

## ИССЛЕДОВАНИЯ И НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТЕЙ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Вода и водные растворы являются основой многих технологических процессов в промышленности. Вода также используется для растворения различных веществ, приготовления растворов, мойки и чистки поверхностей, охлаждения узлов и агрегатов, транспорта веществ и т.д. Незаменима вода и в секторе ЖКХ. Использование воды в промышленности или в быту приводит к изменению ее химического состава и, как правило, вносит в нее загрязнения, которые делают невозможным ее дальнейшее использование без специальной очистки.

Одними из наиболее часто встречающихся загрязнений являются так называемые взвешенные вещества, или механические примеси. Они

могут присутствовать в поверхностных источниках воды, могут образовываться внутри водопроводных сетей или при использовании воды в технологическом процессе, к ним относятся: окалина, стружка, остатки продуктов растворения, коррозионные процессы и т.д. Механические примеси могут представлять опасность для систем водоснабжения, так как могут привести к повреждению арматуры и оборудования (насосов, теплообменников, форсунок, запорной арматуры и т.д.). Также загрязнения могут попасть в конечный продукт производства, снижая его качество.

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

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

Применяются также комбинированные методы, при которых используются последовательно сразу два или три способа очистки.

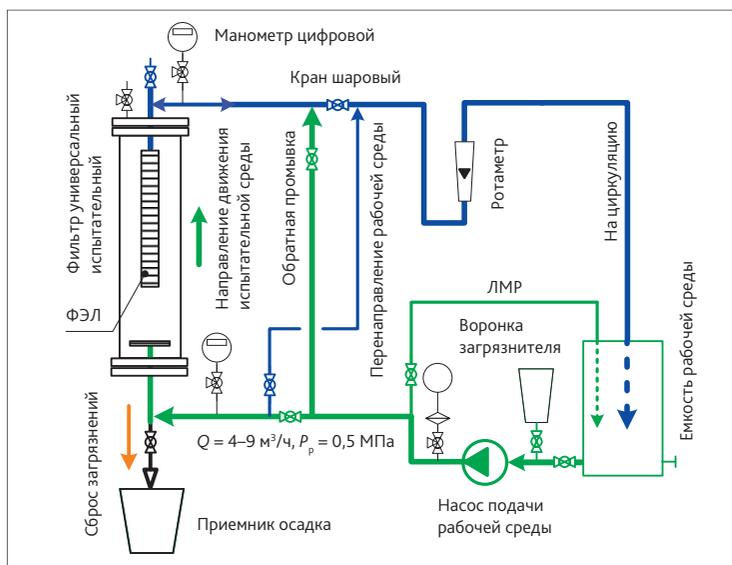


Рис. 1. Схема испытательного стенда

Группой НИОКР нашей компании была проведена исследовательская работа, целью которой являлась выработка оптимального решения по компоновке аппарата – фильтра механической очистки (ФМО). Результаты данной работы используются для разработки новой конструкции фильтров.

Основными задачами исследовательской работы были:

1. Получение гидравлических характеристик фильтров на базе фильтрующих элементов каркасно-проволочной конструкции 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 видеосъемку. Для обеспечения различной производительности каждая серия опытов выполнялась с соответствующим насосом (табл. 1).

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 различных диаметров и с различным рейтингом фильтрации (шириной щели) (табл. 2).

Фильтрующий элемент 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).

Для первой серии гидравлических испытаний применялась чистая испытательная среда. В последующих сериях испытаний в поток вводились различные типы механических загрязнений (песок, осколки ионообменной смолы, измельченные камушки и т.п.).

Таблица 1  
Производительность насосов для испытания

№	Тип насоса	Q, м <sup>3</sup> /ч
1	Центробежный	4,0
2	Центробежный	9,5
3	Центробежный	50



Рис. 2. Каркасно-проволочная конструкция фильтрующего элемента

Таблица 2  
Фильтрующие элементы

№	Наименование фильтрующего элемента	Диаметр элемента D, мм	Ширина щели 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

В процессе испытаний фиксировались следующие данные:

- расход среды через камеру;
- давление на входе в камеру;
- давление на выходе из камеры;
- степень загрязнения фильтрующего элемента (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 выполнялось пропускание чистой испытательной среды, и снимались те же параметры. По результатам также построены графики.

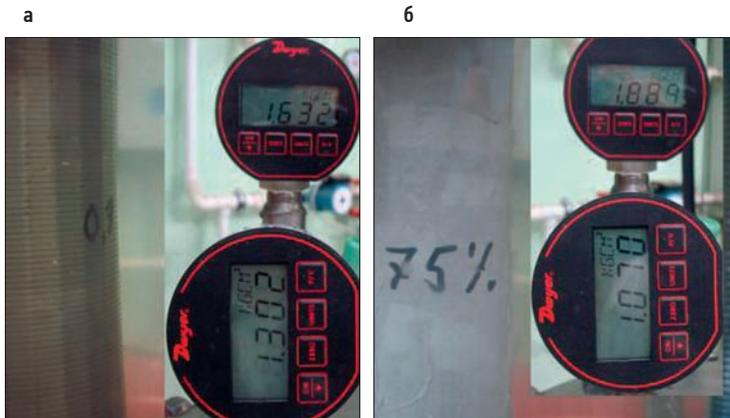


Рис. 3. Ход испытаний фильтрующих элементов: а – без перекрытия рабочей поверхности; б – с перекрытой поверхностью



Рис. 4. Фильтр ФМО со шкафом управления

Для проведения последней части работы был изготовлен полноразмерный макет фильтра ФМО. Проработан алгоритм действия 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;
- остановка.

### 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 ФЭЛ. Удалось определить, что расположение не оказывает значительного влияния на качество отмытки поверхности ФЭЛ. Были определены оптимальные скорости движения среды в щели ФЭЛ, а также соотношения диаметра ФЭЛ, диаметра корпуса аппарата и площади живого сечения ФЭЛ. Кроме того, удалось убедиться в том, что конструкция фильтрующих элементов 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. В процессе обработки результатов исследования определялись грязеемкость ФМО, удельный объем жидких загрязнений, время заполнения жидкими загрязнениями кубовой части ФМО по следующим формулам

$$m_{t60} = ((m_z \cdot 1000) \cdot k/100) \cdot Q,$$

- где
- $m_{t60}$  – часовая грязеемкость рабочего объема жидкости, кг/ч,
  - $m_z$  – количество взвешенных веществ мг/л (анализ воды),
  - $k$  – коэффициент улавливания взвешенных веществ, %,
  - $Q$  – производительность фильтра, л/ч;

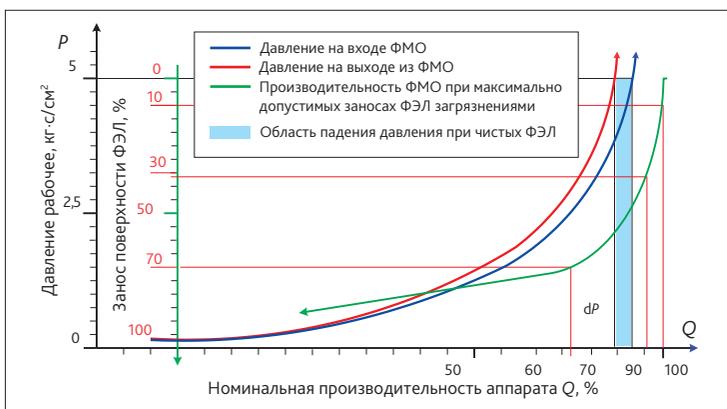


Рис. 5. Графики, полученные в результате испытаний

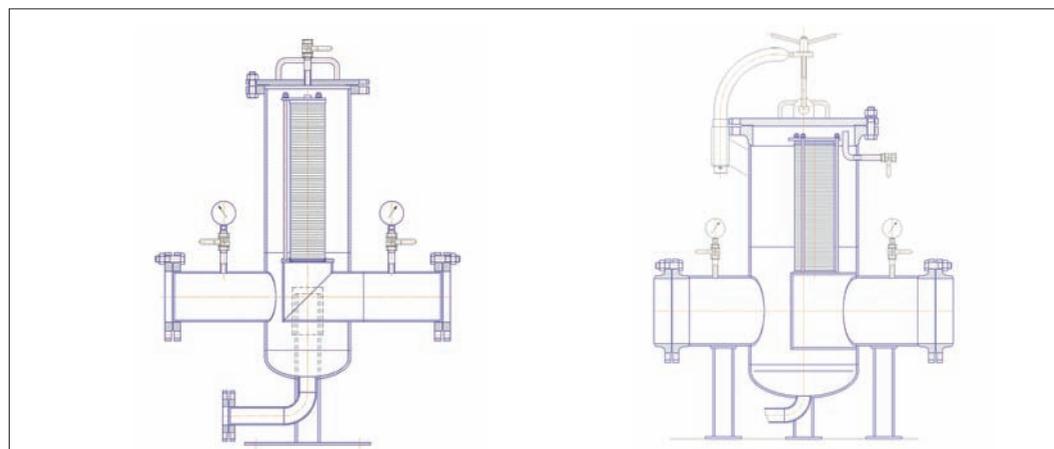


Рис. 6. Типовые конструкции ФМО



Рис. 7. Внешний вид ФМО

$$V_y = m_{\text{т60}} / \rho,$$

где

$V_y$  – удельный объем жидких загрязнений, л/ч,  
 $\rho$  – средняя плотность влажных жидких загрязнений, кг/л;

$$t = V_{\text{гч}} / V_y,$$

где

$t$  – время заполнения жидкими загрязнениями кубовой части ФМО, ч

$V_{\text{гч}}$  – объем грязевой части приемной камеры ФМО.

Благодаря полученным данным разработана линейка стандартных фильтров ФМО с производительностью от 10 до 1000 м<sup>3</sup>/ч всего лишь в трех габаритных исполнениях. Также большое значение имеют полученные положительные результаты

автоматизации работы ФМО. Универсальным шкафом управления может быть укомплектован любой аппарат из разработанной линейки или нестандартный фильтр.

Полученные результаты уже реализованы в готовой продукции – изготовлено более 20 фильтров ФМО различного назначения.

В настоящее время проводится сбор информации с действующих объектов (горнодобывающие производства, системы подготовки технической и питьевой воды, тепловые сети, конденсатоочистка и др.). Выпускаемая продукция является востребованной и в связи с ростом цен на зарубежные аналоги. Данные разработки найдут широкое применение в промышленной водоподготовке.

*Материал предоставлен  
 ООО «ПП «ТЭКО-ФИЛЬТР»».*