

УДК 677.023

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ПЕРЕГОРОДОК
ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**WAYS OF PERFECTION OF POROUS PARTITIONS
OF AIR FILTERS FROM TEXTILE MATERIALS**

С.Д. НИКОЛАЕВ, И.Н. ПАНИН, А.И. ПАНИН, М.И. ПАНИН, О.В. КАЩЕЕВ, И.В. РЫБАУЛИНА
S.D. NIKOLAEV, I.N. PANIN, A.I. PANIN, M.I. PANIN, O.V. KASHCHEEV, I.V. RYBAULINA

(Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
ООО "ПАНТЕКС", г. Дмитровград)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
LLC "PANTEX", Dimitrovgrad)
E-mail: ns0701@mail.ru

В работе рассматриваются перспективы совершенствования пористых перегородок воздушных фильтров и нитей, применяемых для очистки и обеззараживания воздуха. Проектирование структуры фильтровальных перегородок должно учитывать габариты, производительность, время использования, удобство обслуживания и требованиям СНиП.

In this paper, the prospects of improving the porous partitions of air filters and threads used for these purposes are considered. Designing of the structure of filter partitions should take into account dimensions, production, time of use, convenience of service and the requirements of SNiP.

Ключевые слова: пористые перегородки, воздушные фильтры, нити, очистка, устойчивость, поверхностная плотность.

Keywords: porous partitions, air filters, filaments, cleaning, stability, surface density.

Известно [1...9], что пористые перегородки, применяемые для очистки воздуха, должны отвечать определенным требованиям. Для обеспечения оптимального протекания процесса фильтрации они должны обладать:

- малым гидравлическим сопротивлением фильтруемому потоку воздуха;
- требуемой степени очистки и способностью задерживать мелкие дисперсные частицы пыли;
- заданной пористостью и проницаемостью;
- антисептическими свойствами для обеззараживания (стерилизации) воздуха;
- способностью к регенерации и многократному использованию;
- доступностью, дешевизной и простотой в эксплуатации, а также должны быть безопасными для человека.

Данные требования при проектировании и создании фильтровальных систем из текстильных нитей должны быть заложены в структуре и свойствах применяемых волокон.

Анализ существующих конструкций текстильных фильтров, применяемых в системах вентиляции и кондиционирования

воздуха на социально-значимых объектах, к которым следует отнести метрополитены, вокзалы, кинотеатры, больницы, школы и т.д., показывает, что для решения поставленных задач могут применяться текстильные волокна, нити, нетканые холсты, ткани, трикотажные рукава, формируемые из различных волокнистых материалов.

Так, например:

- углеродные волокна и нити способны задерживать ионы тяжелых металлов и молекулы отравляющих газов;
- фильтры Петрянова, изготавливаемые из заряженных микроволокон, обеспечивают эффективную очистку воздуха от аэрозолей.

Однако данные волокна требуют очень жесткого контроля за эффективностью их работы, а также во много раз дороже волокнистых материалов, обладающих такими же свойствами, но изготавливаемыми по специальной технологии.

Для создания фильтровальных систем, отвечающих существующим требованиям, необходимо провести выбор волокнистого состава, используемого в производстве.

В табл. 1 приведены физико-механические характеристики нитей.

Т а б л и ц а 1

| № п/п | Нить | Плотность, г/см ³ | Температура плавления, С° | Устойчивость к кислоте | Устойчивость к щелочи |
|-------|------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | Полипропиленовая | 0,93 | 170 | У | У |
| 2 | Полиамидная | 1,14 | 255 | У | У |
| 3 | Полиэфирная | 1,39 | 258 | У | МУ |
| 4 | Вискозная | 1,48 | 235 | МУ | МУ |
| 5 | Ацетатная | 1,32 | 215 | У | НУ |
| 6 | Хлориновая | 1,17 | 246 | У | У |
| 7 | Хлопковая | 1,52 | 275 | МУ | У |
| 8 | Шерстяная | 1,32 | 105 | У | НУ |

Из табл.1 видно, что наилучшим материалом для изготовления пористых перегородок трубчатых текстильных фильтров являются полипропиленовые нити, так как они стойки к действию кислот и щелочей, имеют довольно высокую температуру плавления и обладают малой плотностью. Использование полипропиленовой нити при формировании пористой перегородки трубчатых текстильных фильтров (ТТФ) позволяет уменьшить вес фильтра.

Для обеспечения заданной пористости и проницаемости фильтровальных перегородок в трубчатых текстильных фильтрах целесообразно использовать текстурированные нити (кроме монопнитей), которые состоят из волокон или элементарных нитей, а за счет воздушных промежутков между ними имеют большой объем. Данные нити, состоящие из извитых элементарных нитей, обладают резко увеличенными воздушными промежутками по сравнению с другими ни-

тиями, то есть очень большим объемом и пористостью. У таких нитей, состоящих из множества элементарных волокон, причем в поперечнике имеющих форму развернутой звездочки, суммарная площадь поверхности волокнистого материала во много раз превышает площадь поверхности монопнитей с таким же условным диаметром, что обеспечивает фильтру не только увеличенную площадь сорбции, но и большую грязеемкость фильтровальной перегородки.

Так как линейная плотность комплексной нити определяет площадь сечений составляющих ее элементарных нитей и является косвенной характеристикой ее толщины (диаметра) без учета воздушных прослоек, то для текстурированных нитей введена характеристика их объемности Q , определяемая по формуле:

$$Q = \frac{V_{\text{ТН}}}{V_{\text{КН}}},$$

где $V_{\text{ТН}}$, $V_{\text{КН}}$ – удельный объем текстурированных и комплексных нитей.

Таким образом, текстурированные мультифиламентные нити благодаря своему строению и структуре обладают повышенной объемностью и застилитостью, большим грязепоглощением, высокой прочно-

стью к многократным внешним воздействиям, что обеспечивает им существенные преимущества перед монопнитями при создании фильтровальных перегородок.

Для антимикробной обработки и стерилизации технологического воздуха в рабочих помещениях целесообразно применять вискозные штапельные волокна, обработанные антимикробным препаратом – катамином АБ.

Антимикробные волокна, нити, полотна формируются из вискозного штапельного волокна, которое получают путем гофрирования и резки вискозных нитей (гидратцеллюлозы).

Антимикробный препарат – катамин АБ – наносится на вискозную нить в процессе ее получения на стадии отделки и фиксируется во внутренней структуре нити при ее усадке во время сушки.

Линейная плотность волокон – 0,22 текс (при одиночной нити).

При смеси волокон с линейными плотностями от 0,17 текс, в соотношении 25...75%.

Материал антимикробный может изготавливаться по требованию потребителя с дублирующей подложкой из термоскрепленного полипропилена (ДП) с поверхностной плотностью 17...30 г/м².

Т а б л и ц а 2

| № п/п | Наименование показателей | Норма | | |
|-------|---|--------------------|--------------|--------------|
| | | Марка ФМ-300-ДП | Марка ФМ-400 | Марка ФМ-500 |
| 1 | Поверхностная плотность, г/м ² | 300 | 400 | 500 |
| 2 | Отклонение фактической поверхностной плотности от нормированной, г/м ² | ±30 | ±40 | ±50 |
| 3 | Ширина, мм | 1500 ±10; 1600 ±10 | | |
| 4 | Толщина, мм | 3 ±0,5 | 4 ±0,5 | 5 ±0,5 |
| 5 | Разрывная нагрузка, Н (кгс) в продольном направлении, не менее в поперечном | 50 (5) 100(10) | | |
| 6 | Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с, не менее при перепаде давления ΔР: ΔР = 5,0 мм ΔР = 9,0 мм | 200 800 | | |
| 7 | Массовая доля катамина АБ, % | 0,4-1,4 | | |
| 8 | Антимикробная активность (бактериостатический эффект) – объем мясопептонного бульона с микробной нагрузкой 500000 КОЕ, в котором предотвращается рост культуры Staph aureus ATCC 209 P, при внесении 1 г МИВАФМ, дм ³ , не менее | 10,0 | | |
| 9 | Эффективность улавливания частиц масляного тумана (средний диаметр частиц 0,3 мкм), при скорости потока воздуха 1 см/с, % не менее | 30 | 40 | 40 |

В табл. 2 приведены технические требования к антимикробным нетоксичным материалам, применяемым при создании фильтровальных перегородок для очистки и стерилизации воздуха.

Массовая доля катамина АБ в материале 0,4% и более с гарантией обеспечивает данную антимикробную активность. Величина поверхностной плотности материала определяется на стадии заказа.

Нормированная влажность материала антимикробного (при влажности воздуха 65% и температуре воздуха 20°C) устанавливается 13%, фактическая влажность должна быть не более 14,5%.

Материал антимикробный представляет собой однородный холст без разрывов и загрязнений.

Материал антимикробный сохраняет свои характеристики после нахождения в атмосфере с температурой от -60 до +120°C и относительной влажности 98% при температуре +25°C.

Материал взрыво- и пожаро- безопасный. Температура воспламенения гидроцеллюлозы составляет 235°C, температура самовоспламенения 460°C.

Антимикробный материал не обладает способностью образовывать и выделять в атмосферу токсичные соединения, в присутствии других веществ при температуре окружающей среды не оказывает вредного воздействия на организм человека при непосредственном контакте.

Работа с волокнами, нитями и материалами, подвергнутыми антимикробной обработке, не требует дополнительных мер предосторожности.

ВЫВОДЫ

1. Анализ вышеприведенных данных о текстильных волокнах и материалах позволяет сделать вывод о том, что перспективным направлением создания высокоэффективных текстильных фильтров для очистки и обеззараживания воздуха является комплексное использование полипропиленовых и вискозных волокон (со специальной обработкой антимикробным веществом) нитей и материалов из них.

2. Проектирование структуры фильтровальных перегородок должно основываться на требованиях к конструкциям фильтров (габариты, производительность, время использования, удобство обслуживания и т.д.) и на требованиях СНиП.

3. Механические свойства искусственных комплексных нитей получили преимущество при создании текстильных фильтров для очистки различных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н., Лапшенкова В.С., Морозов С.И., Николаев С.Д., Разумеев К. Э., Снежков С.В., Сумарукова Р.И., Цимбалюк Е.П. Текстильные фильтры на базе специальных мотальных паковок – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009.

2. Панин И.Н., Николаев С.Д., Яскин А.П. Основные направления развития оборудования для перематывания химических нитей // Текстильная промышленность. – 2006, №7.

3. Николаев С.Д., Панин И.Н., Морозов С.И., Цимбалюк Е.П. Новые разработки текстильщиков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2.

4. Губейдуллин Х.Х., Панин И.Н., Шуганов И.И., Поросятников А.А. Разработка и исследование фильтровальных перегородок плоских и трубчатых текстильных фильтров// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.159..164.

5. Сухотерин Л.Я., Калмыков А.А., Панин И.Н., Панин А.И., Кащеев О.В. Разработка новой технологии очистки вод с применением трубчатых текстильных фильтров// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.120...125

6. Николаев С.Д., Панин И.Н., Фомин Б.М., Цимбалюк А.Е. Трубчатые текстильные фильтры для решения экологических задач // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С.52...56.

7. Модуль воздухоочистительный. Патент на полезную модель//Николаев С.Д., Панин И.Н., Цимбалюк Е.П., Снежков С.В., Панин М.И., RUS 10447702 от 02.12.2010.

8. Фильтровальный элемент. Патент на полезную модель//Николаев С.Д., Панин И.Н., Панин М.И., Юхин С.С., Лапшенкова В.С. RUS 10447802 от 02.12.2010.

9. Фильтр ячеиковый воздухоочистительный. Патент на полезную модель// Николаев С.Д., Панин И.Н., Панин М.И., Лапшенкова В.С. RUS 106721 от 02.12.2010.

REFERENCES

1. Panin I.N., Lapshenkova V.S., Morozov S.I., Nikolaev S.D., Razumeev K. E., Snezhkov S.V., Sumarukova R.I., Tsimbalyuk E.P. Tekstil'nye fil'try na

baze spetsial'nykh motal'nykh pakovok – M.: MGТУ im. A.N. Kosygina, 2009.

2. Panin I.N., Nikolaev S.D., Yaskin A.P. Osnovnye napravleniya razvitiya oborudovaniya dlya perematyvaniya khimicheskikh nitey // Tekstil'naya promyshlennost'. – 2006, №7.

3. Nikolaev S.D., Panin I.N., Morozov S.I., Tsimbalyuk E.P. Novye razrabotki tekstil'shchikov // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2009, №2.

4. Gubeydullin Kh.Kh., Panin I.N., Shigapov I.I., Porosyatnikov A.A. Razrabotka i issledovanie fil'troval'nykh peregorodok ploskikh i trubchatykh tekstil'nykh fil'trov// Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №1. S.159...164.

5. Sukhoterin L.Ya., Kalmykov A.A., Panin I.N., Panin A.I., Kashcheev O.V. Razrabotka novoy tekhnologii ochistki vod s primeneniem trubchatykh tekstil'nykh fil'trov// Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012, №3. S.120...125

6. Nikolaev S.D., Panin I.N., Fomin B.M., Tsimbalyuk A.E. Trubchatye tekstil'nye fil'try dlya resheniya ekologicheskikh zadach // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, №3. S.52...56.

7. Modul' vozdukhoochistitel'nyy. Patent na poleznuyu model'/Nikolaev S.D., Panin I.N., Tsimbalyuk E.P., Snezhkov S.V., Panin M.I., RUS 10447702 ot 02.12.2010.

8. Fil'troval'nyy element. Patent na poleznuyu model'/Nikolaev S.D., Panin I.N., Panin M.I., Yukhin S.S., Lapshenkova V.S. RUS 10447802 ot 02.12.2010.

9. Fil'tr yacheykovyy vozdukhoochistitel'nyy. Patent na poleznuyu model'/ Nikolaev S.D., Panin I.N., Panin M.I., Lapshenkova V.S. RUS 106721 ot 02.12.2010.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 29.05.18.