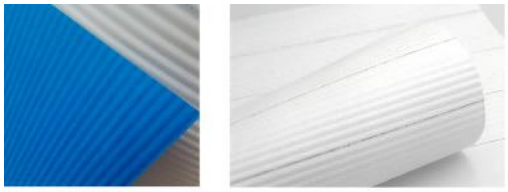
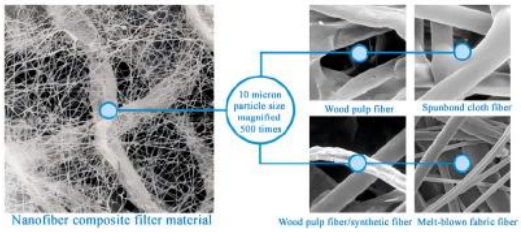
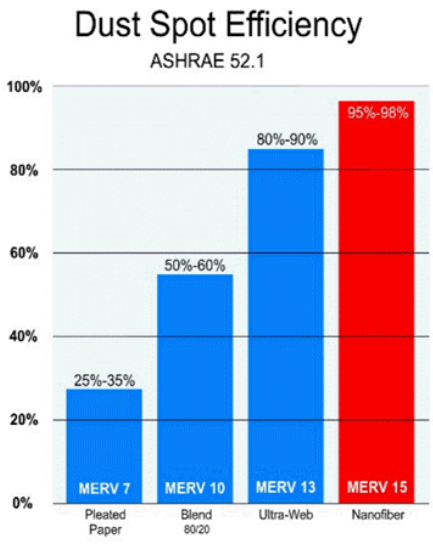
В настоящее время в мире получает распространение композитный фильтровальный материал под названием «Nanofiber» или нановолокно. В такой структуре волокно тоньше примерно в 100 раз человеческого волоса. Такие материалы обеспечивают очень большую площадь поверхности при крайне небольшой массе. Термин «нановолокно» используется для обозначения волокон, меньших или равных 0,5 мкм. Способ изготовления такого сырья для воздушных фильтров – электростатическое прядение.





Обычно считается, что эффективность фильтрации загрязняющих веществ и ростом сопротивления увеличиваются с уменьшением диаметра волокна. Это нежелательный компромисс между эффективностью фильтрации и перепадом давления. Однако при использовании нановолокон эффективность очистки воздуха выше, а падение давления ниже чем при сравнении с традиционными тканями, т. е. такой компромисс между эффективностью и падением давления более выгоден для потребителя. Согласно данным патента US11633682B2 от 25 Апреля 2023 года принцип фильтрации такого материала можно назвать как глубинно-поверхностным. В некоторых вариантах в структуре состава ткани имеются множество полимерных волокон с диаметром, по меньшей мере, равный толщине одного слоя нановолокон которые обеспечивают точки крепления для множества других нановолокон.

В некоторых вариантах тканей грубые волокна содержат по меньшей мере одно из целлюлозы, полиэстера и полиамида. В некоторых вариантах тканей один слой нановолокон находится выше слоя подложки, и при этом композитный фильтрующий материал свободен от дополнительного слоя выше по меньшей мере одного слоя нановолокон. В некоторых вариантах реализации композитный фильтрующий материал представляет собой гибридный фильтр поверхностной глубины. В некоторых вариантах структуры толщина гибридного фильтра поверхностной глубины находится в диапазоне от 4 мкм до 25 мкм. В некоторых вариантах исполнения структуры материала толщина гибридного поверхностно-глубинного фильтра составляет от 1 мкм до 5 мкм.



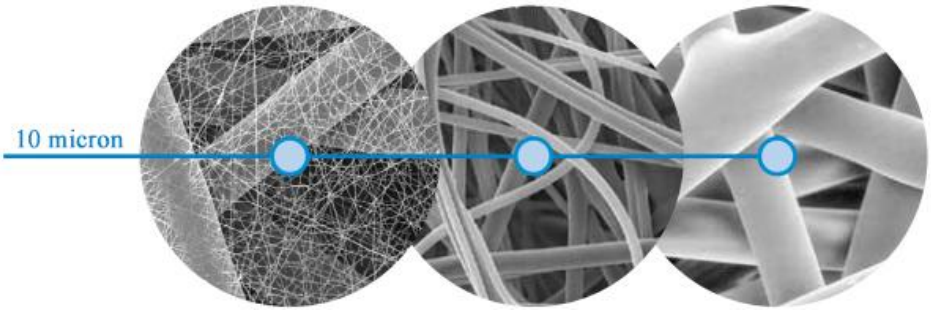
Наличие полимерных масс в слое нановолокон обеспечивает дополнительную прочность их структуры, точки их крепления волокон и текстурированную поверхность слоя. Волокна подложки могут быть скреплены друг с другом с помощью фенольной смолы, но также могут использоваться акриловые или другие смолистые компоненты, или волокна могут быть термически, ультразвуково или иным образом связаны друг с другом. Функционально подложка поддерживает слой нановолокна и позволяет композитным

носителям формироваться и сохранять желаемую форму во время производства, транспортировки и использования.

Сочетание толщины с широким распределением диаметра нановолокна приводит к образованию высокой пористой структуры ткани, вся глубина которой может быть использована для удаления загрязняющих веществ в газовоздушном потоке воздуха.Такой вид фильтровального материала способен очищать воздух от мелкодисперсной пыли в том числе и субмикронной.

Исследования в вышеуказанном документе демонстрируют повышенную пылеемкость ткани для фильтрации воздуха и более высокую ее пропускную способность .Замечено что пропускная способность практически не меняется от времени фильтрации. Материал «НАНОТКАНЬ» использованный в картриджных воздушных фильтрах превосходит «ULTRAWEB» по эффективности очистки.

Преимущества нанотканей в **HEPA** фильтрах:
- более высокая степень фильтрации мелкодисперсной пыли,микроорганизмов,бактерий.
- трехмерная структура волокна позволяет удерживать большее количество пыли (повышенная удельная площадь фильтрации),
– за счет стабильной структуры волокон ткани материал имеет высокую прочность на разрыв а срок замены воздушных фильтров увеличивается. Материал характеризуется постоянным сопротивлением и достаточном низким, что сказывается на потреблении электрической энергии вытяжного вентилятора.



Сравнительная таблица свойств мембранных тканей

Название	PTFE	Fiber Glass	Nanofiltration Membrane
Хим.название	Политетрафторэтилен	Стекловолокно	Высокополимерный композиционный материал
Микростуктура	Структура мембраны растягивается образуя поры	Несколько волокон накладываются друг на друга образуя поры	Пора равна диаметру нановолокна
Макростуктура	Используется подложка (Полипропилен,Полиэстер)	0,3-0,4 мм многослойная структура	Равномерная сетчатая структура ноноволокон
Эффективность	99.97%	99.95%	＞99.99%

фильтрации			
Пылеемкость	Небольшая, низкий срок эксплуатации	Высокая,длительный срок эксплуатации	Высокая,длительный срок эксплуатации
Сопротивление	170±60pa	270pa	100pa
Прочность на разрыв	Высокая	Низкая	Высокая

Технические характеристики ткани для использования в воздушных «HEPA» фильтрах указаны в таблице:

Класс фильтрации	Удельный вес (г/м2)	Толщина ткани	Эффективность (%)	Начальное Сопротивление (Па)	Ширина материала	Используемый материал для волокон
H11	65 ± 10	0.55 ± 0.05	≥98	≤55	1500 мм.	Полиакрилонитрил Полипропилен Полиуретан Полиэстер
H12	65 ± 10	0.55 ± 0.05	≥99.9	≤85		
H13	70 ± 10	0.58 ± 0.05	≥99.97	≤150		
H14	75 ± 10	0.62 ± 0.05	≥99.995	≤210		
H15	75 ± 10	0.62 ± 0.05	≥99.999	≤230		

Примечание: Толщина нановолокна – 200 нм. Замеры эффективности фильтрации производились при использовании хлористого натрия с диаметром частиц 0,3 мкр. Скорость – 0,053 метра в секунду.

Применения нановолокон в материалах для картриджных фильтров несет определенные преимущества по сравнению с обычными тканями типа «полиэстер»:

- лучшая эффективность фильтрации,
- меньший перепад давления,
- оптимальный режим регенерации пыли при использовании импульсной ударной продувки картриджа сжатым воздухом,
- длительный срок службы фильтровального элемента за счет прочной адегезии нановолокон в базовом слое.