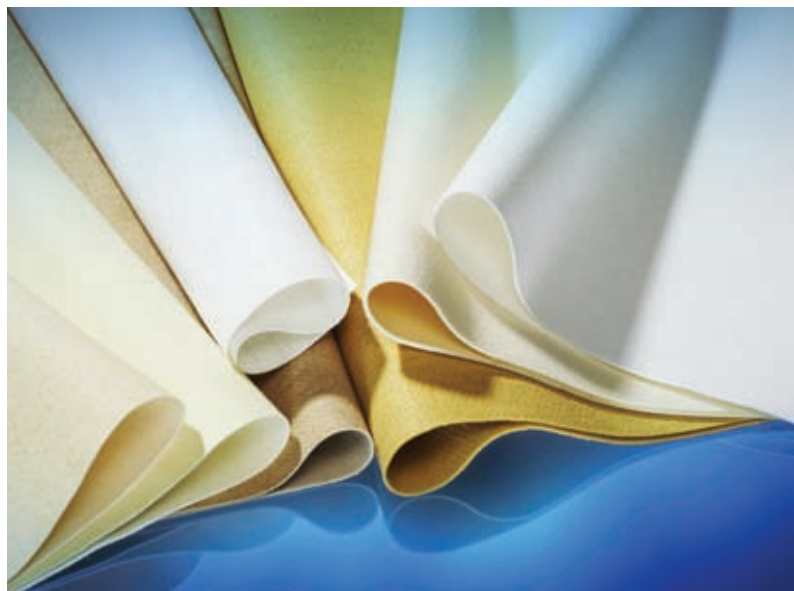


Подотрасль нетканых материалов является самой молодой в текстильной промышленности, однако за 50–60 лет своего существования успела превратиться в очень обширный и жизненно важный сектор экономики. Характерно и то, что нетканые материалы продолжают распространяться нарастающими темпами, проникая во все новые сферы жизни и деятельности людей и заменяя традиционные материалы или образуя оптимальные комбинации с ними. В статье рассмотрены основные этапы истории развития промышленности нетканых материалов.

Одной из наиболее массовых, разнообразных и быстроразвивающихся групп нетканых материалов остается группа иглопробивных полотен (фото: www.bwf-envirotec.ru)



Нетканые материалы на пути прогресса

А. П. Сергеенков, к. т. н.

За последние пять лет в мире было введено в эксплуатацию 38 производственных линий мощностью от 15 тыс. т/год и выше по производству полипропиленовых нетканых материалов по технологиям спанбонд и мелтблаун, которые можно объединить одним термином – спанмелт. Суммарная мощность этих линий составила порядка 678 тыс. т/год. В период с 2018 по 2022 г. ожидается дальнейшее увеличение производственных мощностей в этой области на 409 тыс. т, причем это число с большой вероятностью может быть превышено. Эти мощности должны удовлетворить растущий спрос развивающихся и даже насыщенных рынков в имеющих малую поверхностную плотность и высокие прочностные свойства нетканых спанмелт-материалах. Объемы производства, спрос на легкие нетканые спанмелт-материалы из полипропилена, а также степень загрузки производственных мощностей очень сильно различаются в отдельных регионах мира. На эти показатели и дальнейшее их изменение в перспективе оказывают влияние многочисленные факторы, включая затраты на стоимость используемого сырья, несоответствие спроса и предложения, расширение использования передовых технологий, способствующих снижению производственных расходов, появление на рынке новых международных и региональных производителей и многое другое [1].

За несколько десятилетий, начиная примерно с 1970 г., производство нетканых материалов превратилось в одну из наиболее быстро развивающихся и инновационных отраслей текстильной промышленности. Сфера применения нетканых материалов непрерывно расширяется, охватывая все новые и новые области жизнедеятельности человека. С течением времени темпы развития промышленности нетканых мате-

риалов не только не снижаются, но, напротив, постоянно растут, о чем, в частности, свидетельствуют данные, приведенные на рис. 1 и 2 [2].

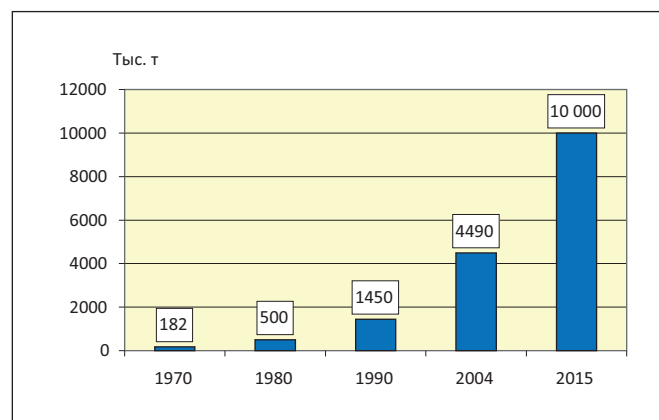


Рис. 1. Изменение мирового объема производства нетканых материалов в период с 1970 по 2015 г. [2]

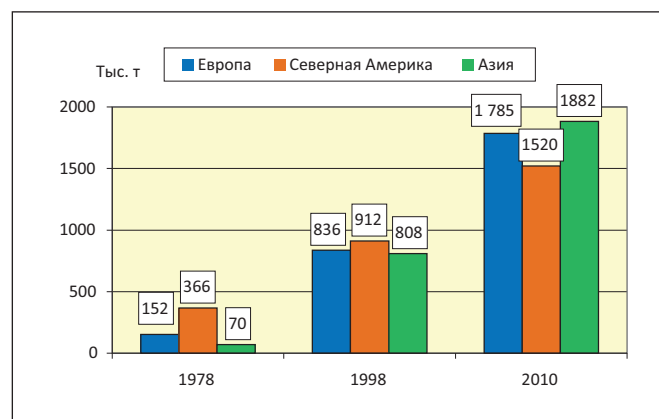


Рис. 2. Изменение объемов производства нетканых материалов в период с 1978 по 2010 г. в основных регионах мира [2]

Новые возможности для такого быстрого развития во многом определяются ранее достигнутыми результатами, т. е. совершенствованием и модификацией уже освоенных технологий и разработанного оборудования. По этой причине сохранение, бережное обращение и внимательное изучение накопленного десятилетиями опыта имеют важное значение для дальнейшего успешного продвижения вперед по пути прогресса. Еще одним фактором, обуславливающим интенсивный прогресс в этой области, служат революционные идеи, позаимствованные зачастую из смежных и даже отдаленных отраслей промышленности и реализуемые в форме принципиально новых технологий производства нетканых материалов со специфическими структурными особенностями и неповторимыми комплексами свойств, открывающими им дорогу в ранее недоступные области практического применения.

В табл. 1 выборочно приведены ключевые моменты развития промышленности нетканых материалов за 55 лет их существования, знаменующие появление новых видов материалов, технологий и (или) машин, кроме того, ниже более подробно описан весь исторический путь, пройденный неткаными материалами, который условно может быть разделен на несколько этапов, охватывающих примерно по 10 лет.

1970–1981 гг.

В период с 1970 по 1981 г. было организовано и быстро развивалось производство полиамидных, полиэфирных и полипропиленовых волокон, которые стали основой для массового производства нетканых материалов. Характерными признаками этой стадии развития являются совершенствование технологического оборудования с точки зрения повышения его производительности и ширины вырабатываемых полотен, а также расширение областей применения нетканых материалов, в первую очередь, в направлениях замены тканей (прокладочных и санитарно-гигиенического назначения) и изготовления напольных иглопробивных покрытий с гладкой поверхностью. Следует отметить, что примерно с середины 1970-х гг. все более сильную конкуренцию гладким иглопробивным покрытиям начали со-



Фото 1. Структурированное (ворсовое) иглопробивное полотно с петлевым ворсом, изготовленное на иглопробивной машине серии DI-LOOP (фото: Rostoi Sugd)

ставлять тафтинговые ковровые покрытия с ворсовой поверхностью. Производители нетканых материалов и оборудования для их изготовления не стали спокойно наблюдать за исходом этого противостояния, а активно включились в борьбу. В противовес тафтинговым ковровым материалам были разработаны – в первую очередь, компанией Dilo – технологии и оборудование для производства структурированных (ворсовых) иглопробивных полотен марок DI-LOOP (1969 г.), DI-LOFT (1974 г.) и DI-LOOR (1982 г.). Позднее подобные иглопробивные материалы получили широкое применение, в частности, в оформлении интерьера автомобилей (фото 1) [2].

1982–1991 гг.

Второе десятилетие (1982–1991 гг.) можно охарактеризовать фразой «расширение областей применения нетканых материалов за счет новых видов сырья и новых технологий».

Применение термопластичных связующих волокон, совершенствование технологии спанбонд, наращивание мощностей для гидроструйного скрепления волокнистых холстов (технологии спанлейс) создали все возможности для экономически эффективного производства высококачественных нетканых материалов строительного, сельскохозяйственного, про-



Фото 2. Реконструкция железной дороги Москва – Санкт-Петербург производилась с применением геотекстильного полотна марки Тураг (источник: ООО «Дюпон Наука и Технологии»)

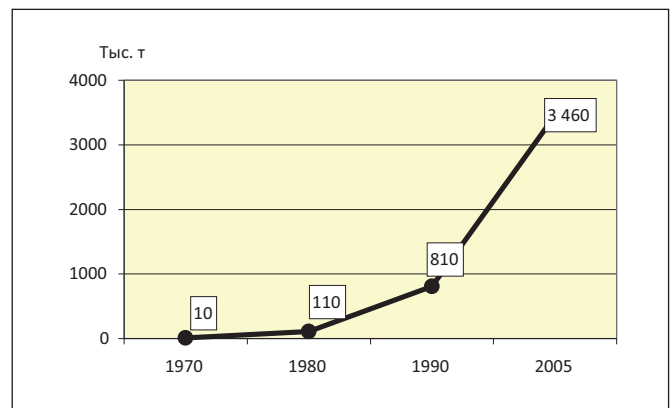


Рис. 3. Изменение объемов мирового производства геотекстильных нетканых материалов в период с 1970 по 2005 г. [2]

Таблица 1. Основные вехи на пути развития мировой промышленности нетканых материалов в период с 1972 по 2017 г. [2]

Год	Событие (фирма-разработчик, страна)
1	2
1972	Появление информации о волокнах, технологии и оборудовании для скрепления волокнистых холстов с применением связующих волокон
1972	Презентация суперабсорбентов для применения в нетканых материалах гигиенического назначения (Stockhausen, Германия)
1973	Создание горизонтального преобразователя прочеса со скоростью раскладки до 100 м/мин и транспортировкой прочеса между двумя движущимися лентами
1973	Разработка технологии производства нетканого материала Sontara путем скрепления волокнистого холста струями воды (технология спанлейс) (DuPont, США)
1974	Патент на вильчатые пробивные иглы (Singer, Германия)
1974	Создание иглопробивной машины с перфорированными вращающимися цилиндрическими столами (Asselin, Франция)
1975	Разработка полиуретанового термопластичного связующего для скрепления волокнистых холстов (Goodrich Chemical, США)
1976	Разработка иглопробивной машины Di-Tack с транспортировкой скрепляемого волокнистого холста без вытяжки посредством щеточного транспортера (Dilo, Германия)
1977	Появление информации о формировании холстов из ультратонких волокон в электрическом поле высокого напряжения для последующего использования их в производстве фильтров для чистых помещений (Bayer и Freudenberg, Германия)
1979	Разработка технологии производства клеящей сетки Xiret (Xiro, Швейцария)
1980	Появление информации о резке нетканых материалов струями воды (Kimberlay, США)
1981	Разработка конических пробивных игл (Singer, Германия)
1982	Демонстрация ультразвуковой сварочной установки для скрепления волокнистых холстов (США)
1982	Поставка первой установки для производства нетканых материалов из полипропилена по технологии спанбонд (Reifenhaeuser, Германия)
1983	Разработка иглопробивной машины NL2000 с частотой прокалывания 2000 мин ⁻¹ (Fehrer, Австрия)
1984	Разработка технологии производства термоскрепленных не содержащих связующего нетканых материалов на основе сформированных мокрым способом волокнистых холстов (Papiertechnik Balsthal, Швейцария)
1984	Разработка технологии производства нетканых материалов Norafin путем гидроструйного скрепления волокнистых холстов (Wiesbaden, ГДР)
1986	Появление информации о применении полых волокон в производстве нетканых материалов
1986	Разработка технологии производства полиуретановых нетканых спанбонд-материалов Kanebo (Япония)
1986	Проведение первой специализированной выставки Techtextil в г. Франкфурте-на-Майне (Германия)
1987	Патент на способ профилирования волокнистых холстов, формируемых на механических преобразователях прочеса (Autefa, Германия)
1988	Патент на способ производства ворсового вязально-прошивного нетканого материала Kunit (FIFT, ГДР)
1989	Создание пилотной установки с рабочей шириной 1 м для производства нетканых материалов по технологии мелтблаун (Reifenhaeuser, Германия)
1991	Разработка механического преобразователя прочеса Profile с возможностью профилирования формируемого волокнистого холста и скоростью приема прочеса до 120 м/мин (Amdes, Франция)
1994	Создание производственной установки, позволяющей изготавливать нетканые материалы по технологии спанбонд, как из ПП, так и из ПЭТ (Kobe Steel Ltd., Япония)
1995	Создание иглопробивной машины Nuregripunch модели DI-LOOM HSC 25 с движением игл по эллиптической траектории, с частотой прокалывания до 3000 мин ⁻¹ и скоростью выпуска материала до 135 м/мин (Dilo, Германия)
1996	Появление информации о технологии производства нетканого материала Evolon путем скрепления струями воды холста, состоящего из ПЭТ-полиамидных бикомпонентных волокон, с одновременным расщеплением этих волокон на отдельные монокомпонентные ультратонкие волокна (Freudenberg, Германия)
1996	Патент на технологию производства ворсовых холстопршивных полотен Multiknit (Karl Mayer Malimo, Германия)
1996	Цифровая контролирующая система (DCS) с измерительными и регулируемыми устройствами для контроля качества нетканых материалов в процессе их изготовления (Erhardt und Leimer, Германия)
1999	Демонстрация технологии изготовления нетканых материалов путем скрепления волокнистого холста струями воздуха (STFI, Германия)
1999	Разработка технологии производства нетканого материала путем гидроструйного скрепления холста из поливинилацетатных волокон (Isolyser, США)
1999	Применение наполненных углеродными волокнами композиционных материалов в иглопробивных машинах, в частности, при изготовлении игольных балок и игольных досок
1999	Переработка на самой современной расширяющей установке восстановленных волокон из старой одежды с производительностью 15 тыс. т/год и изготовление из этих волокон нетканых материалов на предприятии в промышленной зоне Chemiepark Bitterfeld (Soex, Германия)
1999	Разработка технологии 3D Web-Linker (позднее Narco) производства дистанционных нетканых материалов (Laroche, Франция)
2000	Появление информации о модификации поверхности волокон путем плазменной обработки нетканых материалов с целью повышения их гидрофильности, смачиваемости и адгезии к связующим
2001	Разработка клеящих нетканых материалов Tec Web из полиамидного, ПЭТ, ПП и полиуретанового сырья (AB-Tec, Германия)
2002	Демонстрация комбинации производственных установок Perfobond 2000 и Jetlace 3000 для прямого гидроструйного скрепления формируемых фильерным способом волокнистых холстов (Rieter Perfojet, Франция)

Продолжение табл. 1

1	2
2005	Разработка высокоскоростного маятникового преобразователя прочеса Hyperlayer (Dilo, Германия)
2005	Создание полифениленсульфидных волокон с особенно высокой температуро- и химстойкостью (Rhodia, Германия)
2007	Демонстрация технологии вдувания волокон в форму для прямого изготовления формованных изделий из волокон (Fiber Engineering, Германия)
2007	Появление информации о технологии изготовления нетканых материалов на основе холстов, формируемых фильерным способом из биоразлагаемых полилактидных волокон (STFI, Германия)
2008	Появление информации о применении сшивающегося под воздействием влаги расплава сополимера пропилена с аллилглицидиловым эфиром для скрепления путем склеивания не подвергнутых предварительной обработке полипропиленовых нетканых материалов (Jowat, Германия)
2008	Разработка технологии IsoProdyp для повышения равномерности и улучшения физико-механических свойств нетканых материалов (NSC Nonwovens, Франция)
2009	Демонстрация иглопробивной машины Stylus (Oerlikon Neumag, Германия)
2009	Разработка установки EWK413 для формирования холстов из неориентированных волокон, расчесывающие валы которой выполняют функции главного барабанами, рабочих и съемных валиков чесальной машины (Erco Truetzschler, Германия)
2011	Демонстрация устройства для автоматизированной смены пробивных игл (CU4 Motion, Германия)
2012	Появление информации о цифровой печати на нетканых материалах (Multi-Pilot, Германия)
2013	Презентация новой слоеформирующей головки с особенно равномерной укладкой волокон для аэродинамической холстоформирующей установки (Oerlikon Neumag, Германия)
2014	Появление информации о гидроструйном скреплении слоев целлюлозной пульпы и вискозных волокон с целью производства пригодных для смываемых в канализацию салфеток (Truetzschler Nonwovens, Германия)
2014	Презентация технологии High-Loft формирования высокообъемных холстов из формируемых и одновременно подвергаемых тепловому гофрированию бикомпонентных волокон (Reifenhaeuser, Германия)
2014	Появление информации о технологии Scaftohne изготовления нетканых материалов медицинского назначения из биорассасывающихся полимерных волокон, способных целенаправленно выделять активные вещества (Freudenberg, Германия)
2014	Презентация компактного нетканого материала, соединенного по технологии термопрессования без применения связующего с наружными полимерно-углеродными слоями с обеспечением возможности передачи нагрузки между этими слоями (Sandler, Германия)
2015	Презентация салфеток Arwell, представляющих собой скрепленный методом каландрования многослойный нетканый материал, состоящий из сформированных фильерным способом из ПП и полилактида наружных слоев и внутреннего целлюлозного слоя (Harper Hygienics, Польша)
2017	Создание вискозных волокон большой тонины, большой длины и с высокой влаговпитывающей способностью для использования в производстве napольных покрытий (Lenzing, Австрия)

мышленного назначения, а также разнообразных геотекстильных полотен (фото 2 и рис. 3).

Инженеры-строители и прочие потребители в начале 1980-х гг. рассмотрели многообразные возможности повышения экономической эффективности строительства всевозможных объектов с применением целенаправленно изготавливаемых геотекстильных материалов, обладающих – в сравнении с традиционными строительными материалами – «проницаемостью песка и прочностью стали» (см. фото 2). Наряду с экономическими преимуществами, производимые из полипропиленового и полиэфирного сырья геотекстильные иглопробивные спанбонд-материалы способствуют повышению качества строительных объектов и увеличению сроков их службы. В результате растущего спроса началось быстрое увеличение объемов производства геотекстильных нетканых материалов, которое ускоренными темпами продолжается и поныне (см. рис. 3) [2].

Новые возможности практического применения нетканых материалов в сферах медицины и фильтрации во многом были обусловлены предварительной разработкой технологий производства и переработки более тонких волокон, позволяющих изготавливать текстильные материалы со значительно мень-

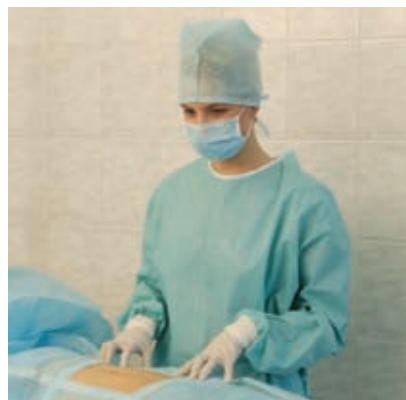


Фото 3. В число наиболее перспективных областей применения нетканых материалов с малой поверхностной плотностью входят медицина и здравоохранение, в частности производство одежды и белья для операционных (фото: ГК «ГЕКСА»)

шей поверхностной плотностью (фото 3). Инновационный импульс производству ультратонких волокон придала разработанная в Японии технология получения расщепляемых волокон. Главная цель этой технологии заключалась в отыскании возможностей замены коллагеновых волокон натуральной кожи пучками ультратонких волокон и производства на этой основе высококачественной синтетической кожи, такой как, например, Alcantara. Речь в данном случае идет о бикомпонентных волокнах типа «остров-в-море». После формирования холста из таких волокон один из компонентов удалялся, а оставшийся компонент об-

разовывал волокна с линейной плотностью 0,05 дтекс. В результате дальнейшего развития были созданы би-компонентные волокна радиальной структуры, состоящие из комбинаций полиэтилентерефталата (ПЭТ) и полиамида, а также двух видов ПЭТ. Такие волокна подвергались расщеплению путем обработки образцованного из них холста иглопробивным способом или струями воды с получением микроволокнистой структуры без потери вещества. Нетканые материалы с такой структурой, характеризующиеся большой площадью поверхности волокон, достаточно хорошей прочностью и малой поверхностной плотностью очень быстро нашли применение в производстве фильтров и разнообразных чистящих изделий.

1992–2001 гг.

Одним из основных направлений развития в третьем десятилетии (1992–2001 гг.) можно считать разработку нетканых материалов новых структур на основе постоянного совершенствования иглопробивной, вязально-прошивной и гидроструйной технологий их производства. В обобщенном виде возможности изменения внешнего вида и структуры нетканых материалов с помощью различных механических способов их обработки приведены в табл. 2.

Созданные в этот период базовые технико-технологические основы скрепления волокнистых холстов обеспечили среди прочего возможность экономически эффективного изготовления высокообъемных нетканых материалов, а также разнообразных многокомпонентных материалов, в том числе, фильтровального и мебельного назначений. Из множества появившихся в это время технологий можно выделить [2]:

- дополнительную обработку путем иглопрокалывания кругловязанных материалов большого диаметра для последующего использования в производстве верхней одежды;

Таблица 2. Возможности применения механических способов обработки для целенаправленного изменения внешнего вида и структуры нетканых материалов [2]

Достижимый эффект	Иглопрокалывание	Перепутывание волокон струями воды или воздуха	Проявление
Соединение волокнистого холста и нетканого материала	Да	Да	Да
Образование ворса	Да	–	Да
Соединение поверхностей полотен	Да	Да	Да
Узорообразование	Да	Да	Да
Дополнительное упрочнение текстильных поверхностей	Да	Да	Да
Расщепление многокомпонентных волокон или пленок на микроэлементы	Да	Да	–

- соединение двух слоев материала Kunit с образованием двухслойного вязально-прошивного материала Multiknit;

- соединение путем иглопрокалывания двух слоев нетканого материала и расположенного между ними слоя бентонитового порошка с целью получения герметизирующего геотекстильного полотна или соединение путем гидроскрепления двух волокнистых холстов и промежуточного слоя целлюлозной пульпы для производства нетканых материалов гигиенического назначения;

- производство ворсовых вязально-прошивных полотен со структурированными и (или) цветными узорами путем соединения вязально-прошивным способом нескольких систем нитей;

- придание гладким нетканым материалам велюроподобного внешнего вида путем их иглопрокалывания.

Особенно заметными в рассматриваемый период оказались изменения, происходившие в области производства нетканых материалов из полипропилена, доля которого в 1995 г. в общем объеме расходуемого на производство нетканых материалов волокнистого сырья превысила 50 %. В гигиеническом секторе ранее изготавливавшиеся из вискозных волокон и хлопка нетканые материалы интенсивно вытеснялись полипропиленовыми неткаными материалами, вырабатываемыми либо с применением связующих волокон других видов, либо по технологии спанбонд. Важными преимуществами таких нетканых материалов являются снижение поверхностной плотности без ухудшения функциональных свойств, а также возможность их более экономичного изготовления и переработки.

Упомянутое выше вытеснение натуральных (в частности, хлопковых) и искусственных (вискозных) волокон синтетическими (полипропиленовыми, полиэфирными и другими) из ряда областей применения нетканых материалов вовсе не означает снижения интереса к первым двум группам волокон, важными преимуществами которых среди прочего являются неповторимые природные гигроскопические свойства и использование воспроизводимого сырья для их производства (табл. 3). Так, в последние годы во многих странах отмечается повышенный интерес к расширению применения натуральных (в первую очередь, лубяных) волокон при изго-

Таблица 3. Затраты на производство 1 т волокон разных видов и эмиссия диоксида углерода

Показатель	Хлопковое волокно	Вискозное волокно	Полиэфирное волокно
Требуемая сельскохозяйственная площадь, га	0,82	0,39	–
Расход воды, м ³	5,8	400	0,1
Потребление энергии, ГДж	31	33	78
Эмиссия диоксида углерода, т	2,8	2,8	5,5

товлении нетканых материалов, в том числе технического назначения. Более быстрый рост объемов потребления синтетических волокон обуславливается – наряду с другими важными факторами – сохраняющимися на протяжении многих лет высокими темпами увеличения объемов производства нетканых материалов, значительно превосходящими темпы роста объемов выпуска натуральных волокон.

К числу основных тенденций развития в секторе нетканых материалов, действовавших в этот период времени, можно отнести [2]:

- разработку крупнейшими производителями нетканых материалов всемирной торговой сети, причем интернациональные заказчики, зачастую, обеспечивались необходимой им продукцией через региональные производственные предприятия;
- дальнейшее смещение вырабатываемого ассортимента нетканых материалов в сторону продукции технического назначения, т. е. все более широкое использование нетканых материалов в качестве технического текстиля. Это сопровождалось расширением спектра выпускаемых нетканых материалов как в отношении поверхностной плотности (от легких до тяжелых), так и с точки зрения используемого сырья (натуральные и химические волокна);
- изменения в сфере оборудования, где широкому кругу пользователей все чаще приходилось заниматься обслуживанием не только проверенных практикой надежных стандартных поточных линий, но и вновь разрабатываемых высокоэффективных инновационных производственных установок;
- расширяющееся применение управляемого компьютерами измерительно-регулирующего оборудования, способствующего повышению уровня технологической надежности производственных машин и линий, а также обеспечению надлежащего качества выпускаемой продукции.

Примерно начиная с 2000 г. ведущие производители оборудования для изготовления нетканых материалов начинают уделять все больше внимания вопросам инжиниринга и реализации возможностей объединения в одной комплексной производственной линии двух и более различных технологических процессов.

С инженерно-технической точки зрения это означает, что на основе заранее сформулированных

требований к нетканым материалам осуществляется текущая оптимизация технологических процессов их изготовления для обеспечения наилучшего качества, достаточного объема выпуска и технико-экономической эффективности. Комбинации технологий формирования и скрепления волокнистых холстов, отделки нетканых материалов в сочетании с интегрированными высокоэффективными системами регулирования технологических процессов и использованием новых видов сырья создают благоприятные возможности для разработки новых видов нетканых материалов. В это же время заметно расширяется и укрепляется международная тенденция, заключающаяся в принятии на себя одной компанией ответственности за все компоненты поставляемой новой производственной линии.

2002–2011 гг.

В период четвертого десятилетия развития (2002–2011 гг.) промышленность нетканых материалов продолжала реализовывать потенциальные возможности роста и инновационных решений. На выставке ITMA-2003, проходившей в г. Бирмингеме, международной промышленности нетканых материалов впервые была предоставлена собственная платформа – павильон для размещения оборудования, предназначенного для производства и отделки ее продукции. Ниже представлены наиболее важные тенденции и результаты развития в указанный период [2].

1. Европейские предприятия, работающие в сфере нетканых материалов, чтобы сохранить свои позиции в глобальной конкурентной борьбе, оказались вынужденными все в большей степени концентрировать свое внимание на создании и внедрении инноваций, дифференцировании производимой продукции и вопросах сервисного обслуживания. Кроме того, перед ними встала острая необходимость улучшения рамочных условий, включая приемлемые затраты на сырье и, по возможности, низкие цены на энергоресурсы. Еще в то время прогнозировалось увеличение мирового среднедушевого потребления нетканых материалов с 1 кг в 2006 г. до 3 кг и более в 2026 г.

2. Высокие потенциальные возможности роста объемов производства нетканых материалов проявились в санитарно-гигиеническом секторе (фото 4);

Таблица 4. Развитие технологии скрепления волокнистых холстов струями воды или пара в 1985–2010 гг.

Показатель	1985–1990 гг.	1995–2000 гг.	2005–2010 гг.
Средство для перепутывания волокон	Струи воды	Струи воды	Струи воды или пара
Перерабатываемые волокнистые материалы	Вискозные и полиэфирные волокна	Натуральные и штапельные химические (в том числе бикомпонентные и расщепляемые) волокна	Натуральные и бесконечные или штапельные химические (в том числе бикомпонентные и расщепляемые) волокна
Поверхностная плотность нетканых материалов, г/м ²	30–120	15–500	10–650
Рабочая ширина оборудования, мм	До 2000	До 4000	До 5500
Давление струй воды, бар	До 150	До 300	До 400
Скорость выпуска материала, м/мин	10–50	250–300	До 500



Фото 4. Салфеткам санитарно-гигиенического назначения можно придавать различные рельефные эффекты непосредственно в процессе гидроструйного скрепления холста на установке AquaJet (фото: Fleissner)

одной из основных причин этого стал рост потребления такой продукции в развивающихся странах.

3. Примерно с 2010 г. промышленность нетканых материалов все более активно включается в решение глобальных экологических проблем, связанных

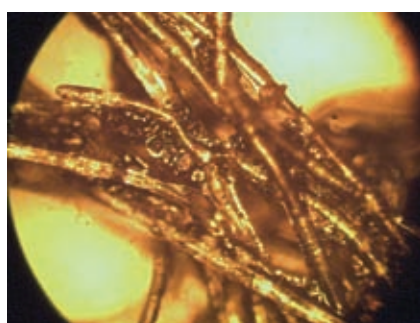


Фото 5. Поперечный срез пропитанного наполненной полимерной дисперсией нетканого материала, предназначенного для защиты от электромагнитного излучения, при 1200-кратном увеличении (фото: НИИИМ)

с уменьшением запасов сырьевых ресурсов, необходимостью экономии энергоресурсов и все более отчетливо проявляющимися изменениями климата. Обладающие тепло-, жаро- или звукоизолирующими свойствами нетканые материалы перерабатываются среди прочего в формованные изделия и оболочки. Нетканые материалы, предназначенные для защиты от повышенного давления, ударов или воздействия инородных предметов, стали также использовать для изготовления формованных изделий, контейнеров или оболочек. При этом и в том, и в другом случае на одну или обе поверхности нетканого материала наносятся или вводятся в его внутреннюю структуру функциональные вещества или элементы в различной форме, например в виде гранул или плоских элементов, в том числе защитных пленок (фото 5). Герметизирующие нетканые материалы содержат наполнители в форме бентонитовых гранул.

4. В 2010 г. Азия, благодаря быстрому развитию китайской промышленности нетканых материалов, обогнала по годовому объему производства Европу и Северную Америку (см. рис. 2).

5. В производстве и отделке нетканых материалов все более широкое применение находят передовые технологии, включая создание наноструктур, лазерную и плазменную обработку.

С точки зрения технико-технологического развития в рассматриваемый период возрастающее внимание привлекает технология скрепления волокнистых холстов струями воды (спанлейс), как один из наиболее прогрессивных с позиций технико-экономической эффективности, качества вырабатываемой продукции и экологичности способов производства нетканых материалов. Благодаря обеспеченному в это время значительному увеличению давления воды и скорости выпуска спанлейс становится оптимальным для скрепления формируемых с высокой скоростью фильерным способом холстов из бесконечных волокон (табл. 4). В качестве основных преимуществ гидроструйного скрепления таких холстов по сравнению с традиционным термоскреплением с помощью каландра можно назвать:

- высокую прочность, мягкий гриф и увеличенную толщину вырабатываемых нетканых материалов;
- возможность скрепления многослойных волокнистых холстов;
- возможность перфорирования и структурирования поверхности нетканых материалов непосредственно в процессе гидроскрепления.

Совершенствование каландров на этом не остановилось, а продолжилось, причем, в разных направлениях. В этой связи следует отметить, прежде всего, достижения компании ANDRITZ Kuesters, которая принадлежит к числу пионеров в области производства каландров для изготовления и обработки текстильных (в том числе, нетканых) материалов и бумаги, сохраняя на протяжении десятилетий роль технологического лидера. В настоящее время компания является единственным в мире производителем каландров с тремя различными системами валов с регулируемым прогибом: плавающий вал модели S-Roll, вал HyCon Roll с опорами на гидроцилиндрах и впервые продемонстрированный на выставке ITMA-2012 в г. Барселоне вал Xpro Roll с раздельными зонами регулирования (более подробно см. ПМ № 3, 2014, с 34–37. – Прим. ред.). Для любой из множества областей применения текстильных материалов может быть предложена оптимальная система валов.

Продолжают последовательно развиваться в текущем десятилетии и другие направления промышленности нетканых материалов, о чем свидетельствуют примеры ряда достижений в этот период, приведенные в табл. 1. Но об этом – в последующих публикациях.

Литература

1. Marktstudie // AVR. – 2017. – Nr. 6. – S. 10.
2. Faszinierende Vielfalt // AVR. – 2017. – Nr. 6. – S. 16–25.

Nonwoven Fabrics on the Way of Progress

A. P. Sergeevkov

The subsector of nonwoven fabrics is the youngest in the textile industry, however in 50–60 years of the existence has managed to turn into very extensive and vital sector of our society. The main stages of history and the perspective directions of development of the nonwoven fabrics industry are considered. ■