М.А. Перова, А.А. Бугаев

СРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОСНОВАННЫХ НА СТЕКЛОВОЛОКНЕ И ТРЕКОВОЙ МЕМБРАНЕ

Санкт-Петербург, СПбГТУ

Фильтры воздуха широко используются в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Основой современных фильтров тонкой очистки воздуха (ФТОВ) является микротонкое стекловолокно (Рис. 1).

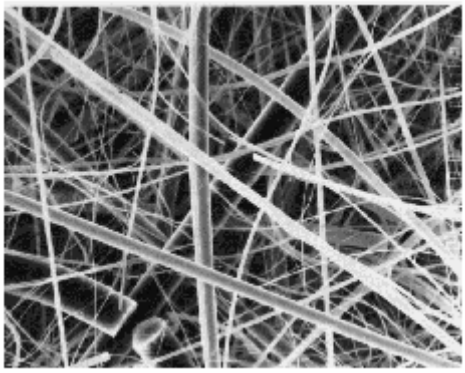

Рис. 1 Стекловолокнистый материал

Фильтры основанные на стекловолокнистом материале пришли на смену более старым фильтрам на основе ткани Петрянова, которые не в состоянии обеспечить необходимые условия обеспыливания на современном уровне из-за более крупных волокон и электростатического механизма фильтрации, который неустойчив и очень чувствителен к влажности. Кроме того, ткань Петрянова пожароопасна из-за полимерной основы и марлевой подложки

ФТОВ с фильтрующим материалом в виде стеклобумаги на основе микротонкого стекловолокна, благодаря малому диаметру (десятые доли микрон) стеклянных волокон, обеспечивают микрофильтрацию высокой степени эффективности (даже для частиц 0,1-0,5мкм). Специальные связующие исключают самоопыление фильтра частицами стекловолокна. Стекловолокнистые ФТОВ пожаробезопасны, а основное сырье - стекло, является доступным материалом.

Основные характеристикик стекловолокнистого материала:

1. Масса 1 $м^2$ материала, г	49
2. Эффективный диаметр волокон $2a_э$, мкм	1,06
3. Пористость ,%	99,7
4. Толщина фильтрующего матер иала, см	0,7
5. Скорость фильтрации, м/сек	0,127
6. Гидравлическое сопротивление,∇P	86 $н/м^2$ 86 Па
7. Эффективность по атмосферной пыли, %	70,8
по угольной пыли, %	98,

В последнее время с развитием высокоточных технологий появилась необходимость в создании «чистых помещений» (помещения в которых нормируется количество взвешенных частиц в воздухе рабочей зоны) большого объема и с высокой степенью очистки воздуха. Для создания таких помещений необходимо улучшение характеристик фильтров воздуха. ФТОВ на основе стеклобумаги не могут решить эту проблему так как имеют невысокую эфффективность фильтрации субмикронных частиц и ограничение по скорости фильтрации. При

высокой скорости потока воздуха через стеклобумагу происходит эффект «проскока» частиц пыли. Частицы не задерживаются в фильтре а пролетают сквозь него в следствии чего резко уменьшается эффективность фильтра.

Одним из способов решения этой проблемы является применение в качестве ФТОВ трековых мембран.

Трековые мембраны широко используются в медицине. Их изготовление основано на облучении полимерного материала ускоренными тяжелыми ионами, образующими в полимере латентные треки, и последующей физико-химической обработке латентных треков. Главная функциональная особенность мембран — высокая селективность фильтрации, что обеспечивает высокое качество фильтрата. Гарантия высокого качества фильтрации обеспечивается преимуществом структуры трековых мембран: гладкая поверхность (Рис. 2, а), малая толщина, строго калиброванные размеры пор цилиндрической или конусной формы (Рис. 2, б).

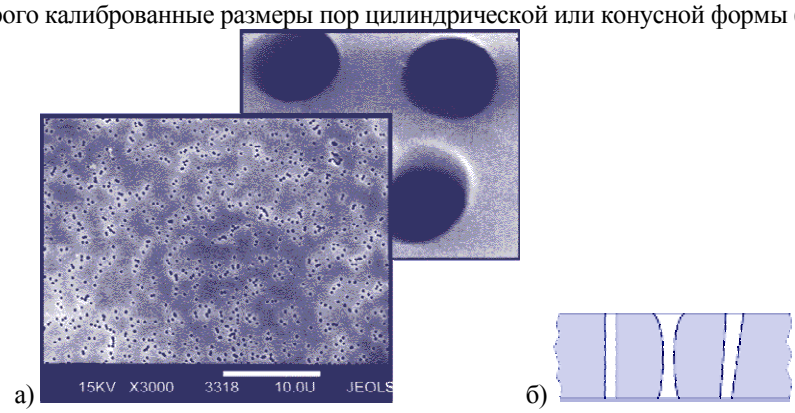

Рис. 2 а) поверхность мембраны ФОЛИПОР с диаметром пор 0,15 мкм;
б) формы пор в мембране

В отличие от ФТОВ основанных на стеклобумаге, в которых захват частиц происходит преимущественно за счет механизмов касания (частицы размером 0,3-1 мкм) и диффузии (частицы размером менее 0,3 мкм), в ТМ захват частиц происходит за счет одного ситового эффекта (частный случай эффекта касания). Ситовым называют эффект, который происходит когда размер частиц больше размера пор (Рис. 3).

Рис. 3 Наглядное изображение ситового эффекта

Область применения трековых мембран определяется функциональной способностью гарантированно задерживать на поверхности частицы с размерами, превышающими значение номинального диаметра пор мембраны. Номинальные диаметры пор мембраны составляют ряд: 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 2, 3 (мкм).

В трековых мембранах не возникает эффект проскока частиц, который наблюдается в стекловолокнистых фильтрах тонкой очистки воздуха, но может произойти разрыв мембраны, в случае если напор воздуха на мембране превысит критического значения.

В качестве материала для изготовления трековой мембраны используется полимерная пленка из лавсана (полиэтилентерефталата) или поликарбоната толщиной от 10 до 25 мкм.

Основные характеристики трековых мембран:

– диаметр пор от 0,05 до 5,0 мкм
– задаваемая дискретность по диаметру пор - 0,05 мкм
– пористость - до 15% от площади поверхности мембраны
– число пор на 1 см^2 поверхности - от 105 до 3х109 см$^{-2}$
– форма пор: цилиндр, конус, другие модификации
– расположение пор к поверхности плёнки: перпендикулярно или под углом
– распределение пор на поверхности мембраны: равномерное или в определённой конфигурации

Свойства трековых мембран:

– высокая селективность в процессе фильтрации
– биологическая инертность
– радиационная безопасность
– ровная поверхность плёнки и гладкие края пор
– низкий уровень дефектности

– малая дисперсия диаметров пор

ВЫВОДЫ

Мембрана при том же расходе имеет большее сопротивление, чем стекловолокно. Но можно с помощью ТМ обеспечить больший расход через единицу поверхности (вплоть до потери прочности). ТМ эффективно использовать там, где допустима относительно большая потеря давления, но нужен большой расход через единицу поверхности и высокая эффективность фильтрации.