



СЕВЕРНЫЙ  
(АРКТИЧЕСКИЙ)  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Новые виды нетканых материалов из стекловолокна



**Наталья Щербак**  
канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры ЦБилХП, САФУ

2019 г.

## Историческая справка

**Нетканые материалы** — текстильные изделия из волокон или нитей, соединённых между собой без применения методов ткачества (Большая советская энциклопедия)



- Начало эпохи нетканых материалов, 1930-е годы;
- Первые образцы созданы в Европе;
- Сырьё - вискозное волокно, скрепленное между собой химическими связующими;
- Использование – текстильная промышленность.

# Нетканые материалы сегодня -

Возможность решения ключевых мировых проблем:

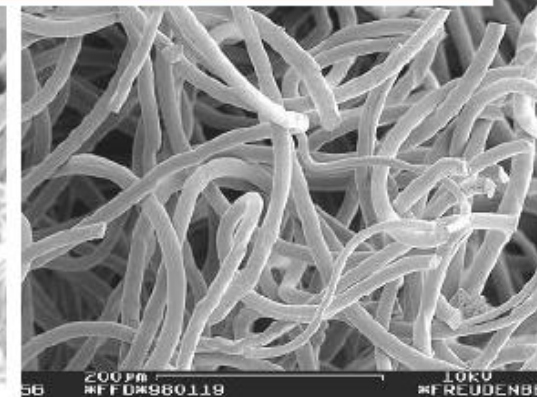
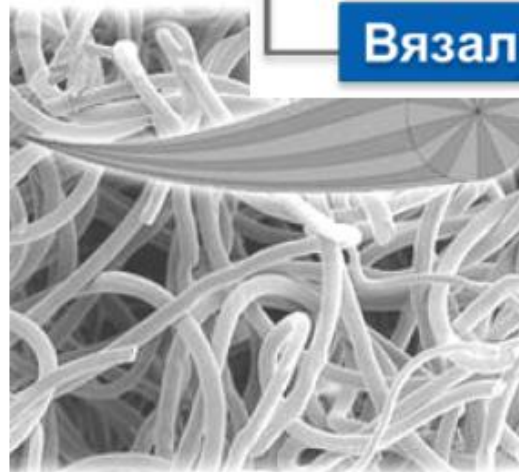
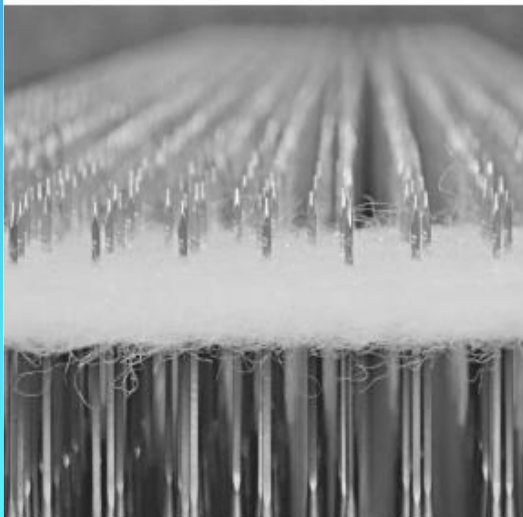
- качество воздуха,
- обеспечение безопасной питьевой водой.

Разнообразии областей использования

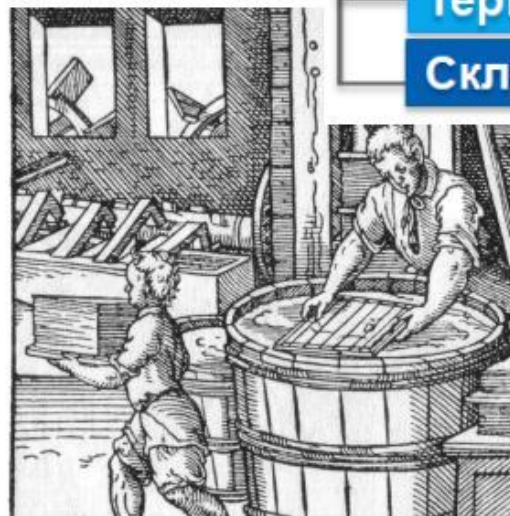


# Классификация по способу получения: механический

- Иглопробивные
- Струйные
- Валяльные
- Вязально-прошивные



# Классификация по способу получения: физико-химический



Фильерные

Бумажные

Термо-скрепленные

Склеенные

## Бумажные технологии. Преимущества

- переход с одного вида продукции на другой;
- получение бумаг в широком диапазоне массы 1 м<sup>2</sup>;
- возможность использования коротковолокнистого сырья



# Концепция базовой технологии

## НЕТКАНЫЕ БУМАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

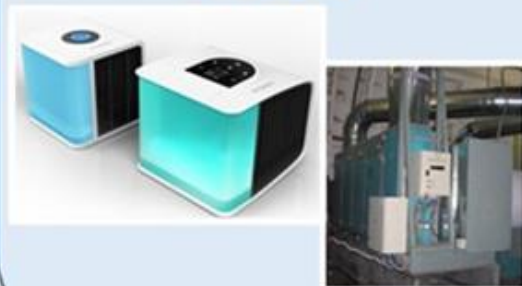
СЕПАРАЦИОННЫЕ

ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ

Кислотостойкая бумага



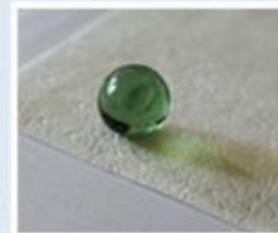
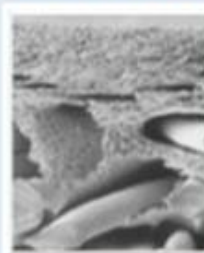
Кондиционирование  
воздуха



Воздушные фильтры  
классов HEPA, ULPA



Фильтры для жидких сред



# Сепараторная кислотостойкая бумага

Характеристики	Единицы измерения	Фактические значения	ГОСТ
Масса	г/м <sup>2</sup>	60±2	Р ИСО 536-2013
Толщина	мм	0,17 – 0,20	Р ИСО 534-2012
Предел прочности при растяжении, не менее	МПа	3	ИСО 1924-1-94
Предел прочности во влажном состоянии, не менее	МПа	0,5	EN 12625-5
Капиллярная впитываемость 10 / 30 минут, не менее	мм	80/130	12602
Влагоемкость (по массе), не менее	%	300	DIN EN ISO 12625-8

Производят из стеклянных штапельных волокон без применения связующего



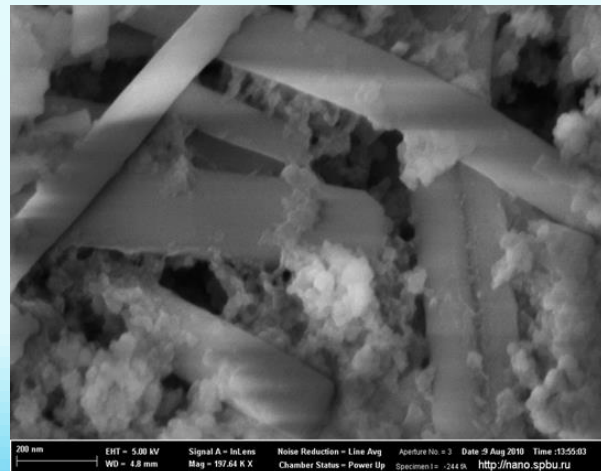


# Сепарационные материалы для кондиционирования воздуха

Характеристики сепарационного материала EvaBreeze

Параметр	Значение
Масса, г/м <sup>2</sup>	90±5
Толщина, мкм	500±50
Прочность при растяжении, МПа, не менее	1,4
Капиллярная впитываемость, мм, не менее	180
Влагоемкость, %, не менее	300

Базальтовые и  
стеклянные  
штапельные волокна,  
неорганическое  
связующее



# Бумага для фильтрации воздуха

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя	
		HEPA 13	HEPA 14
Класс очистки по ГОСТ Р EN 1822-1-2010		HEPA 13	HEPA 14
Масса	г/м <sup>2</sup>	75,9	76,8
Толщина	мм		
- при усилии 100 кПа;		0,41	0,42
- при усилии 2 кПа		0,68	0,72
Напряжение при растяжении МН	кН/м	1,2	0,95
Удлинение при растяжении	%	1,46	1,14
Сопrotивление потоку воздуха, давление воздуха 31,5 дм <sup>3</sup> /мин·см <sup>2</sup>	Па	217	325
Эффективность фильтрации	%	99,97	99,995

Стеклянные штапельные волокна, латексы



# Бумага для фильтрации воздуха.

## Чистые комнаты

- производство электроники;
- фармацевтическое производство;
- больницы;
- пищевая промышленность и другие отрасли промышленности

### HEPA и ULPA от компаний Hollingsworth and Vose

PerForm grade reference		HC4393	HB5793	HB5493	HB5593	HB5893	HA8393
Basis weight	lbs/3,000 ft <sup>2</sup>	43	43	43	43	43	46
Grammage	g/m <sup>2</sup>	70	70	70	70	70	75
Air flow resistance @ 10.5 fpm or 5.33 cm/s	mm H <sub>2</sub> O Pa	24.2 237	27 265	29.1 285	31.6 310	36.7 360	39.3 385
DOP smoke penetration @ 10.5 fpm or 5.33 cm/s	%	0.04	0.015	0.008	0.004		
CNC penetration @ 5.0 fpm or 2.5 cm/s	%					0.0007	0.00035



СЕВЕРНЫЙ  
(АРКТИЧЕСКИЙ)  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Бумага для фильтрации воздуха. Чистые комнаты

## Standard Glass Grades US

Grade	Application	Typical Filter Class	Basis Weight (g/m <sup>2</sup> )	Air Resistance @ 5.33 cm/s (Pa)	Penetration 0.3μ @ 5.33 cm/s (%)	Penetration 0.18μ @ 2.5 cm/s (%)
HA9653	ULPA	7 9s ULPA	78	677		0.000004
HA9643	ULPA	6 9s 5 ULPA	78	550		0.00002
HA9633	ULPA	6 9s ULPA	78	519		0.00004
HA9623	ULPA	5 9s 5 ULPA	78	451		0.0002
HA9913	ULPA	5 9s ULPA	78	402		0.0004
HA8903	ULPA	4 9s 5 ULPA	78	368	0.002	0.001
HYB5619	HEPA	99.99% HEPA	68	353	0.002	0.003

<https://www.hollingsworth-vose.com/en/Products/Filtration-Media/Air-Filtration1/Hepa-Filter/>



# Термостойкая бумага для фильтрации газопылевых выбросов

Сравнение разработанного материала с аналогом

Показатели	Фильтровальный материал из базальтового волокна	Filcon A/S, Швеция [25]
Класс очистки ГОСТ Р EN 1822-1-2010, не ниже	EPA (E11, E12)	EPA, HEPA*
Рабочая температура, °C	Выше 350	Не более 270

Базальтовые штапельные волокна, комбинированная система связующих



# Фильтровальный картон для жидких сред

Картон фильтровальный для пищевых жидкостей (ГОСТ 12290-89)

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя		
		КФ	КФ	КФШ-П
Марка		высший	первый	-
Сорт картона		1100	1000	900
Масса	г/м <sup>2</sup>	2,7	2,6	1,8
Толщина	мм	40	30	30
Сопротивление продавливанию во влажном состоянии	МПа	37	37	85
Скорость прохождения воды	дм <sup>3</sup> /мин·м <sup>2</sup>	0	10	0
Коэффициент проницаемости латексных частиц, размером (0,15±0,02) мкм, не более	%	10	10	10
Влажность, не более	%			



# Фильтрация технических жидкостей / ВОДЫ

## Microfiber Glass

Grade	Recommended Micron Rating	Basis Weight (g/m <sup>2</sup> )	TMI Thickness (mils)	Mean Pore (µm)	Max Pore (µm)
HA8071	.8	67	13.0	.8	2.1
HA8141	1.0-2.0	76	16.0	1.5	6.0
HC4011	2.0-3.0	125	45.0	2.7	12.1
HD2021	2.0-3.0	94	20	2.7	14.6
HE1071	3.0-5.0	62	12.0	4.5	16.4
HE1021	3.0-5.0	81.0	16	6.8	24.2
HB5211	1.0-2.0	60	12.0	1.9	7.0



## Заключение

Большая часть бумажных нетканых материалов является стратегически важными для защиты национальных интересов. Остро встает вопрос о создании современных Российских производств выпускающих высокотехнологичные конкурентоспособные на мировом рынке нетканые бумажные материалы на собственные нужды разного и в первую очередь стратегического назначения.

Бумаги полученные по концепции базовой технологии, имеют успешный опыт внедрения и положительную оценку экспертов.





# Лабораторно методическое обеспечение ИТЦ «СТПБС». Определение породного состава



**Микроскоп высокого разрешения Imager.M2m Carl Zeiss**

- ❑ Количественная оценка породного состава отбираемых проб проводилась по авторской методике, разработанной на кафедре ТЦБП, САФУ на основании ГОСТ 7500-85
- ❑ Методика основана на идентификации сосудов в лиственной целлюлозе по диагностическим признакам с помощью компьютерной визуализации и алгоритма программы распознавания сосудов осины и березы
- ❑ Метод исследований – микроскопический



# Методическое обеспечение. Оценка свойств целлюлозного волокна

## Анализатор волокна Fiber Tester

### Диапазон измерений:

- длина волокна, (0)0,2 – 7,5 мм;
- ширина волокна, 10-100 мкм;
- мелочь ( $l < 0,2$  мм) в % от количества волокон  $l > 0,2$  мм;
- коэффициент, фактор формы, (0)50 – 100 %.



### Применяемый стандарт:

ISO 16065-2

### Показатели качества волокна:

**Фактор формы** – степень извитости волокна, частное от деления проекции длины на фактическую длину

**Грубость** – вес волокна на единицу длины

## Определение степени помола и скорости обезвоживания Аппарат системы Шоппер-Риглер

### Условия оценки степени помола, °ШР:

- объем 1000 мл;
- навеска 2 г. а.с.в.;
- температура  $20 \pm 0,5$  °C

### Условия оценки скорости обезвоживания:

- концентрация 0,3 %;
- объем 1000 мл;
- температура  $20 \pm 0,5$  °C

### Применяемый стандарт:

ГОСТ 14363.4-89; TAPPI T 227



## Классификатор волокна Бауэра-Макнетта



### Спецификация и условия работы:

- Классификатор с 4 ячейками,
- навеска 5 г. а.с.в.;
- номера сеток, размер щели
  - 16 меш – 1,19 мм,
  - 30 меш – 0,595 мм,
  - 50 меш – 0,297 мм,
  - 100 меш – 0,149 мм.

**Применяемый стандарт:**  
 SCAN M6; TAPPI T 233

# Методическое обеспечение. Изготовление изотропных лабораторных образцов



**Листоотливные аппараты BBS-2 и BBS-3  
типа Rapid-Ketten**

**Вспомогательное оборудование:  
(ГОСТ 14363.4; ISO 5267-1)**



**выравниватель массы, гидроразбиватель,  
аппарат системы Шоппер-Риглер**

**Системы стандартов:  
ГОСТ; ISO; TAPPI; SCAN;  
DIN; EN; PAPTAC**

# Методическое обеспечение. Изготовление анизотропных лабораторных образцов

## Мельница лабораторная PFI

**Применяемые стандарты:**  
 ISO 5264-2; TAPPI T 248

**Условия работы:**

- 30 г. а.с.в.
- концентрация 10 %
- макс. объем 300 мл



## Комплекс для моделирования анизотропных волокнистых структур:

- динамическое формующее устройство (1),
- пресс с регулируемой нагрузкой (2);
- устройство контактной сушки с регулируемой температурой (3)

**Условия работы:**

- размер образца 245×900 мм;
- скорость 1200 м/мин;
- давление на прессе 2-6 кг/см
- температура сушки 95-98 °С



# Методическое обеспечение. Испытание образцов (1)



## Микрометр (ISO 534, ГОСТ 27015)

- диапазон измерений 0-1,25 мм;
- разрешение 0,1 мкм;
- давление 100 кПа;
- площадь измерения 2 см<sup>2</sup>

## Сопротивление раздиранию по Эльмендорфу (ГОСТ 13525.3; DIN EN 21974; ISO 1974)



## Определение сопротивления продавливанию (ГОСТ Р ИСО 2758)



## Определение сопротивления разрыву (ГОСТ ИСО 1924-1, 1924-2, 1924-3)

- диапазон усилия 3 – 750 Н;
- длина образца 180 мм;
- ширина 15 мм (или 25, 50);
- скорость испытания 100 мм/мин



## Воздухопроницаемость по Герлею (ГОСТ 30114-95; ISO 5636-5)



## Поверхностная впитываемость воды по Коббу (ГОСТ 12605-97; ISO 535)

- Объем воды 100 мл;
- температура воды 20±1°C или 23±1°C;
- площадь образца 100 см<sup>2</sup>



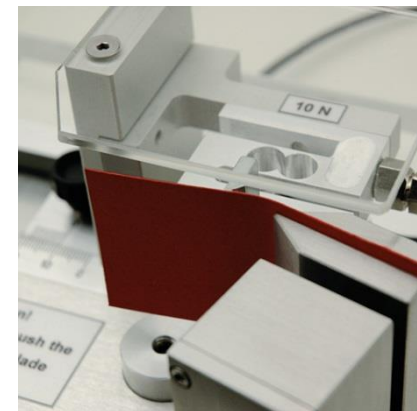
Сопротивление раздиранию
   
 по Эльмендорфу
   
 (ГОСТ 13525.3; DIN EN 21974;
   
 ISO 1974)



Сопротивление изгибу,
   
 (ISO 2493,SCAN P29,DIN 53121)

$$S_b = \frac{F \cdot 60 \cdot l^2}{\alpha \cdot \pi \cdot b}$$

*F* – нагрузка, мН;
   
*l* – активная длина образца, см;
   
*α* – угол изгиба образца, град;
   
*b* – ширина образца, *b*= 3,8 см.



Ультразвуковой тестер определения направления
   
 максимальной эластичности волокон (TSO)
   
 и индекс жесткости при разрыве (TSI)

**Сопротивление сжатию короткого образца (SCT – Short span compression test)**

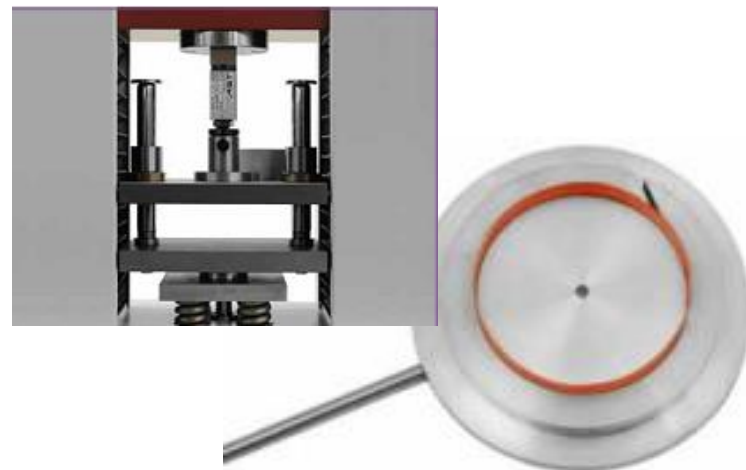
**ГОСТ Р ИСО 9895; ISO 9895**



**Требования:**

- масса бумаги и картона, 100-400 г/м<sup>2</sup>
- ширина образца 15 мм
- расстояние между зажимами 0,7 мм.

**Разрушающее усилие при сжатии кольца в поперечном направлении (RCT, Ring crush test)**  
**ГОСТ 10711; ISO 12192**



**Требования:**

- ширина образца  $12,7 \pm 0,1$  ( $15 \pm 0,1$ ) мм;
- длина образца  $150 \pm 0,5$  ( $152 \pm 0,5$ ) мм;
- скорость приложения нагрузки  $110 \pm 23$  Н/с



## ГОСТ Р ЕН 1822-1-2010



## Спецификация и условия работы:

<b>Модель тестера</b>	<b>3160</b>
Применяемые образцы	Плоские фильтры, картриджи
Стандартная продолжительность теста, с	30 ... 1200
Максимальная измеряемая эффективность, %	99,999999
Тип генерируемого аэрозоля	масло и соль
Детектор частиц	Конденсационные счетчики частиц
Диапазон потока воздуха, л/мин	1 - 100



СЕВЕРНЫЙ  
(АРКТИЧЕСКИЙ)  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



# БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Наталья Щербак,  
к.т.н., доц., доцент кафедры технологии ЦБилХП  
САФУ имени М.В. Ломоносова,  
тел.: +79115914526  
e-mail: n.sisoeva@narfu.ru