

# Изучение свойств различных фильтрационных материалов производства ГК «Обнинские Фильтры» при очистке гидравлических масел

Астахов Е.Ю., к.х.н., генеральный директор, ГК «Обнинские Фильтры»  
Астахова А.Ю., к.б.н., рук. отдела промышленной фильтрации, ГК «Обнинские Фильтры»  
Панкратов А.А., зам. рук. отдела промышленной фильтрации, ГК «Обнинские Фильтры»  
Городец С.В., вед. специалист отдела промышленной фильтрации, ГК «Обнинские Фильтры»

Группа компаний «Обнинские Фильтры» (далее — ГК «Обнинские Фильтры») более 30 лет разрабатывает и производит новые фильтрующие материалы, осваивает современные методы очистки жидкостей и газов, занимается инжинирингом, консалтингом, ведет научные изыскания в области материаловедения и технологий для микрофильтрации. В настоящее время нашим предприятием на основе собственных НИОКР осуществляется выпуск инновационных пористых материалов — поропластов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ марки Ф-4, ГОСТ 10007-80) и сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Об их свойствах, преимуществах и областях применения рассказывается в статье.

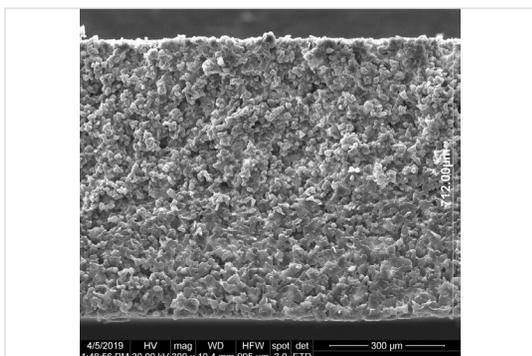


Рис. 1. Электронно-микроскопическая фотография пористой пленки из СВМПЭ



Рис. 2. Фильтроэлементы на основе СВМПЭ

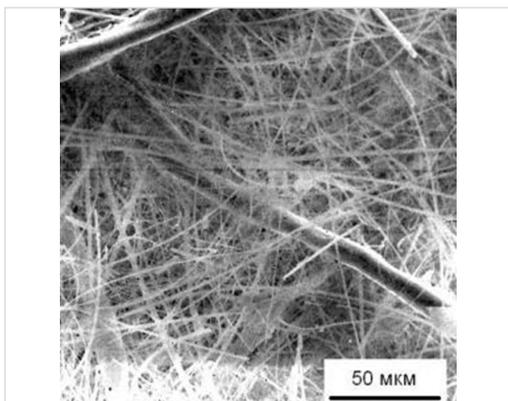


Рис. 3. Электронно-микроскопическая фотография композитного материала ЭКОСТЕК на основе субмикронного стекловолокна



Рис. 4. Фильтроэлементы ЭКОСТЕК

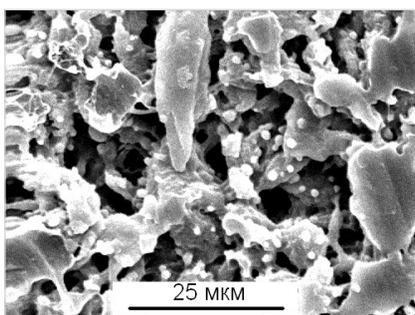


Рис. 5. Электронно-микроскопическая фотография пористой пленки на основе фторопласта-4



Рис. 6. Фильтроэлементы на основе ПТФЭ

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой описаны способы очистки магистрального газа, попутного нефтяного газа (ПНГ), а также рассказывается о применении фильтров из ПТФЭ для очистки трансформаторных, промышленных и турбинных масел.

В этой статье мы рассмотрим применение полимерных фильтрационных материалов производства нашей фирмы при очистке гидравлических масел.

Подбор типа фильтрационного материала должен основываться на виде фильтруемой среды и физической природе загрязнителя. Масло по своей природе является сложной коллоидной системой, в которой загрязнения могут представлять собой как твердые механические включения, так и коллоидные частицы, имеющие аморфную структуру.

Для разных типов загрязнений мы можем предложить несколько типов фильтрующих материалов, различающихся по своей структуре. При выборе материалов фильтроэлементов следует ориентироваться не только на заявленный рейтинг фильтрации, но и на вид фильтрационного материала, так как в зависимости от его структуры эффективность фильтрации при одном и том же рейтинге может значительно отличаться для различных типов загрязнений. Рейтинг фильтрации определяется по эффективности удержания твердых механических загрязнений и существенно отличается при работе с коллоидными загрязнениями. Например, твердая частица размером 10 мкм практически со 100 % вероятностью будет задержана фильтром с рейтингом 5 мкм с заявленной эффективностью фильтрации не менее 99 %. Однако коллоидная частица с аморфной структурой, имеющая в спокойном состоянии размер 10 мкм, под давлением может иметь длинную нитеобразную форму и спокойно пройти сквозь тот же 5-микронный фильтр. Данные процессы хорошо иллюстрируются результатами исследований, проведенных при фильтрации гидравлических масел тремя различными по структуре фильтрационными материалами.

Фильтрационный материал может подразделяться на 3 типа:

- фильтры с гранулированной структурой (рис. 1). В данном случае представлены фотографии, сделанные электронным микроскопом матрикса фильтроэлементов на основе СВМПЭ. Из этого материала производятся фильтры глубинного типа,

с толщиной фильтрационной перегородки 18 мм, с рейтингами фильтрации от 1 до 50 мкм и гофрированного типа на основе инновационной разработки нашего предприятия — пористой пленки из СВМПЭ с рейтингами фильтрации от 2 до 20 мкм толщиной около 1 мм (рис. 2);

- фильтры с волокнистой структурой (рис. 3). На фото фильтрационный материал представляет собой волокнистую пористую композиционную пленку на основе стеклянного субмикронного волокна разного диаметра, закрепленного в целлюлозном матриксе. Данный материал является основой для производства фильтроэлементов с рейтингами фильтрации от 0,5 до 5 мкм (рис. 4);
- смешанный тип структуры (рис. 5). Данная структура характерна для фильтроэлементов на основе ПТФЭ марки фторопласт-4. Из данного полимера производятся фильтры глубинного типа, с толщиной фильтрационной перегородки от 11 до 22 мм, с рейтингами фильтрации от 0,2 до 20 мкм, а также гофрированные фильтры на основе инновационной разработки нашего предприятия — пористой пленки из ПТФЭ с рейтингами фильтрации от 0,5 до 5 мкм толщиной около 0,3 мм (рис. 6).

Что касается самих полимеров, описанных выше, то ПТФЭ — наиболее термохимически стойкий полимер. Он выдерживает воздействие любых растворителей даже при повышенных температурах. Диапазон рабочих температур изделий из пористого ПТФЭ находится в пределах от температуры жидкого азота -193 до +160 °С [2, 3].

СВМПЭ по химической стойкости приближен к фторопласту-4 (рабочий диапазон рН 1–14), однако рабочая температура материала лежит в диапазоне от -60 до 100 °С. При этом данный материал обладает уникальной механической прочностью (для полимеров), что позволяет проводить фильтрацию при высоких перепадах давления и использовать элементы из СВМПЭ [4, 5].

Результаты фильтрации гидравлического масла марки HVLP46, проведенной в ООО «Международный испытательный центр по горюче-смазочным материалам» (г. Москва), наглядно демонстрируют существенные отличия в эффективности применения различных материалов с одинаковыми рейтингами фильтрации (табл. 1–4).

Исходя из приведенных данных видно, что фильтроэлементы с гранулированной структурой целесообразно применять только для удаления твердых механических частиц, так как они практически не влияют на улучшение класса чистоты гидравлического масла. Это связано с тем, что гладкая структура пор фильтроэлементов не позволяет эффективно задерживать коллоидные загрязнения, которые в основном присутствуют в масле и влияют на его классность.

Наиболее эффективны при очистке гидравлического масла, как показали результаты испытаний, фильтрующие элементы с волокнистой и смешанной структурой материала.

Таким образом, применение фильтроэлементов на основе ПТФЭ и стекловолокна ЭКОСТЕК дает наилучший класс очистки по NAS 1638 — 4 класс.

Однако если стоит задача отделить в основном твердые механические частицы, то в этом случае целесообразно использовать

Табл. 1. Распределение количества частиц по размерам после фильтрации гидравлического масла на фильтроэлементах из пористой пленки на основе СВМПЭ с рейтингом фильтрации 5 мкм

2 мкм	5 мкм	10 мкм	15 мкм	20 мкм	25 мкм	50 мкм	100 мкм
55 041	8 158	694	85	14	13	2	0
64 007	8 966	808	114	29	15	2	0
ГОСТ 17216: >12 (>2, >12, 10, 8, 8, 0)			NAS 1638: 9 (9, 5, 5, 4, 0)			ISO 4406: 20/17/11	

Табл. 2. Распределение количества частиц по размерам после фильтрации гидравлического масла на фильтроэлементах из пористой пленки на основе СВМПЭ с рейтингом фильтрации 5 мкм с последующей фильтрацией на фильтроэлементах ЭКОСТЕК с рейтингом фильтрации 1 мкм

2 мкм	5 мкм	10 мкм	15 мкм	20 мкм	25 мкм	50 мкм	100 мкм
14 340	972	98	45	14	10	0	0
15 479	1 139	167	69	24	10	0	0
ГОСТ 17216: 10 (>2, 10, 8, 7, 0, 0)			NAS 1638: 6 (6, 4, 4, 0, 0)			ISO 4406: 18/14/10	

Табл. 3. Распределение количества частиц по размерам после фильтрации гидравлического масла на фильтроэлементах ЭКОСТЕК с рейтингом фильтрации 1 мкм с последующей фильтрацией на фильтроэлементах из пористой пленки на основе ПТФЭ с рейтингом фильтрации 1 мкм

2 мкм	5 мкм	10 мкм	15 мкм	20 мкм	25 мкм	50 мкм	100 мкм
577	147	47	44	6	2	0	0
823	246	99	52	8	2	0	0
ГОСТ 17216: 7 (>2, 7, 7, 5, 0, 0)			NAS 1638: 4 (3, 4, 2, 0, 0)			ISO 4406: 14/12/10	

Табл. 4. Распределение количества частиц по размерам после фильтрации гидравлического масла на фильтроэлементах из пористой пленки на основе ПТФЭ с рейтингом фильтрации 1 мкм

2 мкм	5 мкм	10 мкм	15 мкм	20 мкм	25 мкм	50 мкм	100 мкм
6 713	1 721	297	89	33	14	1	0
8 868	2 155	434	137	48	15	1	0
ГОСТ 17216: 11 (>2, 11, 10, 8, 7, 0)			NAS 1638: 7 (7, 5, 5, 3, 0)			ISO 4406: 17/15/11	

фильтроэлементы с гранулированной структурой, к тому же данный тип фильтроэлементов может подвергаться регенерации методом отмывки проточной водой.

При наличии в фильтруемой среде коллоидных загрязнений используют фильтроэлементы с волокнистой или смешанной структурой. Как правило, фильтроэлементы с волокнистой структурой не подлежат регенерации, а фильтроэлементы со смешанной структурой подлежат частичной регенерации.

В статье описаны обобщенные решения задач по фильтрации масел. Для конкретного предприятия схема фильтрации, с учетом специфики производства, может несколько отличаться.

Специалисты ГК «Обнинские Фильтры» помогут решить фильтрационные задачи с учетом требований Заказчика и технологических особенностей производства.

#### Литература

1. Астахов Е.Ю., Астахова А.Ю., Панкратов А.А., Горобец С.В. Применение термохимически стойких фильтрующих материалов для очистки жидкостей и газов // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 4. С. 30–31.

2. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты. Л.: Химия, 1978. 232 с.
3. Chaudhuri R.G., Paria S. Dynamic contact angles on PTFE surface by aqueous surfactant solution in the absence and presence of electrolytes. Journal of colloid and interface science, 2009, Vol. 337, issue 2, P. 555–562. (In Eng).
4. Андреева И.Н., Веселовская Е.В., Наливайко Е.И. и др. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности. Л.: Химия, 1982. 80 с.
5. Du Z., Wang J., Wen S., Wang P., Zhang D., Yin C. Study on the properties of UHMW-PE film. Advances in materials physics and chemistry, 2015, Vol. 5, issue 8, P. 337–343. (In Eng).



ГК «Обнинские Фильтры»  
249030, Калужская обл., г. Обнинск,  
Киевское шоссе, 109 км  
8 (484) 396-07-08, 8 (800) 234-30-73  
filter@express-eco.ru  
www.express-eco.ru