

# Многослойный волокнистый материал

А. В. Дедов

---

Исследована структура перфорированного иглопробивного материала, состоящего из двух полотен с промежуточным слоем бумаги или полимерной пленки. Соединение отдельных слоев материала выполнено методом иглопрокалывания, обеспечивающим параллельно с этим перфорацию промежуточного слоя. Показано влияние промежуточного слоя на формирование отверстия проколов и ориентацию волокон, что связано с трением волокон и поверхности промежуточного слоя. Исследована воздухопроницаемость многослойных материалов и ее отличие от воздухопроницаемости иглопробивного материала без промежуточного слоя.

**Ключевые слова:** нетканый материал, композиционный материал, слой полимерной пленки или бумаги, проницаемость.

---

The structure punched a material consisting of two cloths with an intermediate layer of a paper or a polymeric film is investigated. Connection of separate layers of a material is executed by a method punch, providing in parallel with it punching of an intermediate layer. It is shown influence of an intermediate layer on formation of an aperture of punctures and orientation of fibres that is connected with friction of fibres and surfaces of an intermediate layer. Air permeability of multilayered materials and its difference from air permeability a punched material without an intermediate layer is investigated.

**Keywords:** a nonwoven material, a composite material, a layer of a polymeric film or a paper, permeability

---

## Введение

Структура иглопробивного материала обеспечивает фазовую проницаемость газа или жидкости, что является необходимым условием их фильтрации. Специфика иглопрокалывания приводит к получению материала с неравномерным распределением плотности упаковки волокон и их различной ориентацией. В местах действия игл образуются ориентированные по толщине пучки волокон с относительно высокой плотностью их упаковки. Пучки соединены между собой ориентированными в плоскости материала волокнами с относительно низкой плотностью упаковки. Неравномерная упаковка волокон снижает эффективность фильтрации, что является следствием проскока частиц в местах с низкой плотностью упаковки [1].

Для увеличения эффективности фильтрации предлагается использование многослойного материала, представляющего собой дублированные два нетканых полотна с промежуточным слоем между ними бумаги или полимерной пленки. В процессе дублирования методом иглопрокалывания дости-

гается перфорация промежуточного слоя и заполнение его отверстий ориентированными волокнами. При этом участки материала с низкой плотностью упаковки волокон закрываются неповрежденными участками промежуточного слоя. Практическое значение имеет формирование структуры промежуточного слоя и его влияние на проницаемость, что является целью работы.

## Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали иглопробивной материал, изготовленный из полиэфирных волокон линейной плотностью 0,33 текс или диаметром 20 мкм (ТУ 6-13-0204077-95-91). Иглопробивной материал имел поверхностную плотность 200 г/м<sup>2</sup> и толщину 1,5 мм. В качестве промежуточного слоя использовали пленку из полиэтилена высокой плотности толщиной 100 и 150 мкм, а также бумагу.

Многослойный материал получали дублированием отдельных слоев на агрегате Дилур (Германия) при использовании корончатых игл, зазубрины

которых расположены на одной высоте по трем граням иглы. Условный диаметр иглы составил 45 мкм. Соединение отдельных слоев в монолитный материал выполняли при плотности иглопрокалывания  $250 \text{ см}^{-2}$  (количество проколов на единицу площади материала). Структуру многослойного материала и качество перфорации исследовали методом микроскопии поверхности промежуточного слоя, полученной расслаиванием многослойного материала, и его поперечного среза.

Определение воздухопроницаемости провели по ГОСТ 12.088 – 77 “Материалы текстильные и изделия из них. Методы определения воздухопроницаемости” на приборе FF – 12/A (Венгрия) при давлении воздуха до 300 Па.

### Экспериментальные результаты и их обсуждение

Представленные фотографии промежуточного слоя и поперечного среза многослойного материала (рис. 1) показывают, что выбранная технология получения материала обеспечивает сохранение пленки различной толщины (поэтому приведены фотографии материала с пленкой толщиной 100 мкм). Перфорация пленки или бумаги приводит к формированию отверстий от действия игл с равными расстояниями между ними.

Материал промежуточного слоя влияет на форму проколов. При перфорации бумаги образуются различные по размерам отверстия неравномерной формы, что является следствием ее дефор-

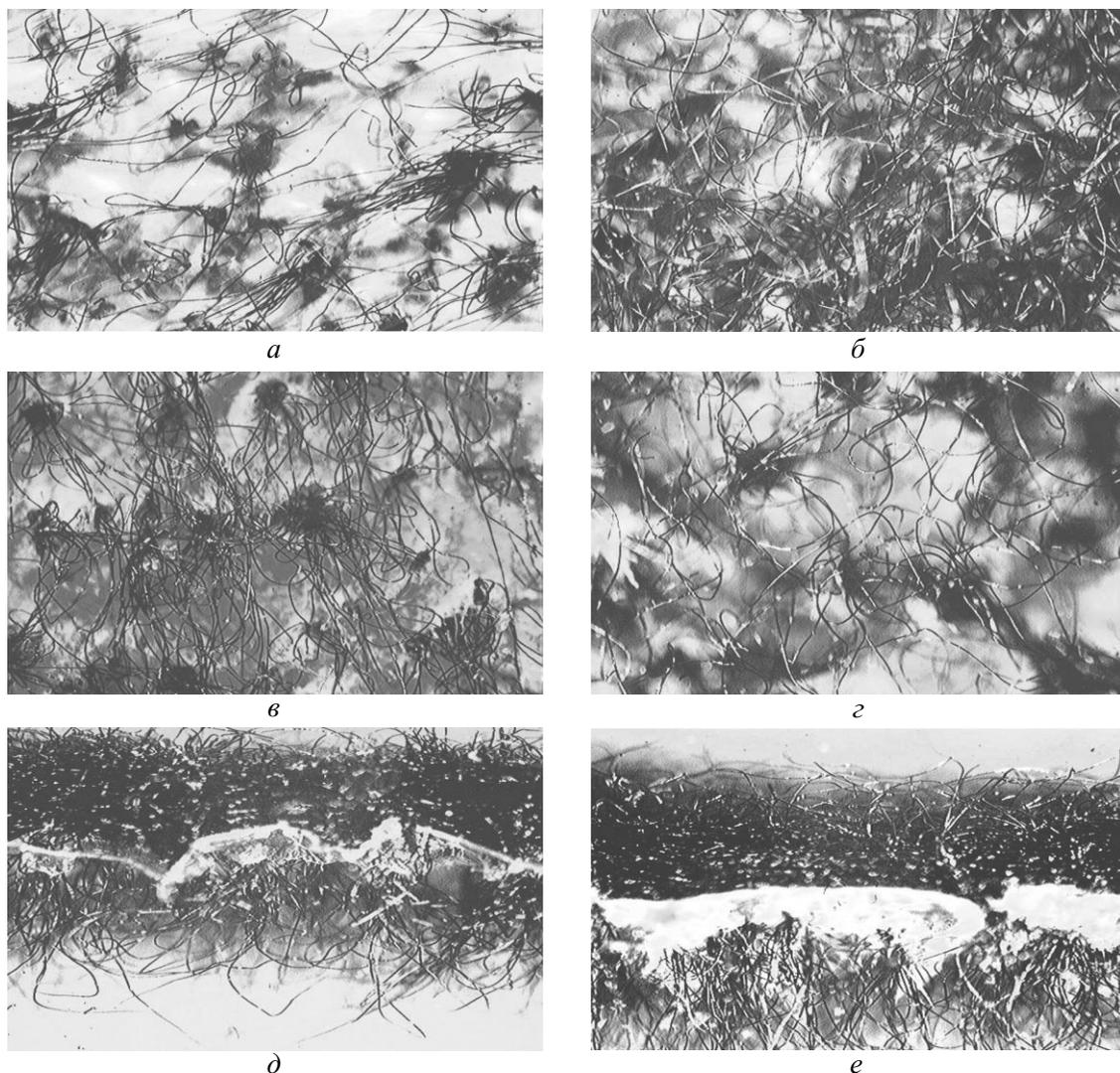


Рис. 1. Структура многослойного материала различного состава: *а* – поверхность пленки со стороны действия игл, *б* – поверхность пленки со стороны, противоположной действию игл, *в* – поверхность бумаги со стороны действия игл, *г* – поверхность бумаги со стороны, противоположной действию игл, *д* – поперечный срез материала с промежуточным слоем бумаги, *е* – поперечный срез материала с промежуточным слоем пленки. Масштаб 1:10.

мации при непрерывной протяжке материала в процессе иглопрокалывания. Действие игл приводит к выраженной деформации участков бумаги между соседними проколами. Для полимерных пленок различной толщины отверстия имеют выраженные границы, и сохраняется плоскостность пленки между отверстиями перфорации.

По сравнению с бумагой использование в составе многослойного материала полимерной пленки увеличивает количество волокон, заполняющих отверстия промежуточного слоя. Влияние промежуточного слоя на степень заполнения волокнами отверстий перфорации зависит от трения между ними и поверхностью промежуточного слоя. Низкое трение волокон на поверхности полимерной пленки обеспечивает их подвижность и перемещение при захвате зубринами игл, что приводит к протаскиванию волокон через прокол промежуточного слоя. Высокое трение волокон с бумагой препятствует их перемещению при захвате зубринами игл, и их значительная часть остается на поверхности промежуточного слоя со стороны действия игл.

Использование в качестве промежуточного слоя полимерной пленки приводит к формированию на стороне, обратной действию игл, выраженной ориентации волокон по толщине многослойного материала. Такой результат отражает зависимость ориентации волокон в отверстиях перфорации не только от трения между волокнами и пленкой, но и от размеров отверстий и их механической устойчивости при протаскивании волокна.

Исследования воздухопроницаемости многослойных материалов различного состава показали, что использование бумаги не влияет на проницаемость, которая приближается к проницаемости волокнистого материала. Зависимость проницаемости материалов ( $W$ ,  $\text{дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ) с промежуточным слоем из пленок различной толщины от давления воздуха ( $P$ , Па) представлена на рис. 2. Для сравнения представлена аналогичная зависимость для иглопробивного материала, изготовленного при режимах получения многослойного материала, но без использования промежуточного слоя.

Введение в состав многослойного материала полимерной пленки различной толщины приводит к снижению его проницаемости, степень которой зависит от величины давления. При давлении воздуха более 100 Па возрастает различие между значениями

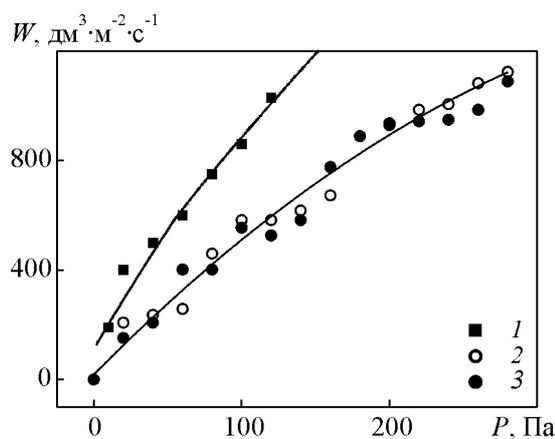


Рис. 2. Зависимость воздухопроницаемости от давления воздуха иглопробивного материала (1) многослойного материала с промежуточным слоем из пленки толщиной 100 (2) и 150 мкм (3).

воздухопроницаемости многослойного и иглопробивного материала. Снижение проницаемости многослойного материала является следствием уменьшения площади поверхности, доступной для течения потока воздуха. Неэквивалентное изменение проницаемости многослойного материала при различном давлении воздуха связано с перераспределением потока воздуха при его низком давлении по отверстиям перфорации. При увеличении давления такое перераспределение потока исключается, в таких условиях фильтрации также можно ожидать возрастания потерь потока и переход в турбулентную область течения на границе отверстий.

## Выводы

Предложенный способ создает технологические основы получения фильтрующих материалов различного назначения. Варьирование природы материала промежуточного слоя, его толщины и режимов изготовления обеспечивает регулирование траектории движения потока газа или жидкости, ориентацию волокон в проколах и в плоскости промежуточного слоя, а также различную ориентацию волокон на поверхности промежуточного слоя со стороны действия игл и с обратной стороны.

## Литература

1. Ужов В. Н., Мягков Б. И. Очистка промышленных газов фильтрами. М.: Химия, 1970, 319 с.

*Дедов Александр Васильевич — Инновационный научно-технический центр "ПОИСК" (г. Москва), кандидат технических наук, технолог. Специалист в области материаловедения нетканых материалов. E-mail: dedovs@rambler.ru.*