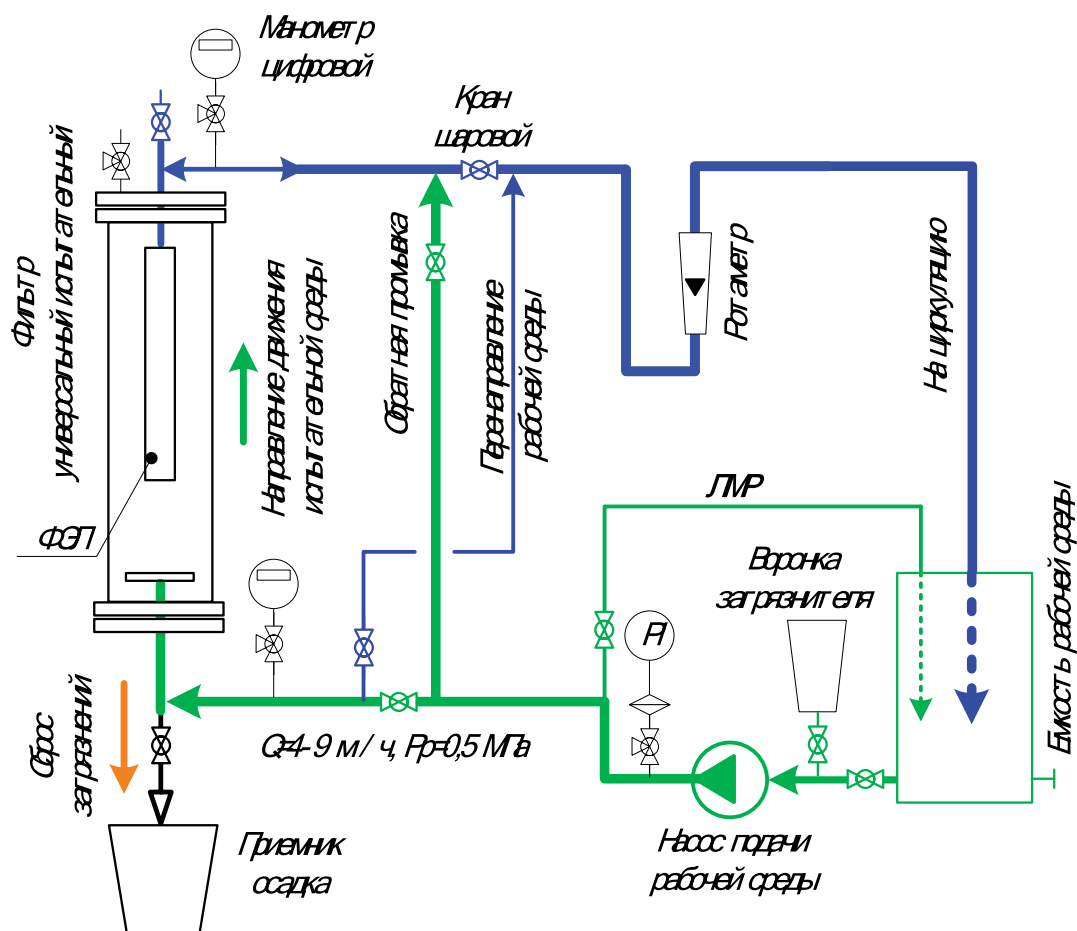


Рис. 1. Схема испытательного стенда.

- фильтрация через пористые перегородки;
- фильтрация через слой гранулированного материала;
- отстаивание;
- гидродинамическое разделение.

Существует также и масса комбинированных способов, использующих принципы сразу двух или трех подходов.

Специалисты ООО «ПП «ТЭКО-ФИЛЬТР» много лет занимаются решением задач, связанных с очисткой воды от механических примесей. В связи с участвовавшими обращениями с различными нестандартными задачами в этой области группой НИОКР была проведена большая исследовательская работа, направленная на разработку новой конструкции фильтров.

Работы были начаты в 2013 году.

Цель: Выработка оптимального решения по компоновке аппарата — фильтра механической очистки (ФМО).

Задачи: 1) Получение гидравлических характеристик фильтрующих элементов на базе конструкции ТЭКО-СЛОТ с различным рейтингом фильтрации при различной степени загрязненности; 2) Влияние расположения и размеров фильтрующего элемента внутри

корпуса фильтра на качество отмывки. 3) Определение оптимальных скоростей фильтрации; 4) Определение стандартных диаметров корпусов аппаратов для различных производительностей; 5) Разработка и испытание системы автоматического управления работой фильтра.

Ход работ: В испытательном центре предприятия был создан специальный стенд для проведения серии опытов и наблюдения результатов (рис. 1).

Испытательная камера, имитирующая корпус фильтра, была изготовлена из прозрачного оргстекла. Это дало возможность визуально наблюдать процесс фильтрации, выполнять фото и видео съемку. Для обеспечения различной производительности каждая серия опытов выполнялась с соответствующим насосом (таблица 1).

Таблица 1

Насосы

| № | Наименование насоса | Тип или марка | Q, м³/ч |
|---|-----------------------------|---------------|---------|
| 1 | Насос центробежный Grundfos | JP-6 | 4,0 |
| 2 | Насос центробежный Grundfos | CRN10-7 | 9,5 |
| 3 | Насос центробежный ХМ | ХМ 80-50-200К | 50 |

Таблица 2

Фильтрующие элементы

| № | Наименование фильтрующего элемента | D, мм | t, мм |
|---|------------------------------------|-------|-------|
| 1 | ФЭЛ ТС-0,2-141-4-Н | 110 | 0,2 |
| 2 | ФЭЛ ТС-0,05-21-4-Н | 50 | 0,05 |
| 3 | ФЭЛ ТС-1,0-824-4-Н | 154 | 1,0 |

Испытательная среда (водопроводная вода) в режиме циркуляции пропусклась через испытательную камеру с установленным в ней фильтрующим элементом. В качестве испытательных были использованы каркасно-проволочные фильтрующие элементы ТЭКО-СЛОТ (ФЭЛ ТС) различных диаметров и с различным рейтингом фильтрации (шириной щели) (таблица 2).

Фильтрующий элемент ФЭЛ ТС представляет собой жесткую и прочную сварную конструкцию, выполненную из треугольной проволоки. Проволока по спирали наматывается на направляющие и в каждой точке пересечения с ними приваривается контактной сваркой. Навивка происходит на специальной автоматической сварочной машине. Ширина щели фильтрующего элемента определяется заданным шагом навивки (рис. 2).

Первая серия гидравлических испытаний проводилась на чистой испытательной среде. В последующих сериях испытаний в поток вводились различные типы механических загрязнений (песок, осколки ионообменной смолы, измельченные камушки и т. п.).

В процессе испытаний фиксировались следующие данные:

- расход среды через камеру;
- давление на входе в камеру;

- давление на выходе из камеры;
- степень загрязнения ФЭЛ (визуально);
- наличие «проскока» загрязнений в фильтрат.

Все полученные результаты внесены в протоколы, на основании которых были построены графические зависимости.

Отдельно проводилась серия опытов с имитацией полного заноса части фильтрующей поверхности. Для этого специальной клейкой лентой производилось перекрытие щелей в соотношении 20, 50, 70 (75) % от общей площади. Далее производилось пропускание чистой испытательной среды, и снимались те же параметры. По результатам, так же построены графики.

Для проведения последней части работы был изготовлен полноразмерный макет фильтра ФМО. Проработан алгоритм работы аппарата. Изготовлен шкаф управления с возможностью работы в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Проведены испытания автоматического срабатывания задвижек и переключения режимов работы фильтра:

- включение в работу;
- рабочий ход (фильтрация);
- обратная промывка;
- аварийная ситуация;
- останов.

Результаты: Проведенные исследования позволили определить ряд важнейших параметров: гидравлическое сопротивление ФМО с различным рейтингом фильтрации; зависимость перепада давления на фильтре от расхода среды в различных состояниях фильтрующего элемента. Удалось определить, что расположение не оказывает значительного влияния на качество отмывки поверхности ФЭЛ. Были

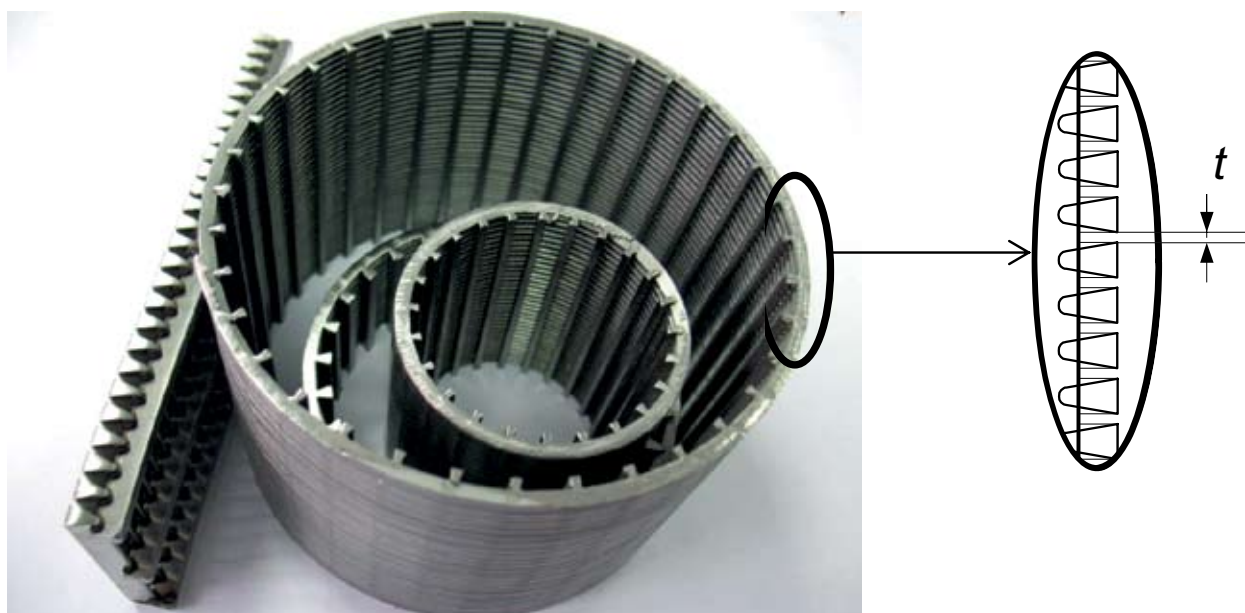


Рис. 2. Каркасно-проволочная конструкция ТЭКО-СЛОТ.



Рис. 3. Ход испытаний ФЭЛ без перекрытия рабочей поверхности.



Рис. 4. Фильтрующий элемент с перекрытой поверхностью (фото)

определены оптимальные скорости движения среды в щели фильтрующего элемента, а также соотношения диаметра ФЭЛ, диаметра корпуса аппарата и площади живого сечения ФЭЛ. Кроме того, удалось убедиться в том, что конструкция фильтрующих элементов ТЭКО-СЛОТ обеспечивает высокую степень (до 99%) задержания взвешенных частиц заданной степени крупности. При этом сам ФЭЛ ТС остается недеформированным, даже при значительных перегрузках, связанных с заносом поверхности фильтрации. Обратная промывка чистой средой происходит быстро и качественно удаляет все задержанные загрязнения.

Для определения технических характеристик ФМО разработаны соответствующие расчеты.

Так расчет грязеемкости ФМО, кг/ч, производится по формулам вида:

$$m_{160} = ((m_z * 1000) * k / 100) * Q$$

где m_{160} — часовая грязеемкость рабочего объема жидкости;

m_z — количество взвешенных веществ мг/л (анализ воды);

k — коэффициент улавливания взвешенных веществ, %;

Q — производительность фильтра л/ч.

Удельный объем жидких загрязнений, л/ч, считается по формуле:



Рис. 5. Действующий макет фильтра со шкафом управления.

$$V_y = m_{160}/\rho$$

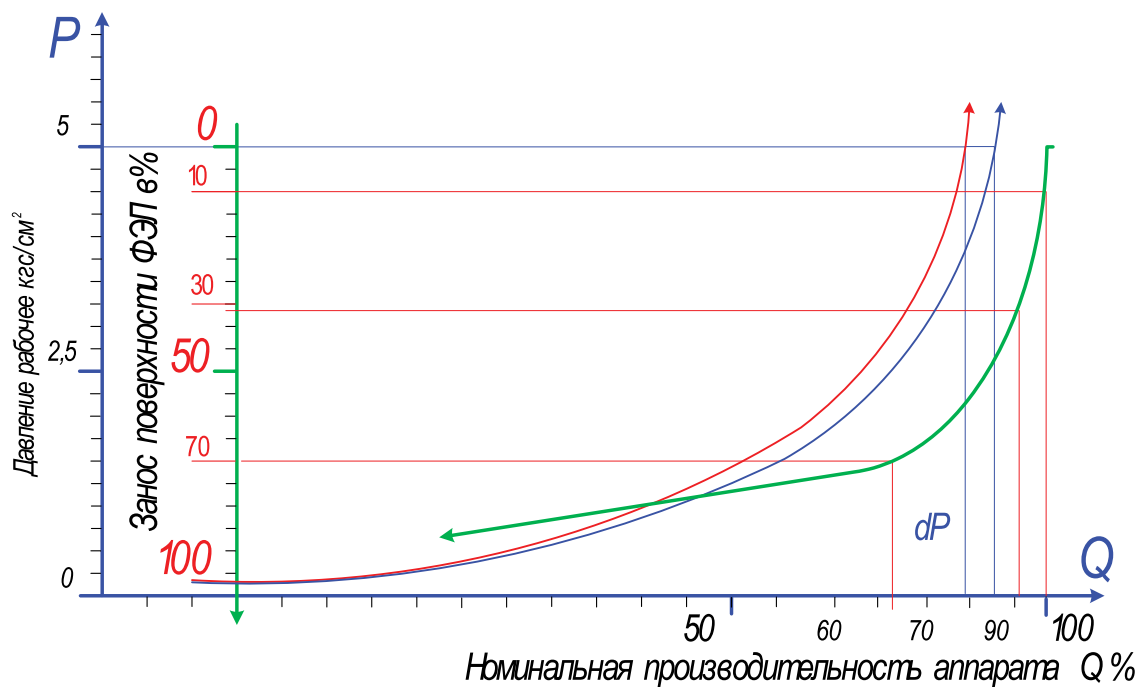
где V_y — удельный объем жидких загрязнений, л/ч,
 ρ — средняя плотность влажных жидких загрязне-
 ний, кг/л.

Время заполнения жидкими загрязнениями кубовой
 части ФМО, ч, считается по формуле:

$$t = V_{зч}/V_y$$

где $V_{зч}$ — объем грязевой части приемной камеры
 ФМО.

Благодаря полученным данным разработана линей-
 ка стандартных фильтров ФМО с производительностью
 от 10 до 1000 м³/ч всего лишь в трех габаритных испол-
 нениях. Также большое значение имеют полученные
 положительные результаты по автоматизации работы
 ФМО. Универсальным шкафом управления может быть
 укомплектован любой аппарат из разработанной линей-
 ки или нестандартный фильтр.



Условные обозначения

- Давление на входе ФМО
- Давление на выходе из ФМО
- Производительность ФМО при максимально допустимых заносах ФЭП загрязнениями
- Область падения давления при чистых ФЭП

Рис. 6. Графики, полученные в результате испытаний.

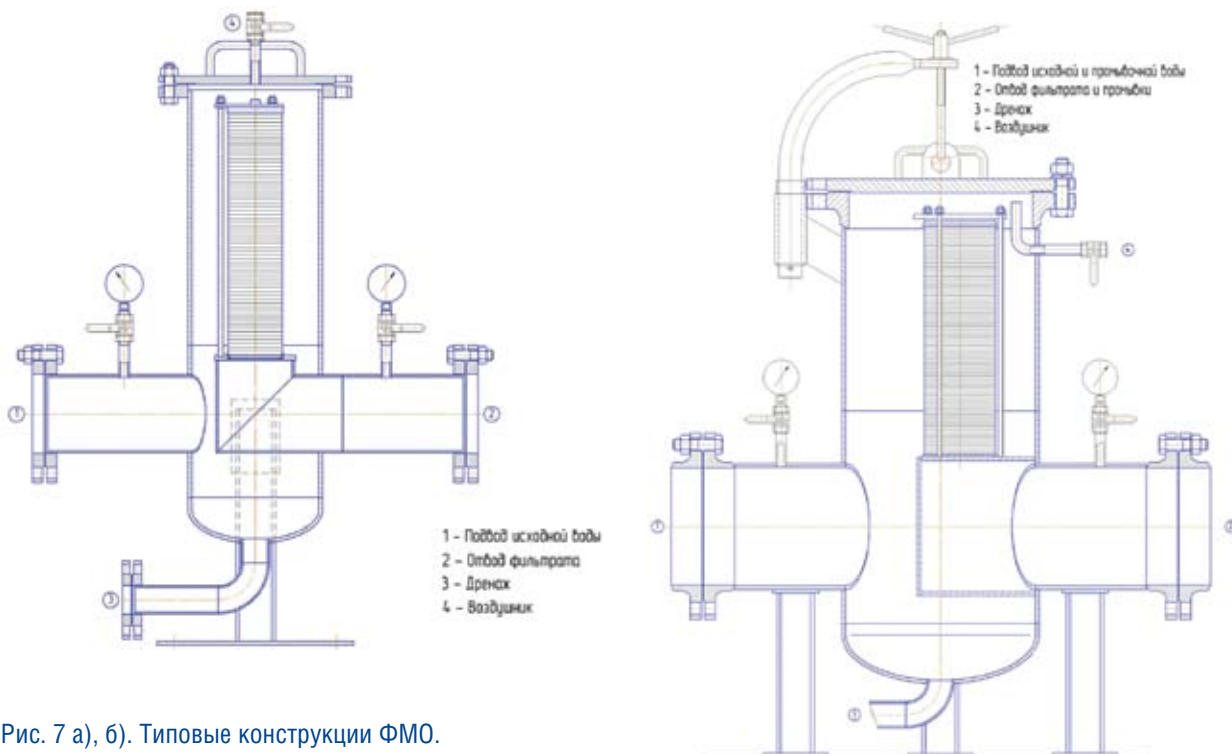


Рис. 7 а), б). Типовые конструкции ФМО.

Полученные результаты уже реализованы в готовой продукции предприятия «ТЭКО-ФИЛЬТР». Более 20 фильтров ФМО различного назначения изготовлено и отгружено заказчикам.

Сейчас ведется сбор информации с действующих объектов (это горнодобывающие производства, системы подготовки технической и питьевой воды, тепловые

сети, конденсатоочистка и др.). Данная продукция является востребованной и в связи с ростом цен на зарубежные аналоги. При этом технические характеристики оборудования и уровень качества полностью соответствуют мировым стандартам. Считаем, что данные разработки найдут широкое применение в промышленной водоподготовке.

