

УДК 677.023

**РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОД
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ**

**DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGY OF WATER PURIFICATION
USING TUBULAR TEXTILE FILTERS**

*Л.Я. СУХОТЕРИН, А.А. КАЛМЫКОВ, И.Н. ПАНИН, А.И.ПАНИН, О.В.КАЩЕЕВ
L.YA. SUHOTERIN, A.A. KALMYKOV, I.N. PANIN, A.I. PANIN, O.V. KASHCHEEV*

**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
Димитровградский инженерно – технологический институт – филиал
Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ")**

Рассмотрены вопросы очистки сточных вод с использованием новой технологии с применением высокоэффективных трубчатых текстильных фильтров.

The questions of sewage purification using new technology with application of highly effective tubular textile filters have been considered.

Ключевые слова: новая технология, очистка вод, текстильные фильтры, вода.

Keywords: a new technology, water purification, textile filters, water.

До настоящего времени считалось, что одним из наиболее эффективных способов осветления, обезжелезивания, доочистки сточных вод (после биологической очистки) является ее фильтрация через слои засыпных зернистых фильтрующих материалов с различными физико-химическими свойствами. Объемное фильтрование с задержанием примесей в капиллярно-пористой структуре зернистых материалов пока не имело альтернативы, однако оно не обеспечивает очистки вод с высоким содержанием загрязнений во взвешенном состоянии, слабо управляемо и довольно затратно. Целью данной работы является разработка новой технологии очистки больших объемов вод с использованием трубчатых текстильных фильтров.

Известно [1], что рейтинг многослойного фильтрования воды на засыпных зернистых фильтрах составляет около 140 мкм, что вполне соответствует требованиям, предъявляемым к фильтрам первичного осветления. Принято считать, что если мутность исходной воды составляет более 3,0 мг/л, то технология водоподготовки должна начинаться с многослойного фильтрования. Однако для осветления вод с высоким содержанием загрязнений, находящихся во взвешенном состоянии, рейтинг фильтрования должен быть не более 1...2 мкм, что зернистые фильтры обеспечить не могут. Поэтому разработка новых высокоэффективных технологий очистки

вод с использованием дешевых, доступных материалов является актуальной задачей.

Учитывая то, что в природных водах во взвешенном состоянии могут находиться микрочастицы глины, ила, гидроксид железа, марганца и т.д., а при доочистке сточных вод в них могут содержаться колонии микрофлоры, планктон и т.д., загрузка объемных зернистых фильтров строго регламентируется как по толщине слоев загрузки, так и по ее составу. Толщина слоев засыпки и размеры частиц во фракциях, которой служат кварцевый песок, гравий, мелкий гранитный щебень, антрацит или керамзит, обуславливают скорость прохождения воды через загрузку, то есть скорость фильтрования. Следует отметить, что чаще всего подобные фильтры (аэрируемые) применяются на станциях обезжелезивания воды.

Однако эффективность очистки воды в данных фильтрах по БПК не превышает 50%, а по взвешенным частицам и веществам – 70%.

Основными недостатками существующей технологии, кроме невысокой эффективности очистки воды, являются высокая себестоимость и слабая управляемость процессом. Высокая себестоимость очистки одного м³ воды обусловлена большими затратами на приобретение загрузки, ее доставку к месту использования, саму загрузку в фильтры фильтрующих компонентов (послойной загрузки гравия, мраморной крошки, кварцевого песка и т.д.), а

также большими энергозатратами на проведение регенерации (многократное включение электродвигателей насосов для прокачки воды или воздуха). Себестоимость очистки одного кубометра воды на засыпных фильтрах для различных регионов страны колеблется в широких пределах и не может быть снижена из-за высоких цен

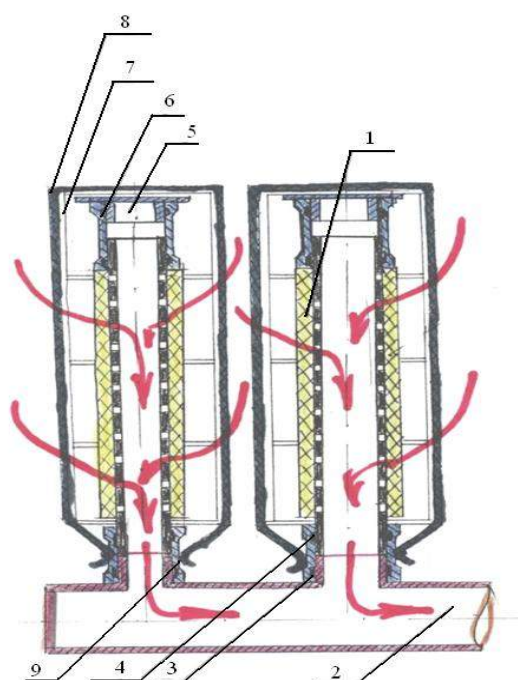


Рис. 1

На рис. 1 показана схема фильтровальной установки с вертикальным расположением фильтров-картриджей на едином сборном коллекторе, где 1 – фильтр (ТТФ); 2 – коллектор; 3 – муфта нижняя; 4 – резиновое кольцо; 5 – заглушка; 6 – муфта верхняя; 7 – каркас; 8 – тканый фильтр; 9 – завязка, а на рис. 2 показан вид установки сверху.

Установка включает картриджи со слоисто-каркасной намоткой полипропиленовых мультифиламентных нитей линейной плотности от 80 до 330 текс, причем сожмнутая структура намотки [2] обеспечивает максимальную плотность намотки нитей на перфорированные патроны, а следовательно, минимальные размеры пор фильтровальной перегородки – 2...5 мкм.

на сырье, транспортные расходы и тарифов на электроэнергию.

Наиболее простым и эффективным, по нашему мнению, способом промышленной очистки бытовых, а также доочистки сточных вод является использование трубчатых текстильных фильтров (ТТФ) "Пантекс", формируемых на базе мотальных паковок специального назначения.

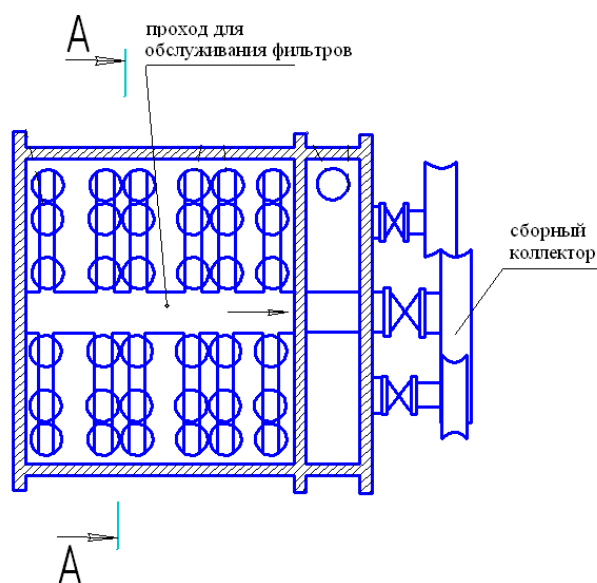


Рис. 2

Фильтрация воды осуществляется по порам между нитями и межволоконному пространству, а вследствие большой площади поверхности трилобальных волокон (в сечении они имеют форму звездочек) и высокой их сорбционной способности на фильтровальной перегородке осаждаются микрочастицы размером от 1 до 4 мкм.

Производительность фильтровальной установки задается количеством и размерами картриджей 1, размещаемым на едином сборном коллекторе 2 соединительными кольцами 4. Верхняя муфта 6 с заглушкой 5 исключают проникновение грязной воды в коллектор минуя фильтровальную перегородку. В отдельных случаях, когда в воде во взвешенном состоянии находятся органические вещества, такие

как планктон, колонии микрофлоры, полисахариды в виде фибриллярных коллоидов и т.д., а также крупные загрязняющие элементы, для увеличения времени работы картриджей применяют предочистку воды с помощью тканых фильтров в виде рукавов, натянутых на проволочный каркас 7.

При использовании для очистки воды трубчатых текстильных фильтров полностью отпадает необходимость в засыпных фракциях зернистых фильтров, а следовательно, и резко снижаются затраты на промывку фильтров. Вертикальное "рядное" расположение картриджей на сборном коллекторе (с муфтовым соединением) обеспечивает легкий доступ к любому из картриджей, а следовательно, упрощается контроль за степенью загрязнения фильтровальных перегородок, их замена при необходимости на новые, то есть упрощается вся система обслуживания установки и контроль за ходом процесса очистки воды.

Осаждение взвешенных частиц за счет гравитации снижает нагрузку на фильтровальные перегородки картриджей, но требует периодической очистки межрядного пространства фильтра от осадка.

Требуемая скорость фильтрации и производительность фильтровальной установки может обеспечиваться монтажом расчетного числа картриджей на сборном коллекторе и варьироваться в широких пределах.

Расход воды, проходящей через пористую перегородку намотки в единицу времени, определяется по формуле:

$$Q = \frac{2\pi N k_{\phi} h_{\text{гн}}}{\ln \frac{r_{\text{н}}}{r_0}}, \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad (1)$$

где N – высота намотки фильтра (картриджа), м; k_{ϕ} – коэффициент фильтрации воды, м/с (зависит от плотности намотки нитей и толщины намотки); $h_{\text{гн}}$ – гидравлический напор на наружной поверхности

пористой перегородки, м; $r_{\text{н}}$ – текущий радиус намотки пористой перегородки, м; r_0 – радиус патрона, на который намотана пористая перегородка, м.

Скорость фильтрации воды, проходящей через ТТФ:

$$v = \frac{Q}{F}, \quad (2)$$

где F – внешняя поверхность фильтра, м².

Объем отфильтрованной воды, прошедшей через фильтр за время t :

$$V = Qt. \quad (3)$$

Таким образом, анализ формул (1)...(3) показывает, что при разработке и внедрении новой технологии очистки воды, альтернативной зернистым засыпным фильтрам, необходимо учитывать не только габаритные размеры и объемы емкостей для размещения фильтров-картриджей, но и параметры структуры намотки фильтровальных перегородок (пористость, проницаемость), а именно результирующий показатель – коэффициент фильтрации k_{ϕ} , а также размеры картриджей.

Экспериментальные исследования по использованию новой технологии очистки воды, проводимые на очистных сооружениях ОАО "Номатек", показали, что себестоимость очистки одного кубометра сточных вод снизилась в 0,5...2,5 раза по сравнению с традиционной (засыпной), а возврат картриджей на смену намотки после их загрязнения с закупоркой пор также удешевляет процесс очистки. Показатели результатов очистки воды сведены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что качественные показатели состава воды после прохождения ее через фильтр с картриджами значительно улучшаются и доводятся до требуемых нормативных показателей СанПин.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Показатели	Исходная вода	Вода перед установкой фильтра	Вода после установки фильтра
1. Бактериологические показатели				
1.1	Коли-индекс	менее 3		менее 3
1.2	ОМЧ	0		0
2. Санитарно-химические показатели				
2.1	Запах	1 б неопред.	1 б неопред.	0
2.2	Привкус	2 б железит	2 б железит	1 б железит
2.3	Цветность	7 ⁰	10 ⁰	7 ⁰
2.4	Мутность	10,4	10,5	0
2.5	РН	8,0	8,4	8,0
2.6	Азот аммиака	0,54	0,54	0,03
2.7	Нитриты	0,048	0,048	0,05
2.8	Нитраты	0,52	0,17	0,15
2.9	Сухой остаток	465,2	470,0	299,6
2.10	Общая жесткость	8,0	8,0	7,5
2.11	Хлориды	137,5	136,5	140,0
2.12	Железо	2,6	2,5	0,12
2.13	Медь	0,22	0,22	нет
2.14	Цинк	нет	нет	нет
2.15	Мышьяк	нет	нет	нет
2.16	Свинец	нет	нет	нет
2.17	Фтор	0,42	0,68	0,12
2.18	Марганец	0,23	0,22	0,1

ВЫВОДЫ

1. Существующие технологии очистки воды на засыпных зернистых фильтрах не в полной мере удовлетворяют требованиям производства по качеству очистки вод и актуальным является вопрос разработки новых высокоэффективных технологий.

2. Наиболее простой, эффективной, управляемой и дешевой следует считать технологию промышленной очистки бытовых и доочистки сточных вод с использованием трубчатых текстильных фильтров с вертикальным их расположением на сборных коллекторах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко В.И. Повышение эффективности многослойного фильтрования воды // Мембраны. Критические технологии. – 2006, №3 (31). С. 25.
2. Панин И.Н. О бобинах спиралевидной структуры намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №4.
3. Николаев С.Д., Зайцев В.П., Панин И.Н. О тонкости очистки фильтра и производительности трубчатых текстильных фильтров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №5.

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.04.12.