

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

**Производство нетканых текстильных материалов  
по физико-химическим технологиям**

**Методические указания к лабораторным работам**

для студентов специальности  
1-50 01 01 «Производство текстильных материалов»

Витебск  
2017

УДК 677.026.45

Производство нетканых текстильных материалов по физико-химическим технологиям: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 1-50 01 01 «Производство текстильных материалов»

Витебск : Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2016

Составители: к.т.н., доц. Соколов Л.Е.,  
к.т.н., доц. Скобова Н.В.

В методических указаниях рассмотрены технологии и оборудование для производства нетканых текстильных материалов по физико-химическим технологиям.

Одобрено кафедрой ТТМ УО «ВГТУ» « 05 » октября 2016 г., протокол № 3.

Рецензент: к.т.н., доц. Гришанова С.С.  
Редактор: к.т.н., доц. Медвецкий С.С.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «26 » октября 2016 г., протокол № 8.

Ответственный за выпуск: Тищенко О.А.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 28.02.17. Формат 60x90 1/16. Уч.-изд. лист. 2.1  
Печать ризографическая. Тираж 60 экз. Заказ 88

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изделий №1 / 172 от 12 февраля 2014 г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1. Производство нетканых текстильных материалов клеевым способом и формованием из расплава полимера.....	5
Лабораторная работа № 2. Производство нетканых текстильных материалов бумагоделательным способом и способом термопрессования.....	21
Лабораторная работа № 3. Новые способы производства нетканых текстильных материалов.....	26
Литература.....	34

## Введение

Производство нетканых текстильных материалов (НТМ) в последнее время является единственной подотраслью в текстильной промышленности, демонстрирующей высокую положительную динамику как инвестиций, так и физических объемов производства. Планируется производить до 2020 года примерно 2000 млн. м<sup>2</sup> НТМ в год.

Основными предпосылками интенсивного роста производства НТМ являются прогрессивность технологии, обеспечивающая возможность комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, сокращение трудовых и капитальных затрат, возможность переработки всех видов волокон.

По своим свойствам НТМ успешно конкурируют с тканями и заменяют их, а по некоторым свойствам превосходят традиционные текстильные материалы.

Наиболее перспективным направлением развития отрасли НТМ являются технологии их производства физико-химическими способами.

Представленные лабораторные работы направлены на подробное, глубокое изучение современных технологических процессов и оборудования для производства НТМ физико-химическими способами.

Лабораторные работы выполняются параллельно с изучением теоретического курса, поэтому в пособии приводятся только основные сведения по изучаемым темам.

Пособие содержит задания по лабораторным работам с указанием темы и цели работы, основные сведения и методические указания по выполнению работ, а также указания по отчету и рекомендуемую литературу.

Лабораторные работы могут проводиться в учебной лаборатории или на предприятиях отрасли.

Для изучения устройства отдельных узлов и механизмов следует применять схемы, чертежи, макеты, стенды, видеофильмы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### ПРОИЗВОДСТВО НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КЛЕЕВЫМ СПОСОБОМ И ФОРМОВАНИЕМ ИЗ РАСПЛАВА ПОЛИМЕРА

**Цель работы:** ознакомление со способами производства клеевых нетканых материалов; изучение видов клеящих материалов для скрепления формируемого материала; изучение конструкции устройств для нанесения связующего материала, изучение особенностей технологии производства нетканых материалов методом прямого формования.

**Задание:**

1. Изучить способы производства клеевых нетканых материалов.
2. Изучить виды связующих материалов, используемых для скрепления волокон в структуре формируемого материала.
3. Изучить конструкции устройств для нанесения связующего материала.
4. Изучить технологию получения нетканого материала методом прямого формования. Рассмотреть особенности различных способов получения нетканого полотна из расплава полимера.
5. Изучить ассортимент изделий, вырабатываемых из клеевых нетканых материалов и материалов, полученных методом прямого формования.

#### Основные сведения

##### Клеевой способ производства нетканых текстильных материалов

Сущность клеевого способа заключается в формировании волокнистого слоя или слоя из одной или нескольких систем нитей с последующим проклеиванием (пропиткой) его клеящим составом и сушкой.

Существует семь основных способов получения клеевых нетканых материалов:

- пропитка;
- бумагоделательный (мокрый) способ;
- горячее прессование;
- закрепление холста связующим с помощью вспомогательного элемента, представляющего собой материал, являющийся носителем связующего;
- склеивание нитей;
- закрепление нитей связующим с помощью вспомогательного элемента;
- расщепление пленки.

Наиболее распространенные способы – пропитка, горячее прессование и бумагоделательный (мокрый).

Для производства клееных нетканых материалов применяют главным образом вискозное волокно, хлопок, полиамидные, полиэфирные, полипропиленовые и др. волокна.

**Основное назначение связующего** состоит в том, чтобы склеить волокна с образованием единой структуры материала и равномерно распределить между волокнами усилия, возникающие в материале под действием внешних нагрузок.

В качестве связующих применяются различные водоэмульсионные системы (термопластичные или термореактивные): латексы полимеров, сополимеров, привитых сополимеров акрилонитрила, бутадиена, стирола, хлористого винила, винилацетата, виниловых эфиров, винилпиридина, а также полиамидов, полиэфиров и сшитых карбоксилсодержащих полимеров. Наиболее широкое применение находят бутадиен-нитрильные и бутадиен-стирольные латексы. Они стойки к старению и имеют высокую адгезию к волокнам.

Обычно в состав связующих на основе этих латексов вводят антиоксиданты (в эмульсии) и в случае необходимости – красители. Для улучшения стойкости к стирке в латексы вводят также отвердители (серу, окись цинка) и ускорители (цинк-меркаптобензотиазол). Введение 5–10 вес. ч. меламиновых смол улучшает адгезию этих латексов к синтетическим волокнам.

Использование в качестве связующих акриловых полимеров (полиметил- и полиэтилакрилатов) обеспечивает высокую стойкость материалов к стирке и химической чистке.

Поливинилацетат и поливинилхлорид не рекомендуется применять в качестве связующих клееных нетканых материалов из-за низкой адгезии к волокнам и невысокой стойкости к окислению (это обуславливает изменение цвета и со временем появление у тканей жесткости). Кроме того, ткани на поливинилацетатном связующем недостаточно стойки к стирке и химической чистке.

В качестве связующих применяются также водные растворы поливинилового спирта, альгинаты, ксантогенат целлюлозы, а также системы, содержащие органический растворитель (обеспечивающие водостойкость материала). В ряде случаев растворитель играет роль связующего. Они растворяют волокна, придают им липкость. В случае неорганических волокон в качестве связующих используют растворы кремнийорганических и других термореактивных смол, обеспечивающие теплостойкость нетканых материалов.

В качестве связующих могут применяться и термопластичные волокна. При добавлении к основному волокну, имеющему более высокую температуру размягчения, они расплавляются при прокатке заготовки через горячие ролики и соединяют волокна в одно целое. Наиболее распространены волокна из ацетатов целлюлозы (темп. плавления 177 °С) и сополимера винилхлорида с винилацетатом (темп. плавления 77 °С). Используют термопластичные волокна полиэтилена, поливинилхлорида и др. Нетканые материалы с такими связующими очень дешевы; их применяют для получения декоративных тканей, лент, фильтровальных материалов.

Порошкообразные смолы (термопластичные и термореактивные) также могут применяться в качестве связующих в нетканых материалах. Однако трудность равномерного распределения порошка в массе волокна ограничивает использование этого дешевого способа. В ограниченных масштабах сейчас применяют порошкообразные поливинилхлорид, поливинилацетат, меламиновые, карбамидо- и фенолоформальдегидные смолы.

**Технологические требования**, предъявляемые к связующему, зависят от способа изготовления нетканого материала. Так, при использовании способа пропитки волокнистых холстов связующее должно обладать хорошей пропитывающей способностью и иметь высокую адгезию к волокну. Этим требованиям отвечают каучуковые синтетические латексы. При производстве нетканых материалов способом горячего прессования с использованием твердых связующих важно правильно выбрать вид связующего (порошок, легкоплавкие волокна); необходимо также, чтобы связующее обладало текучестью при температуре, не вызывающей заметного ухудшения свойств склеиваемых волокон [1].

**Отличительная особенность структуры нетканого клееного полотна** – наличие зон скрепления волокон или нитей связующими веществами. Структура склеек характеризуется конструкцией, внешним видом, размерами, распределением и числом волокон в склейке. Различают несколько типов склеек, встречающихся в структуре нетканых полотен (рис. 1.1).

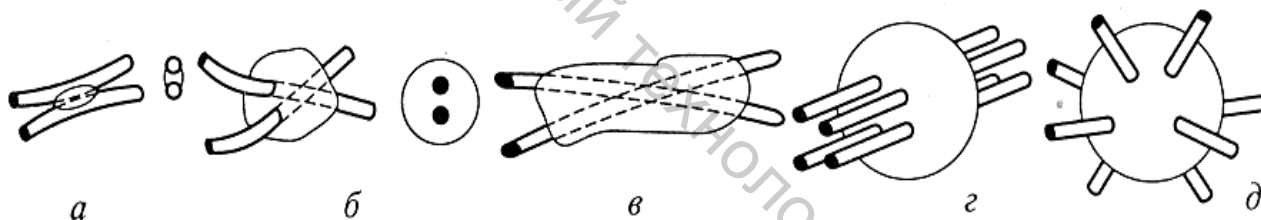


Рисунок 1.1 – Основные типы склеек: *а* – контактная; *б* – склейка-муфта; *в* – ламельная; *г*, *д* – агрегатные с параллельным и хаотичным расположением волокон соответственно

Контактные склейки (рис 1.1*а*) образуются прослойкой связующего между волокнами в местах их контакта. Они характеризуются минимальными размерами и небольшой прочностью; возникают преимущественно при использовании в качестве связующего комбинированных и бикомпонентных волокон, гибридов и при горячем формовании фильерного холста. Склейки-муфты (рис. 1.1*б*) образуют более прочное соединение, но менее подвижное, чем контактные, так как пленка связующего обволакивает волокна в местах пересечения. Эти склейки возникают при скреплении холстов жидкими или твердыми связующими. Ламельные склейки в виде пластин (рис. 1.1*в*) являются как бы увеличенными по длине муфтами, они резко ограничивают подвижность волокон в соединении, возникают преимущественно при использовании в качестве связующего латексов. Агрегатные склейки скрепляют более двух волокон, расположенных параллельно (рис. 1.1*г*) или хаотически (рис. 1.1*д*). При параллельном

расположении волокон конструкция склейки сочетает в себе контактную склейку и муфту, такая склейка обладает максимальной прочностью и минимальной подвижностью. При хаотическом расположении волокон прочность склейки намного ниже.

В нетканых полотнах могут встречаться склейки одновременно разных типов, долевое соотношение которых зависит от вида волокон, структуры холста, вида связующего и условий изготовления полотна. Различают три основных типа структуры нетканых клееных материалов: сегментную, агломератную, точечную.

В сегментной структуре (рис 1.2, а) основную долю составляют агрегатные и ламельные склейки, которые имеют тенденцию к образованию непрерывной трехмерной сетчатой структуры внутри материала. В материалах сегментной структуры свойства определяются в большей степени свойствами связующего, чем свойствами волокон, подвижность которых очень мала. Материалы отличаются жесткостью и малой проницаемостью.

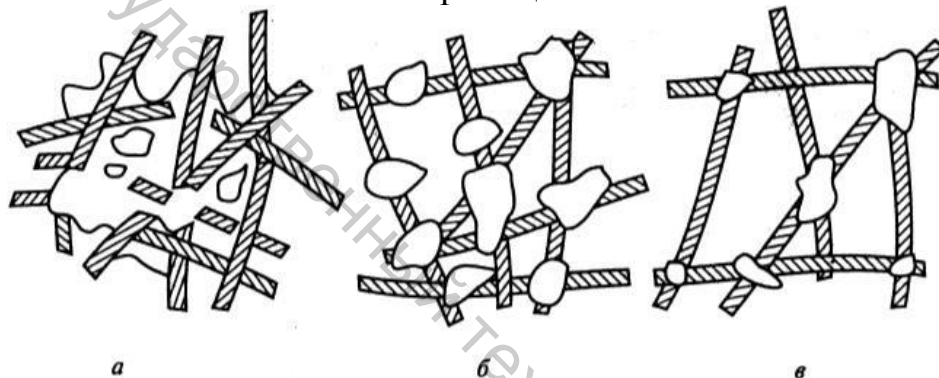


Рисунок 1.2 – Типы структуры нетканого полотна: а – сегментная; б – агломератная; в – точечная

Агломератная структура (рис. 1.2, б) характеризуется наличием преимущественно склеек–муфт, а также случайными скоплениями связующего различной формы. По сравнению с сегментной структурой она более подвижная и менее жесткая. В точечной структуре (рис. 1.2, в) присутствуют контактные склейки и склейки муфты. В ней наиболее рационально распределяется связующее. Свойства полотна точечной структуры определяются свойствами составляющих волокон, характером их расположения и прочностью склеек. Такие полотна отличаются мягкостью, подвижностью, хорошей проницаемостью [2].

**Ассортимент изделий.** Клееные нетканые материалы выпускаются технического и бытового назначения. Нетканые материалы технического назначения используются для получения фильтров, отделочных и изоляционных материалов и технических салфеток. Фильтры, изготавливаемые из нетканых материалов, применяют для очистки воздуха (при кондиционировании, в шахтах и т. д.), топлива (в автомобильном транспорте, авиации, сельском хозяйстве), молока, воды и агрессивных жидкостей. Материалы для фильтров получают пре-



имущественно способами пропитки или горячего прессования на основе бутадиен-нитрильного латекса СКН-40-1ГП и различных термопластичных связующих. Нетканые материалы применяют в автомобильной промышленности для внутренней отделки автомашин: спинок и подушек сиденья, салона, дверных панелей. Для этого используются материалы, изготовленные из волокнистых холстов методом пропитки жидкими связующими и горячим прессованием. Их окрашивают и дублируют с полимерными пленками. Клееные нетканые материалы успешно применяют в качестве упаковочных материалов, обоев, брезентов, прокладок, сальниковой набивки, электрической изоляции, в мебельной промышленности. Их используют также в медицине для изготовления перевязочных материалов, масок, хирургических и стоматологических тампонов, халатов и фартуков. Из нетканых материалов можно изготавливать специальную одежду одноразового пользования с хорошими десорбционными свойствами [1].

**Способы пропитки.** Различают несколько методов пропитки холста: полное погружение или наливание, распыление, плюсование, печать и др. Устройства для сплошной пропитки погружением используют для холстов с поверхностной плотностью до  $350 \text{ г/м}^2$ . В этих устройствах волокнистый холст погружается в пропитывающий состав на 3–5 секунд, после чего из него удаляется избыток связующего отжимом между обрезиненными валами или вакуумированием. Обычно мокрый привес после погружения холста составляет около 400 %, а после удаления избытка связующего может быть снижен до 100 %. Усилие прижима отжимных валов выбирается в пределах 20–100 Н на 1 см их длины. Разрежение при вакуумировании достигает  $(5\text{--}6,6) \times 10^4 \text{ Па}$ .

Простейшим устройством для пропитки окунанием является плюсовка (рис. 1.3). Плюсовка состоит из ванны 7, отжимных валов 3 и системы направляющих роликов 2, с помощью которых волокнистый пропитываемый материал подается в ванну со связующим, а затем поступает в жало валов. Отсутствие элементов, несущих волокнистый холст, затрудняет пропитку, поэтому плюсовки используют для пропитки предварительно укрепленных (иглопрокалыванием, распылением связующего) волокнистых холстов.

Пропитка в жале валов (плюсование) осуществляется жидким и вспененным связующим. Фуляр – устройство для пропитки холстов в жале валов. Рабочими органами фуляра является пара валов, оси которых лежат в горизонтальной или наклонной плоскости. Валы прижимаются один к другому с постоянным регулируемым усилием. Связующее находится в образующемся между валами зеве (рис. 1.4). При изменении диаметра валов ширина зева и, соответственно, объем меняются. Скорость пропитки составляет до 20 – 25 м/мин.

Пропитка вспененным связующим в последнее время получила очень широкое распространение. Это объясняется тем, что данные материалы характеризуются оптимальной структурой и повышенными свойствами (упругость, драпируемость, пористость и поверхностная плотность) и могут быть получены при использовании сравнительно небольшого количества связующего. Миграция связующего при этом снижается.

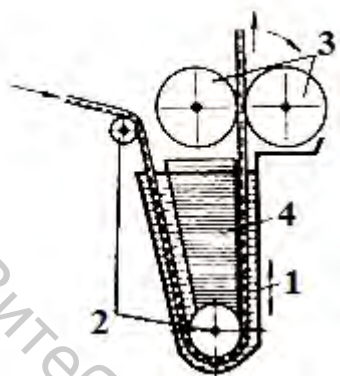


Рисунок 1.3 – Пропиточная плюсовка с глубокой ванной

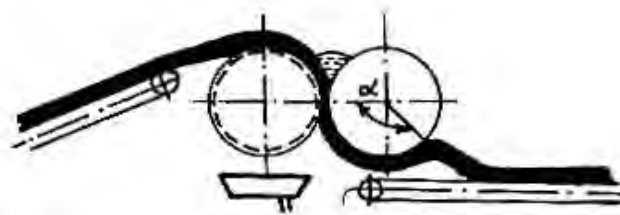


Рисунок 1.4 – Схема пропитки волокнистого холста в жале валов

Вспенивание латексов может осуществляться тремя методами: 1) механическим перемешиванием латекса; 2) пропуском через латекс воздуха; 3) введением химических реагентов. Схема подачи вспененного связующего в жало валов показана на рисунке 1.5. Связующее подается из емкости 1 через фильтр 2 к вспенивающему устройству миксеру 3, из которого пена поступает в жало валов 4.

Отработанное связующее собирается и возвращается в запасную емкость. Конструкция вспенивающего устройства должна учитывать, что установление определенного соотношения между связующим и воздухом может обеспечиваться за счет различной подачи или расхода связующего.

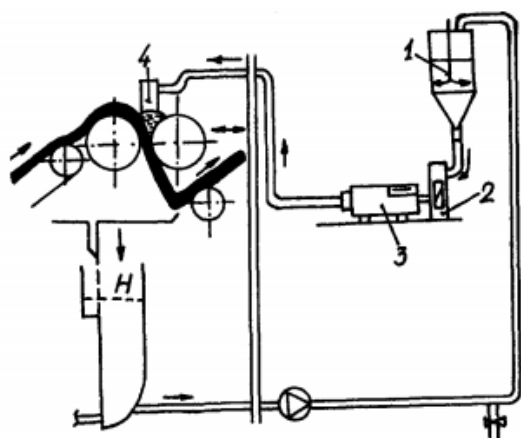


Рисунок 1.5 – Схема пропитки волокнистых холстов вспененным связующим в жале валов

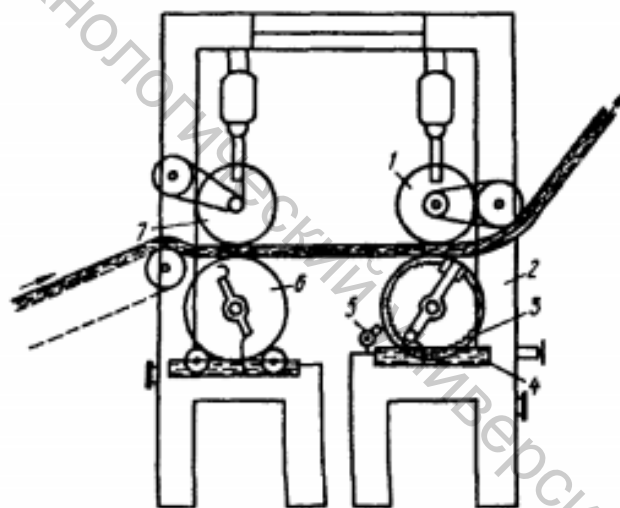


Рисунок 1.6 – Схема печатной машины для нанесения связующего с устройством предварительного смачивания для скрепления волокнистого холста

Пропитка методом печатания волокнистых холстов представляет собой дискретное нанесение связующего по определенному рисунку. Благодаря своеобразному характеру распределения связующего в нетканом материале материал по грифу напоминает текстильный. Этот метод используют преимущественно для изготовления нетканых материалов малой поверхностной плотности порядка 20–40 г/м<sup>2</sup>. Наиболее распространен метод глубокого печатания. При методе глубокой печати (рис. 1.6) холст проходит вначале через устройство предварительного смачивания. Волокнистый холст увлажняется водой при помощи плюсовочного валика 6, обтянутого войлочным чехлом. Верхний вал 7 обрезиненный. Эффект смачивания регулируется или дозирующим валом, который прижимается к войлочному валу, или давлением отжима между обрезиненным и войлочным валами.

Пропитка распылением связующего осуществляется при помощи распылителей, установленных над движущимся холстом. В качестве распыляющего устройства преимущественно применяются движущиеся пистолеты-распылители. Распылитель совершает колебательное движение поперек холста и равномерно наносит связующее на его поверхность. В состав агрегатов американских фирм входят специальные распылительные камеры фирмы Де-Филбайс (De Vilbiss Co), схема которых показана на рисунке 1.7. В камеру 1 материал подается по транспортеру 2, связующее вводится в крестовину 3 и распыляется форсунками 4. Из верхней части камеры воздух отсасывается вентилятором 5. Разбрызгивающее устройство в виде крестовины имеет на концах четыре форсунки, через которые подается связующее. Крестовина может вращаться со скоростью до 17 об/мин. Связующее и сжатый воздух для его распыления подаются внутрь крестовины, а затем распределяются по форсункам.

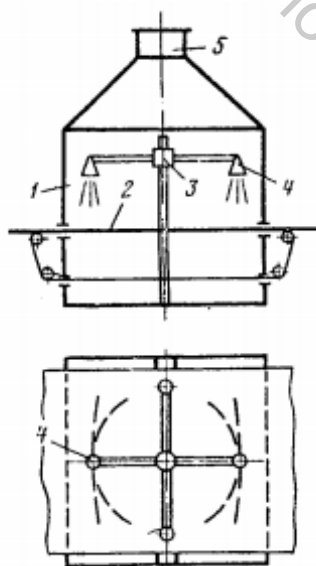


Рисунок 1.7 – Схема пропитки материала распылением связующего вещества

Распылительное сопло выполняет три основные задачи: 1) разделить жидкое связующее на капли; 2) распределить капли по определенной поверхности; 3) дозировать подаваемую жидкость.

Производство клеевых нетканых полотен на агрегате АНК-100-1М. Агрегат АНК-100-1 предназначен для производства нетканых материалов способом пропитки холста из хлопка или из хлопка в смеси с химическими волокнами с применением в качестве связующих растворов полимеров. Технологическая схема агрегата показана на рисунке 1.8. В состав агрегата входят следующие машины: холстоформирующая машина, состоящая из чесальной машины ЧМС-450-2 (модель ЧМС ХJ1) с аэродинамическим преобразователем прочеса, пропиточная машина, конвективная сушильная машина, компенсатор, барабанная сушильная машина, компенсатор и накатная машина.

Холст, выработанный на разрыхлительно-трепальном агрегате, расчесывается на рабочих органах чесальной машины. Расчесанные волокна формируются в холст равномерным слоем на сетчатом барабане аэродинамического преобразователя прочеса. Изменением скорости барабана конденсера можно изменять поверхностную плотность холста. Пропиточная машина состоит из подающего и сетчатого транспортеров, полого сетчатого барабана, пропиточной ванны и двух отжимных валов. Сформированный волокнистый холст поступает в пропиточную ванну, а затем направляется к отжимным валам, где происходит отжим связующего.

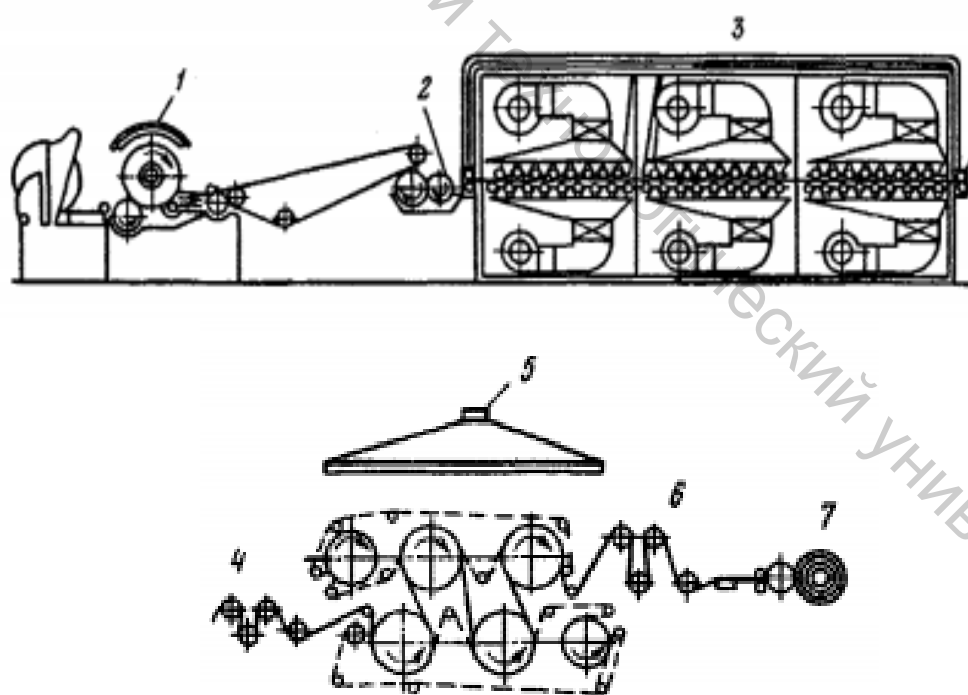


Рисунок 1.8 – Технологическая схема агрегата АНК-100-1:

- 1 – чесальная машина с аэродинамическим преобразователем прочеса;
- 2 – пропиточная машина; 3 – конвективная сушильная машина; 4 – компенсатор;
- 5 – барабанная сушильная машина; 6 – компенсатор; 7 – накатное устройство

Компенсатор предназначен для синхронизации скоростного режима конвейерной и барабанной сушильных машин. Второй компенсатор предназначен для синхронизации скоростного режима барабанной сушильной и накатной машин. Накатная машина оборудована двумя парами дисковых ножей для обрезки кромок.

**Формование нетканого текстильного материала из расплава полимера (фильерный способ)** основан на склеивании химических волокон или нитей сразу после их формования из расплавов или растворов полимеров.

Для производства нетканого материала используются синтетические нити, среди которых доминирующее место занимают полипропиленовые волокна, однако могут применяться и полиэфирные.

**Ассортимент изделий.** Основные области применения этих материалов: медицина, гигиенические изделия и фильтры в противогазах и защитных масках.

Процесс формирования холста включает следующие операции:

- подача гранул полимера к плавильному устройству;
- плавление полимера и фильтрование расплава;
- дозированная подача расплава к фильерам;
- формирование бесконечных элементарных нитей;
- аэродинамическая вытяжка нитей горячим или холодным сжатым воздухом и охлаждение;
- образование холста за счет хаотической или упорядоченной укладки нитей на приемную поверхность;
- скрепление холста (термодинамически или гидравлически);
- намотка.

Главным фактором в процессе образования холста является режим охлаждения нитей, особенно в момент их отвердевания. Если нити укладываются в холст в холодном состоянии, то они не скрепляются между собой и необходимо последующее упрочнение холста (термопрессование и др.). Этот метод называется холодное формование. Если нити укладываются в холст в гелеобразном состоянии, то они при отвердевании слипаются между собой и образуется прочный холст – это горячее формование. На участке между выходом нитей из фильеры и укладкой их на приемную поверхность закладываются основные свойства нетканого материала (толщина, молекулярная ориентация, усадка и др.) и управляются по средствам воздушных потоков.

Формирование НТМ фильерным способом является наиболее перспективным. Его преимущества заключаются в том, что НТМ изготавливают по сокращенному циклу: исключаются процессы подготовки волокнистого сырья, чесание волокон, а процессы формирования волокна и холстоформирования объединены. Использование для формирования холста непрерывных нитей вместо волокон позволяет получать материалы с более однородными свойствами. Фильерный способ позволяет получать широкий ассортимент НТМ: не

только полотна, но и изделия сложной конфигурации. Производительность фильерного способа составляет  $200 \div 2000 \text{ м}^2/\text{ч}$ .

Схема получения нетканого текстильного материала из расплава полимера представлена на рисунке 1.9.

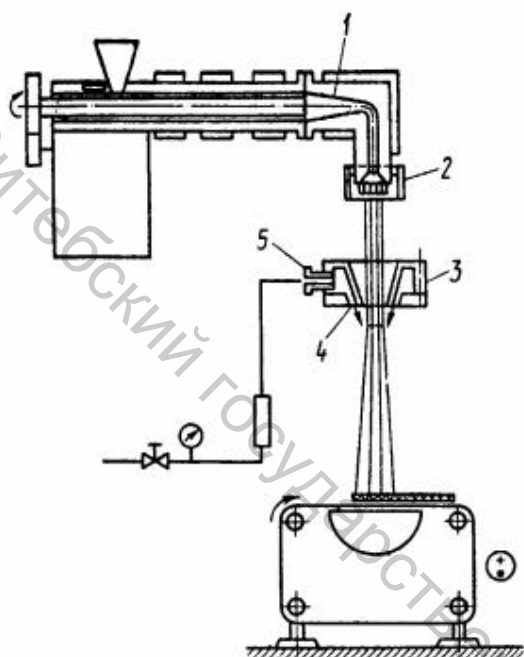


Рисунок 1.9 – Схема получения нетканого текстильного материала из расплава полимера

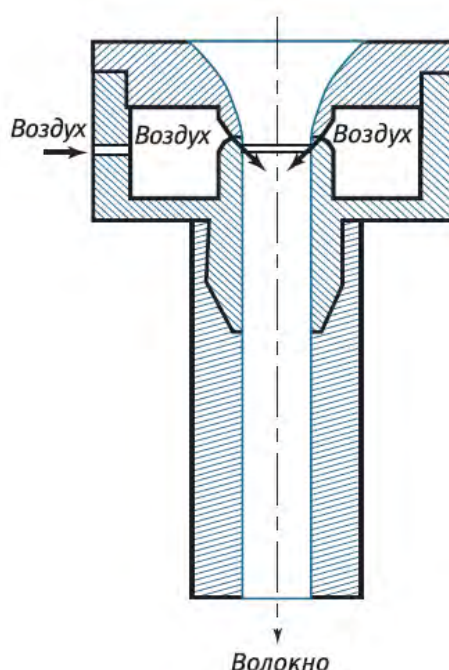


Рисунок 1.10 – Сверхзвуковой эжектор

Установка состоит из экструдера 1, снабженной сменной фильерой 2 дутьевого устройства 3, установленного на определенном расстоянии от экструдера. Конструкция экструдера позволяет устанавливать сменные фильеры с различным количеством каналов и разными диаметрами. Фильеры располагаются на специальной фильерной балке, для формирования волокон из расплава во избежание слипания нитей применяют фильерные балки с числом отверстий от 8 до 4000. Для более плотного расположения волокон в холсте чаще всего используют две или три фильерные балки. Выдавливаемые из фильеры 2 струйки расплава захватываются потоком воздуха, поступающим через штуцер 5 и зазор 4, образуя волокна. Далее волокна направляются на конвейерную ленту или барабан, снабженный двумя выпускными валиками.

При изготовлении фильерных нетканых материалов могут применяться сверхзвуковые эжекторы (рис. 1.10), что позволяет получать скорости воздушного потока с числом Маха до 3...5 при скорости движения нитей до 8000 м/мин, и их высокую вытяжку. Такие высокие скорости приводят к частичной ориентации и высокой скорости формирования полотна, особенно для легких структур ( $17 \text{ г/м}^2$ ).

Фильерный способ получения тонких волокон раздувом расплава. Данным способом получают тонкие волокна диаметром 1 – 5 мкм из расплава полимера. На острое сопла расплав течет через горячий воздух. Возникает волокнисто-воздушная смесь. Вытяжка волокон происходит при высокой скорости воздуха (от 6000 до 30000 м/мин.) в зависимости от условий плавления и температуры, а также будущей формы волокон. Температура воздуха и температура плавления полимера, при которой происходит его вытяжка, одинаковы. На рисунке 1.11 показан принцип работы установки, на рисунке 1.12 – поперечное сечение обдувочного сопла. В сопловой головке сопловая щель для обдувки воздухом расположена с двух сторон от полимерного сопла.

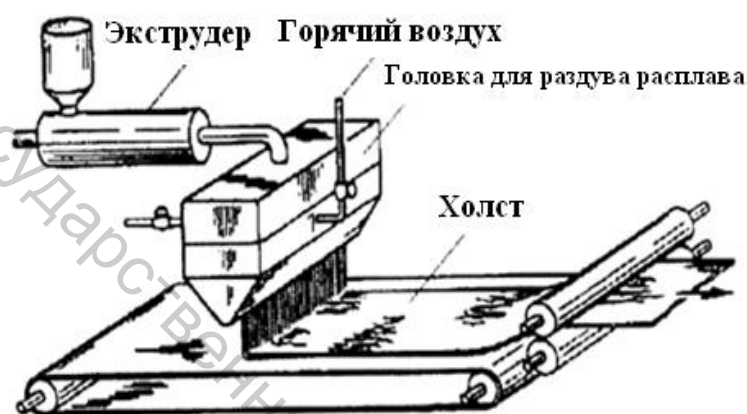


Рисунок 1.11 – Фильерный способ производства нетканого материала раздувом расплава

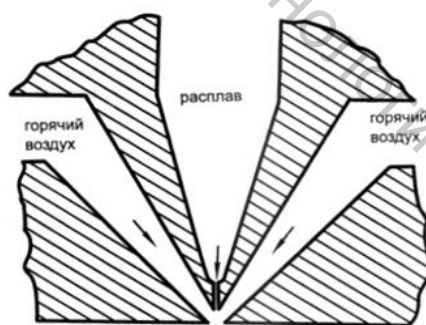


Рисунок 1.12 – Поперечное сечение сопла для раздува расплава

Способ получения фильерного нетканого материала испарением. Данный способ предложен фирмой Du Pont (США). Он дает возможность получать тонкие волокна – от 0,5 до 10,0 мкм. В соответствии с этим способом полиэтилен высокой плотности нагревается в автоклавах в кипящем растворе с температурой около 200 °С. В качестве растворителя можно использовать трихлорфлюоретан или фреон. Растворение происходит при высоком давлении (от 4000 до 7000 кПа), при котором раствор свободно охлаждается, растворитель испаряется, и образуется сетка из очень тонких волокон. На рисунке 1.13 представлена принципиальная схема данного способа.



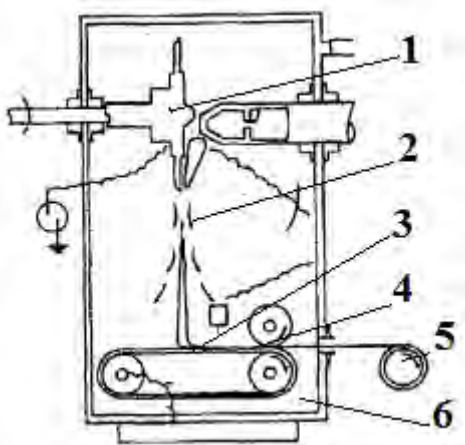


Рисунок 1.13 – Схема установки для получения НТМ испарением

В автоклав 6 подается полиэтилен 2 из устройства 1. Одновременно в автоклав подается растворитель полиэтилена. В процессе испарения растворителя на выводящем транспортере 4 образуется сетка 3 из очень тонких волокон полиэтилена. Готовая сетка выводится из автоклава и наматывается на накатное устройство 5.

Электростатический фильерный способ. Способ электростатического прядения состоит в следующем. Раствор полимера или расплав в электрическом поле при высоком напряжении разделяется на тонкие волокна, и формируется холст. На рисунке 1.14 представлена принципиальная схема производства холста указанным способом.

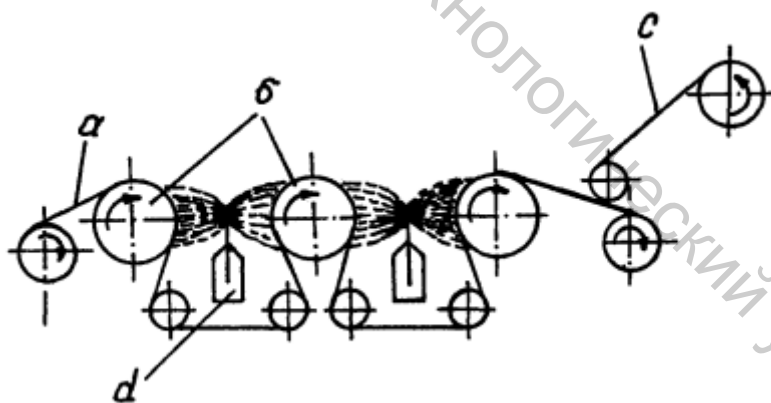


Рисунок 1.14 – Принципиальная схема получения холста электростатическим способом: а) транспортер; б) электроды, расположенные друг против друга; в) съемное устройство; г) разбрызгивающие электроды

На транспортер в электрическом поле, между расположенными напротив друг друга электродами и разбрызгивающими электродами, под высоким напряжением из расплава или раствора разбрызгиваются волокна. Образованный холст снимается съемным устройством. Диаметр волокон, полученных при высоком напряжении (5 – 20 кВ), может иметь значения от 500 до 40 нм.



### ***Производство нетканого материала типа Спанбонд***

Принципиальная схема производства представлена на рисунке 1.15. Процесс скрепления холста из элементарных свежесформованных нитей может осуществляться термически на нагретых каландрах, иглопробивным способом, гидроструйным методом (струями воды, подаваемой под давлением) и химическим методом.

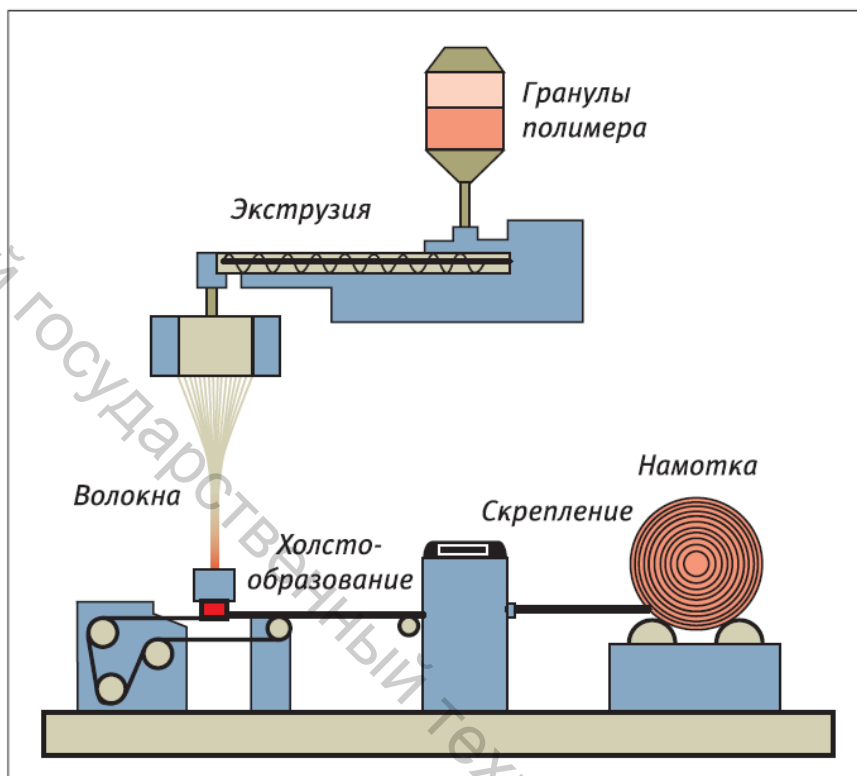


Рисунок 1.15 – Общая схема производства НТМ типа Спанбонд

Технология производства Reicofil фирмы Reifenhaeuser Reicofil GmbH & Co. KG (Германия). Технология Reicofil также получила название «закрытой», так как процесс вытяжки и холстоформирования (раскладка и укладка на транспортер) происходит в герметичной шахте, без доступа атмосферного воздуха снаружи. Воздух подается по специальным трубам непосредственно в шахту. Применение данного способа производства позволило значительно повысить прочностные характеристики материала, особенно в поперечном направлении, а также равномерность укладки волокон в холсте (укрывистость). Общая схема производства спанбонда по технологии Reicofil представлена на рисунке 1.16.

Технология Reicofil позволяет выпускать нетканые материалы с поверхностной плотностью от 9 г/м<sup>2</sup>.

Разработана установка по производству спанбонда итальянской компанией Plantex S.p.A. Synthetic Fiber Machinery на основе технологии Docan. При применении данного способа производства спанбонда растяжение нитей про-

исходит под действием скоростного потока воздуха, создаваемого эжектором, в который заправляются волокна после шахты охлаждения.

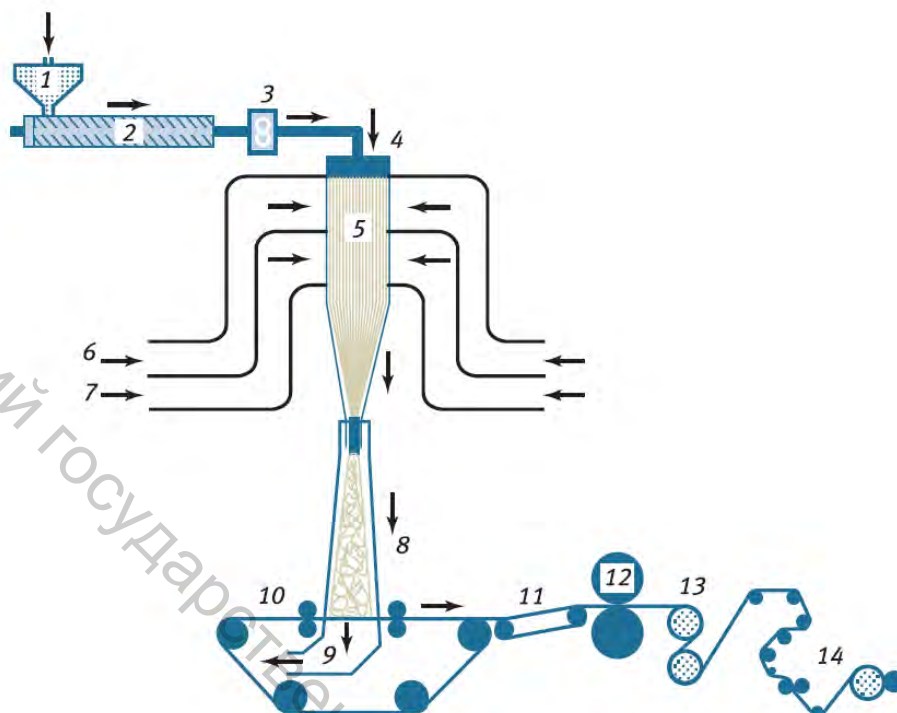


Рисунок 1.16 – Общая схема производства по технологии Reicofil:

1 – питатель, 2 – экструдер, 3 – насос, 4 – фильерный блок, 5 – камера охлаждения и вытяжки волокон, 6 – нагнетатель охлаждающего воздуха, 7 – вспомогательный нагнетатель, 8 – раструб (скручивание и укладка элементарных волокон), 9 – отсасывающий компрессор, 10 – прядильный транспортер, 11 – направляющий транспортер, 12 – горячий каландр, 13 – охлаждающие валки, 14 – намотка

Отверждение волокон обычно полностью заканчивается до их поступления в эжектор. В этой схеме режим охлаждения поддается управлению с помощью шахты, в которой может быть создано температурное поле с регулируемым градиентом. Выходящее из эжектора отвержденное волокно нелипкое и поэтому может распределяться по приемной поверхности с помощью механических устройств – например, дефлекторов (отражателей) в виде лопаток, которые на высокой скорости раскладывают волокна на принимающем транспортере. Свое название мультиэжекторный способ производства Dosaп получил благодаря использованию большого количества сверхзвуковых эжекторов (рис. 1.10). Это позволяет получать скорость движения нитей до 8 тыс. м/мин. и их высокую вытяжку. Такие высокие скорости приводят к частичной ориентации и высокой скорости формирования полотна, особенно для легких структур (17 г/м<sup>2</sup>). Общая схема производства спанбонда по технологии Dosaп представлена на рисунке 1.17. Основными преимуществами данной технологии являются дешевизна оборудования, ее распространенность и простота в эксплуатации, а также относительная нетребовательность к качеству сырья. Недостатки метода:

низкая производительность, особенно при использовании одной фильерной балки; относительно неравномерное распределение волокон в холсте при производстве материалов с низкой поверхностной плотностью (до  $25 \text{ г/м}^2$ ), а также большое различие между прочностными показателями волокнистых холстов и в поперечном и продольном направлениях.

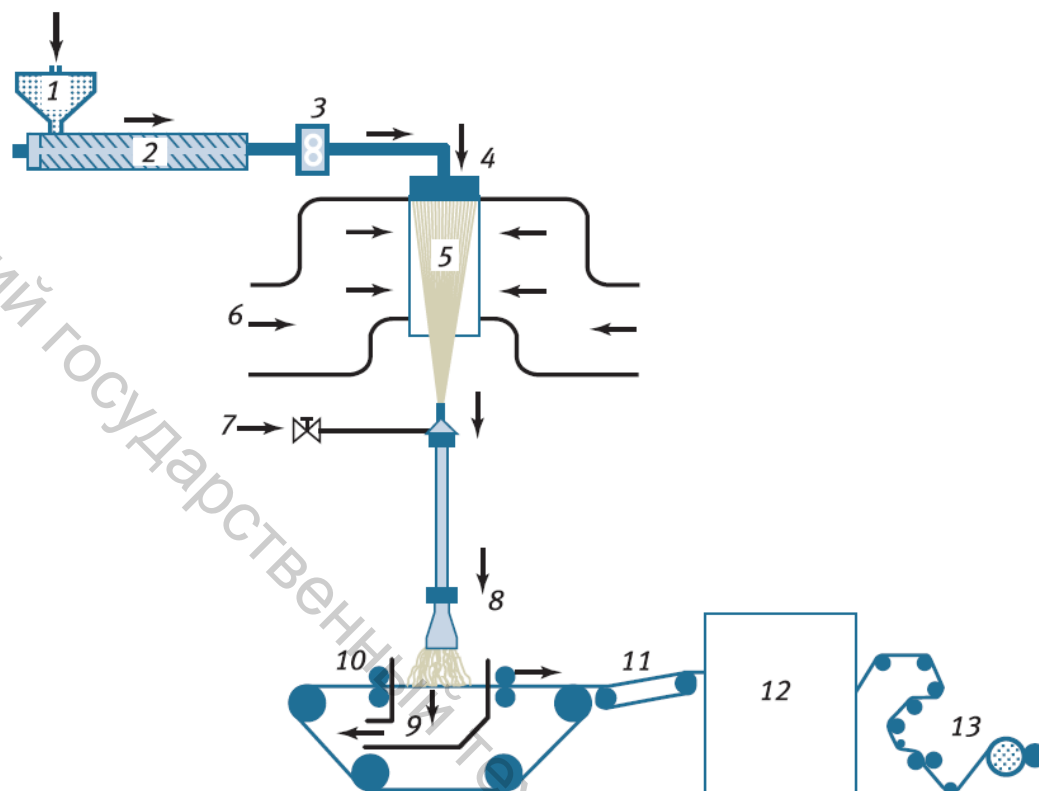


Рисунок 1.17 – Общая схема производства по технологии Dosaп:

1 – питатель, 2 – экструдер, 3 – насос, 4 – фильерный блок, 5 – камера охлаждения и вытяжки волокон, 6 – нагнетатель охлаждающего воздуха, 7 – воздух для эжектора, 8 – отсасывающая и раскладывающая система, 9 – отсасывающий компрессор, 10 – прядильный транспортер, 11 – направляющий транспортер, 12 – система скрепления, 13 – намотка

Разработана установка по производству Спанбонд по технологии AST (Ason Spunbond Technology). Технология разработана компанией Ason Spunbond Technology (США). Основной особенностью установок является возможность получать сверхтонкие волокна до 0,7 дтекс при самой высокой производительности на балку. В данной технологии с помощью воздуха волокна не только вытягиваются и охлаждаются, но и раскладываются в холсте. Кроме того, потоки воздуха, осуществляющие вытягивание волокон, обладают более высокими скоростями, что позволяет обеспечить лучшую вытяжку волокон в момент их отверждения. На рисунке 1.18 показан процесс получения нетканых материалов по технологии AST.

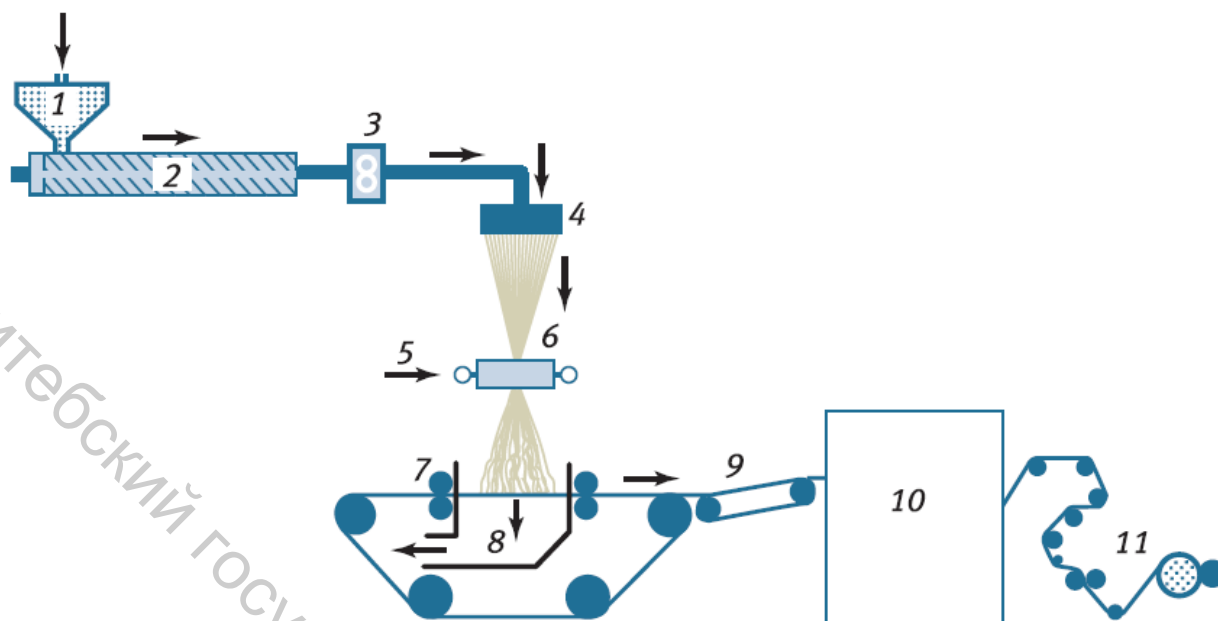


Рисунок 1.18 – Общая схема производства по технологии AST:

1 – питатель, 2 – экструдер, 3 – насос, 4 – фильерный блок, 5 – подача воздуха для вытяжной системы, 6 – вытяжная система, 7 – прядильный транспортер, 8 – отсасывающий компрессор, 9 – направляющий транспортер, 10 – система скрепления, 11 – намотка

### Методические указания

Перед изучением технологии производства клееных нетканых материалов и материалов прямого формования ознакомиться с лекционным курсом по данной тематике. Используя справочную литературу, ознакомиться с физико-механическими свойствами клееных нетканых материалов и материалов типа Спанбонд, условиями их эксплуатации. Определить наличие производителей данного ассортимента нетканого материала в Республике Беларусь и за рубежом.

Проведите сравнительный анализ внешнего вида образцов клееных нетканых материалов и Спанбонда с другими видами полотен.

При изучении технологических схем производства нетканых материалов методом прямого формования обратите внимание на отличительные особенности конструкций отдельных узлов.

### План отчета

1. Кратко описать способы производства нетканых материалов клеевым способом.

2. Кратко записать виды связующих материалов, используемых для склеивания волокон в структуре материала.

3. Зарисовать структуру клееного нетканого материала с описанием особенностей скрепления.

4. Зарисовать принципиальные схемы узлов пропитки нетканых материалов в плюсовочной ванне и в жале валов. Дать пояснения к схемам.

5. Зарисовать принципиальную схему узла пропитки нетканых материалов методом распыления связующего.

6. Начертить технологическую схему агрегата АНК-100-1 для производства нетканых материалов способом пропитки холста.

7. Зарисовать в виде схемы последовательность операций процесса получения нетканого материала методом прямого формования.

8. Зарисовать технологическую схему процесса производства нетканого материала типа Спанбонд.

9. Привести сравнительный анализ различных технологий производства нетканого материала типа Спанбонд.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **ПРОИЗВОДСТВО НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ И СПОСОБОМ ТЕРМОПРЕССОВАНИЯ**

**Цель работы:** ознакомление со способами формирования холста из волокон при производстве нетканых материалов мокрым способом и термопрессованием; изучение видов связующих в водных растворах и в порошках, применяемых для соединения волокон в холсте; изучение конструкции бумагоделательной машины и состава агрегата для производства нетканых полотен способом термоскрепления.

#### **Задание:**

1. Изучить характерные особенности бумагоделательного способа производства нетканых материалов.

2. Изучить виды волокон, применяемых для изготовления холста при мокром способе производства нетканого материала.

3. Изучить виды связующих материалов, используемых для скрепления волокон в структуре формируемого холста.

4. Изучить конструкции узлов машин для получения нетканого материала бумагоделательным способом.

5. Изучить особенности производства нетканого материала методом термопрессования.

6. Изучить виды связующих для скрепления волокон в структуре холста.

7. Изучить конструкции дозаторов для подачи связующего материала для скрепления холста методом термопрессования.

8. Изучить схему агрегата для производства нетканых полотен способом термоскрепления

### Основные сведения

**Бумагоделательный (мокрый) способ** получения нетканых материалов основан на формировании холста из волокон, диспергированных в воде гидравлическим методом. Для скрепления волокон до или после холстоформирования в холст вводят связующее. В качестве связующих применяют водные растворы и дисперсии полимеров, а также суспензии легкоплавких волокон и фибридов. Для мокрых способов характерны: высокая производительность (300 – 400 м/мин); возможность перерабатывать волокна любой природы длиной до 40 мм, в том числе короткие, непрядомые (длиной до 6 мм); возможность получения на одном и том же оборудовании холстов с поверхностной плотностью от 12 до 2000 г/м<sup>2</sup>; хорошая гомогенность и равномерность продукта в разных направлениях. Изготовление нетканых материалов мокрым способом включает в себя следующие этапы: диспергирование волокон в воде; непрерывное холстоформирование на сетчатом конвейере с помощью фильтрации; упрочнение, сушка, термообработка и намотка полученного полотна. Подготовка суспензии волокон включает резку волокон на определенную длину, поверхностную обработку волокон и диспергирование волокон в воде. На рисунке 2.1 приведена схема плоской бумагоделательной машины для материала из волокон длиной 2 – 6 мм, а на рисунке 2.2 – схема цилиндрической машины – ротоформера фирмы «Сэнди Хилл» (США).

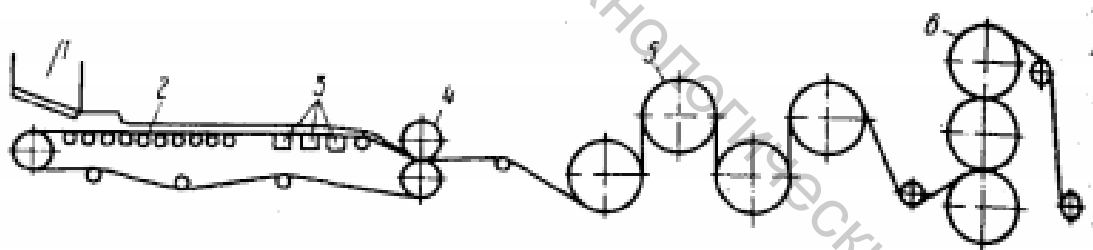


Рисунок 2.1 – Схема плоскосеточной бумагоделательной машины

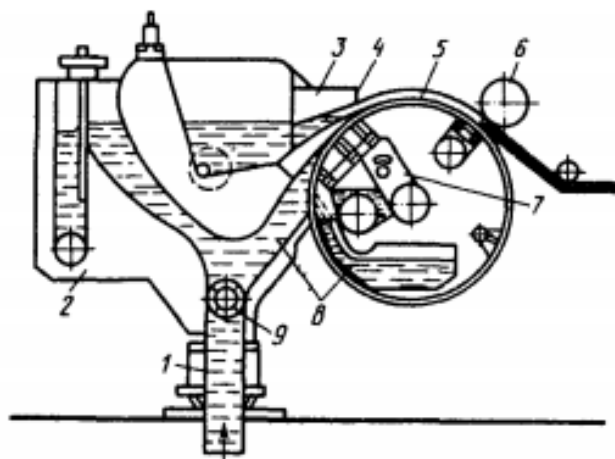


Рисунок 2.2 – Схема ротоформера

Приготовленная суспензия из напускного устройства 7 выливается на сетку 2 длиной 12 м и шириной 6 м и более, где формируется полотно. Скорость движения сетки 100 – 500 м/мин. Удаление влаги происходит за счет встряхивания сетки, свободного стекания и вакуумирования с помощью отсасывающих ящиков 3, расположенных под движущейся сеткой. Полотно, содержащее 80 – 85 % влаги, проходит между валами 4, где уплотняется, а содержание влаги при этом доводится до 60 – 70 %, затем оно поступает в барабанную сушилку 5. Термообработка полотна осуществляется на трехвальном каландре 6.

Ротоформер обычно применяют при получении нетканых материалов из волокон длиной 5 – 10 мм. Волокнистая суспензия через потокораспределитель 1 поступает в напорный ящик 2. Распределительный валик 9 регулирует ее расход. Через сливной ящик 3 суспензия волокон по губе 4 подается на формирующий цилиндр 5, представляющий собой перфорированный барабан, обтянутый металлической сеткой. Скорость потока, поступающего в зону формирования полотна, регулируется с помощью регулятора уровня, снабженного выпускной губой. Обезвоживание полотна происходит в результате вакуумирования с помощью отсасывающих ящиков 7, расположенных внутри перфорированного барабана по периметру. Удаляемая влага собирается в сборнике 8. Дополнительно влага удаляется посредством отжима между цилиндром ротоформера и обрезиненным отжимным валом 6.

**Производство нетканых текстильных материалов способом термопрессования.** Сущность способа термопрессования: холст, состоящий из волокон и термопластичных полимеров в виде порошков, легкоплавких волокон, систем нитей, сеток, пленок и др., пропускают через каландры при повышенной температуре. Связующие полимеры расплавляются и склеивают волокна холста. Термопластичные связующие готовят отдельно, а затем их в твердом состоянии вводят в холст. Порошки (полиэтилен, полиамид и др.) являются самым простым и дешевым видом связующих. Равномерную подачу порошков осуществляют роторные или электростатические дозаторы. Для уменьшения потерь порошка в холст вводится смягчитель – пластификатор, который вызывает разбухание порошка.

На рисунке 2.3 представлена схема роторного распылителя порошка, разработанного научно-исследовательским институтом шерсти г. Брно (Словакия). Устройство состоит из загрузочной воронки 1 для связующего (порошка) и ротора 3. Рабочая ширина загрузочной воронки равна длине ротора.

Во время вращения последнего связующее попадает в канавки. Специальный механизм 2 снимает излишек связующего с поверхности ротора. Затем связующее снимается щеточным валом 4 и распыляется на холст 5, движущийся под устройством. Вместимость канавок ротора определяет дозу порошка, который подается на волокнистый холст за определенное время. Количество по-



рошка, наносимого на холст, регулируется частотой вращения ротора и скоростью движения холста.

Схема устройства для электростатического нанесения порошка на холст представлена на рисунке 2.4. Сформированный холст 1 проходит электрическое поле 2 и получает соответствующий электрический заряд. Связующее поступает на транспортер 9 из бункера 8 и с помощью электрода 7 получает заряд противоположного знака. Связующее наносится на холст между двумя барабанами 3, заряженными противоположными знаками.

Между барабанами устанавливают определенный зазор, величина которого определяет напряженность электрического поля в этой зоне и, следовательно, количество связующего. Оставшийся на транспортере порошок щеткой сбрасывается в бункер 6. Верхний барабан очищается от оставшихся на его поверхности волокон устройством 4. Далее холст проходит через несколько пар обогреваемых паром цилиндров 5, прижимаемых друг к другу сжатым воздухом. Порошок плавится и распределяется по всему холсту.

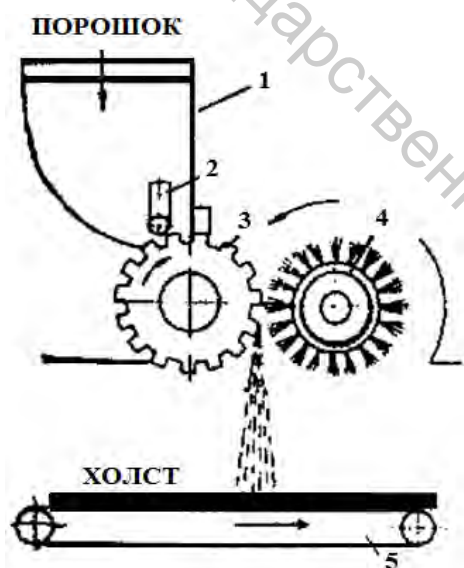


Рисунок 2.3 – Схема роторного дозатора:

1 – загрузочная воронка; 2 – заслонка; 3 – ротор; 4 – щетка;  
5 – транспортер

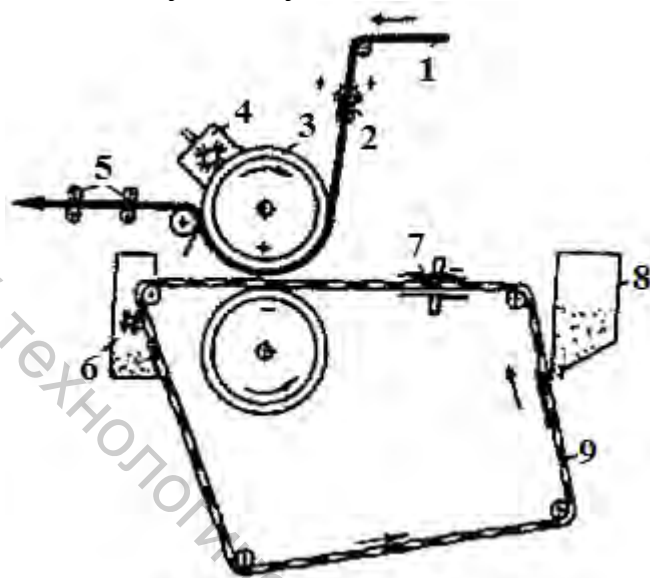


Рисунок 2.4 – Схема электростатического дозатора:

1 – волокнистый холст; 2 – электрическое поле; 3 – два разноименно заряженных барабана; 4 – щетка для волокон; 5 – обогреваемые паром цилиндры; 6 – бункер для излишков порошка; 7 – электрод для порошка; 8 – бункер для порошка; 9 – транспортер для порошка

Схема агрегата для производства нетканых полотен способом термоскрепления волокнистого холста фирмы «Хергет-Кюстерс» представлена на рисунке 2.5. Технологический процесс включает следующие операции: подготовка волокнистой смеси, холстоформирование, термоскрепление холста,



накатка полотна. Подготовка волокнистой смеси осуществляется по сокращенной технологической схеме на оборудовании фирмы «Хергет», на котором подготавливается сырье для двух линий - холстоформирования и термоскрепления.

Смесь, подготовленная для каждой чесальной машины фирмы «Хергет» 2, 4, всасывается с помощью подвижного конденсера и равномерно укладывается в приемную камеру вибропитателя 1,3. Вибрационный питатель обеспечивает питание каждую из двух чесальных машин фирмы «Хергет», работающих на общий конвейер 5.

Рабочая ширина чесальных машин – 2200 мм. Термоскрепление производится путем однократного пропускания волокнистого холста поверхностной плотностью 16–20 г/м<sup>2</sup> через каландр 7 фирмы «Kusters», снабженный верхним металлическим нагреваемым валом, нижним наборным хлопчатобумажным валом и «плавающим» металлическим валом с регулируемым прогибом, за счет которого выравнивается давление в жале валов между металлическим нагреваемым и наборным валами.

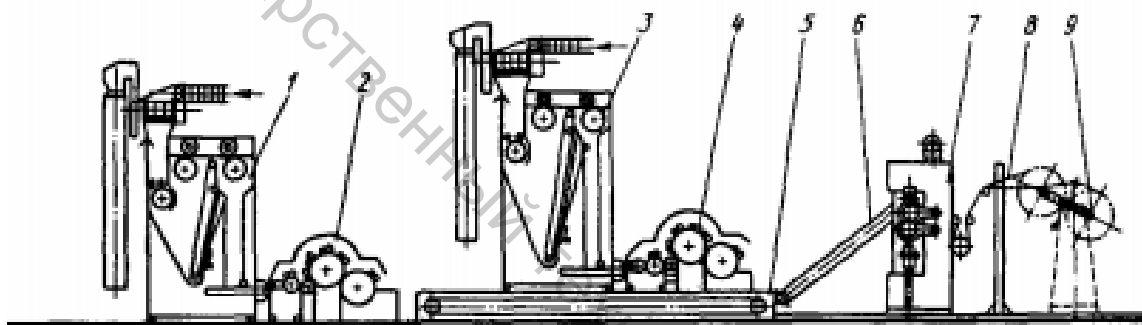


Рисунок 2.5 – Схема агрегата для производства нетканых полотен способом термоскрепления волокнистого холста фирмы «Хергет-Кюстерс»:

1, 3 – камеры вибропитателя; 2, 4 – чесальные машины фирмы «Хергет»; 5 – обрезиненный конвейер; 6 – промежуточный конвейер для подачи холста в каландр; 7 – каландр фирмы «Kusters» с «плавающим» валом; 8 – компенсатор; 9 – накатное устройство

Холст пропускается между металлическим валом, нагретым до температуры 160–170 °С, и наборным валом. Усилие в жале валов составляет 1350–1500 Н/пог. см. Скорость пропуска холста 40–42 м/мин. После скрепления нетканое полотно поступает на два охлаждающих металлических вала, в которых циркулирует холодная вода, а затем через компенсатор 8 на накатное устройство 9. Накатка в рулон производится на двухтамбурном накатном устройстве поворотного типа.

### Методические указания

Перед изучением технологии производства нетканых материалов бумагоделательным способом и термопрессованием ознакомиться с лекционным кур-

сом по данной тематике. Используя справочную литературу, ознакомиться с физико-механическими свойствами термоскрепленных нетканых материалов, областью их применения. Определить наличие производителей данного ассортимента нетканого материала в Республике Беларусь и за рубежом.

Проведите сравнительный анализ внешнего вида образцов термоскрепленного и бумагоделательного нетканого материала с другими видами полотен.

При изучении технологических схем производства нетканых материалов обратите внимание на особенности заправки бумагоделательной машины при переработке волокнистых материалов, работы узла термоскрепления.

#### **План отчета:**

1. Представить в виде схем технологии производства нетканого материала бумагоделательным способом и способом термопрессования.
2. Составить таблицу свойствами волокон, используемых для производства нетканого материала бумагоделательным способом и термопрессованием.
3. Перечислить виды связующих материалов, используемых для скрепления холста из волокон по двум технологиям.
4. Дать характеристику (основные свойства) нетканым полотнам, полученным по рассмотренным технологиям.
5. Зарисовать схемы дозаторов для нанесения связующего материала.
6. Зарисовать с кратким описанием технологическую схему бумагоделательной машины.
7. Зарисовать с кратким описанием схему агрегата для производства нетканого материала методом термопрессования.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

#### **НОВЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Цель работы:** ознакомиться с новыми технологиями получения нетканых материалов физико-химическим способом; рассмотреть новые способы скрепления волокон в холсте.

#### **Задание:**

1. Изучить способы скрепления волокон в холсте «сваркой», ультразвуком, лазером, гидроструйным методом.
2. Изучить технологию получения нетканых материалов STRUTO.
3. Изучить технологию получения нетканого полотна «Холлофайбер».
4. Изучить технологию получения нетканого полотна «АкваСпан».

## Основные сведения

Изготовление нетканых материалов локальным термоскреплением холста (сваркой). Этот способ предусматривает получение нетканых материалов из холстов, содержащих термопластичные волокна, или из систем термопластичных нитей. Можно также использовать отходы термопластичных волокон. Устройство УТС-1800 (рис. 3.1) состоит из раскатной машины 1, транспортера 2, перфорированного барабана 3, струнного транспортера 4, калорифера 5, воздушного коллектора 6, прижимных валов 7 и накатной машины 8.

Подготовка волокнистого сырья и холстоформирование осуществляются на серийном оборудовании с использованием агрегата АИН-1800 для предварительного скрепления холста. С помощью транспортера волокнистый холст поступает на термообрабатывающее устройство УТС-1800, на котором с помощью струйного насоса через сопла подается горячий воздух с температурой  $250\text{--}350^\circ\text{C}$  и происходит локальный прогрев холста с образованием продольных сварных швов на расстоянии 15–20 см. Затем холст локально прессуется ребристым валом. Готовый материал наматывается в рулон на машине УРН-1800.

Изготовление нетканых текстильных материалов ультразвуком. С помощью ультразвука можно получать нетканые материалы, по структуре напоминающие стеганые. Для их выработки используются термопластичные волокна, которых в холсте должно быть не менее 50 %. Сущность ультразвуковой сварки заключается в том, что электрические колебания ультразвуковой частоты (25–50 кГц), вырабатываемые генератором, преобразуются в механические колебания и с помощью волновода вводятся в свариваемый холст. Часть энергии механических колебаний переходит в тепловую энергию, что приводит к плавлению волокон в зоне контакта с волноводом. Принципиальная схема установки для ультразвуковой сварки представлена на рисунке 3.2.

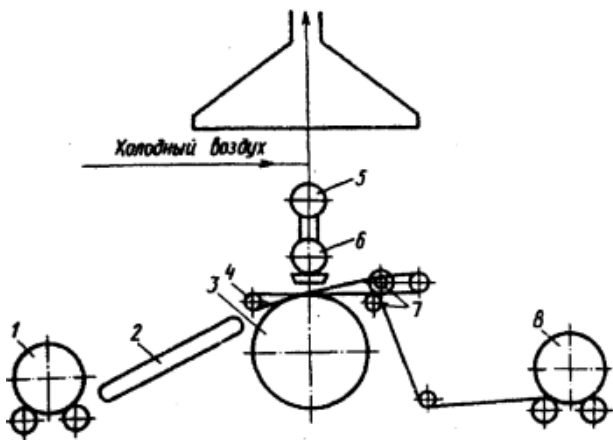


Рисунок 3.1 – Схема устройства УТС-1800

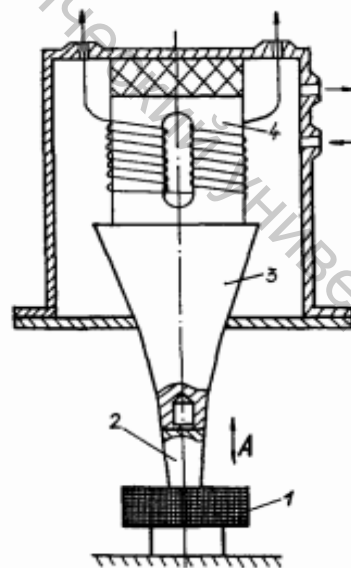


Рисунок 3.2 – Схема установки для ультразвуковой сварки

Электрические колебания ультразвуковой частоты (20–50 кГц), вырабатываемые ультразвуковым генератором, преобразуются в механические колебания пакета преобразователя 4, усиливаются трансформатором упругих колебаний 3, передаются на сварочный инструмент-волновод 2 и вводятся в свариваемый материал 1. Здесь часть энергии механических колебаний переходит в тепловую энергию, что приводит к нагреву зоны контакта соединяемых элементов до температуры сварки. При этом в зоне контакта происходит размягчение связующего и склеивание волокон в зоне сварки. Для соприкосновения элементов структуры создается давление за счет расположения холста между неподвижной ультразвуковой головкой и вращающейся опорой, зазор между которыми регулируется. Ультразвуковая головка (или несколько головок) устанавливается на вращающемся цилиндре, который движется синхронно с холстом.

Производство нетканых текстильных материалов методом точечной сварки лучом лазера. Сущность точечной сварки лучом лазера заключается в том, что под воздействием его энергии происходит плавление термопластичных волокон и тем самым связывание структуры холста. Польскими учеными разработана установка для изготовления нетканых материалов из термопластичных волокон, представленная на рисунке 3.3. Холст 7 поступает на транспортер 2, подающий его к двухваличному приемному устройству, проходя через компенсатор-ограничитель 3. Приемное устройство состоит из двух валов 4 и 5. Вал 5 имеет по окружности отверстия, по которым луч лазера проходит к слою холста. Применение двух зеркал – вращающегося и неподвижного – создает возможность точечной сварки в два ряда с шагом 10 мм. Луч лазера отражается от вращающегося или неподвижного зеркала и проходит к отражающему зеркалу 7, которое совершает возвратно-поступательное движение по всей ширине материала. Во время облучения холст неподвижен. После облучения диафрагма закрывает ход лучу. В это время валы 4 и 5 поворачиваются на 15°. Накатные валы 8 синхронно вращаются с валами 4 и 5. Готовый материал накатывается в рулон 9. Электромагнитная муфта тормозит винт 6, приводящий в движение фокусирующую систему, и обеспечивает его вращение в обратном направлении. Когда отражающее зеркало снова оказывается над материалом, диафрагма открывает путь лучу лазера и облучение осуществляется в другом направлении.

Гидроструйный способ производства нетканых текстильных материалов – перспективная, экологически чистая технология производства нетканых материалов, где скрепление волокон холста осуществляется за счет использования кинетической энергии водных или газовых струй, выбрасываемых из сопел с большой скоростью (рис. 3.4). Процесс производства нетканого полотна гидроструйным способом состоит из стадий подготовки волокнистого сырья, холстоформирования, гидроструйного скрепления волокнистого холста, сушки и намотки готового полотна. Интенсивность перепутывания волокон холста зависит от числа сопел, приходящихся на единицу площади холста, их расположения, величины давления струй, диаметра струи, расстояния от сопел до хол-

ста, скорости подачи холста к струйному устройству, конструкции поддерживающего холст устройства.

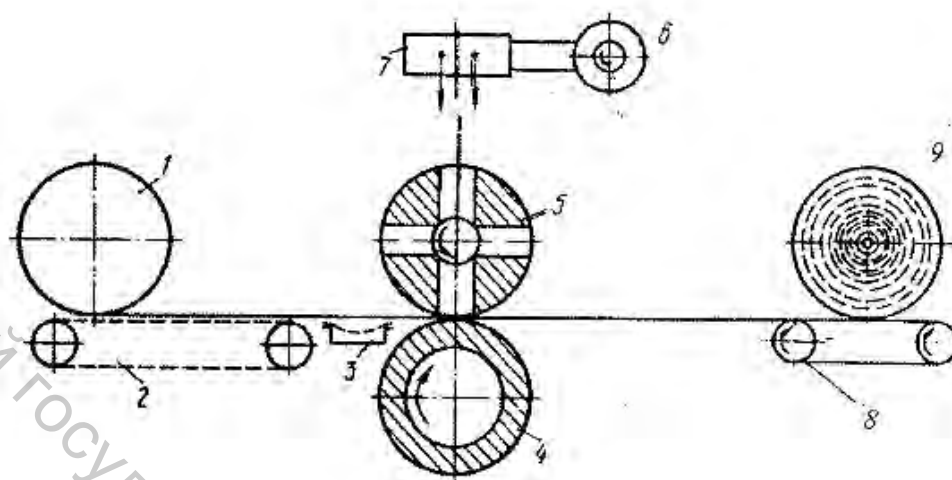


Рисунок 3.3 – Схема установки для получения НМ точечной сваркой лучом лазера

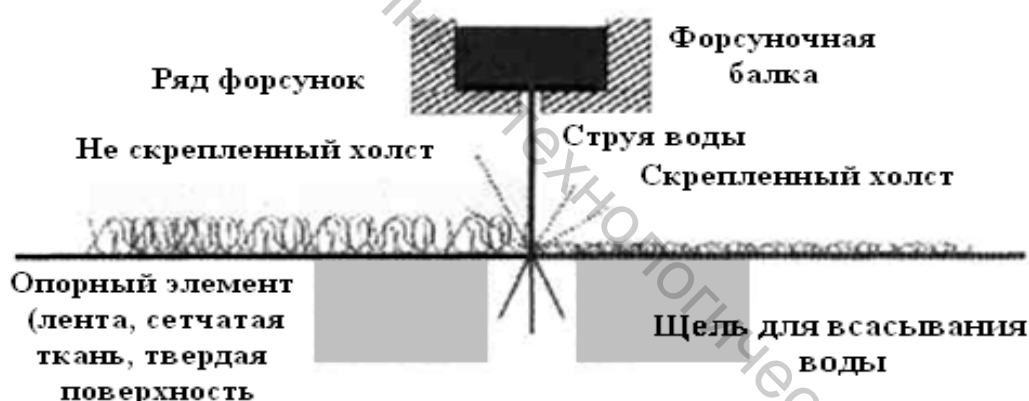


Рисунок 3.4 – Принципиальная схема получения НТМ гидроструйным способом

*Технология нетканых материалов STRUTO* – технология, базирующаяся на производстве холста из смеси обычных химических волокон с легкоплавкими, термопластичными, обеспечивающая вертикальную укладку холста определенной толщины с последующей тепловой обработкой и охлаждением. Подготовка волокнистой смеси осуществляется на стандартном приготовительном оборудовании. На рисунке 3.5 показана принципиальная схема линии STRUTO.

В чесальную машину волокнистая смесь подается питателем 1. Прочес после кардочесания 2 направляется к вертикальному укладчику 3, который раскладывает прочес между транспортерами термокамеры с нагретым воздухом и направляющим гребнем. При прохождении через камеру 4 с горячим воздухом

происходит скрепление вертикально расположенного холста за счет перехода легкоплавких волокон в вязкотекучее состояние. После охлаждения 5 и обрезки кромки 6 нетканый материал направляется к накатному устройству 7.

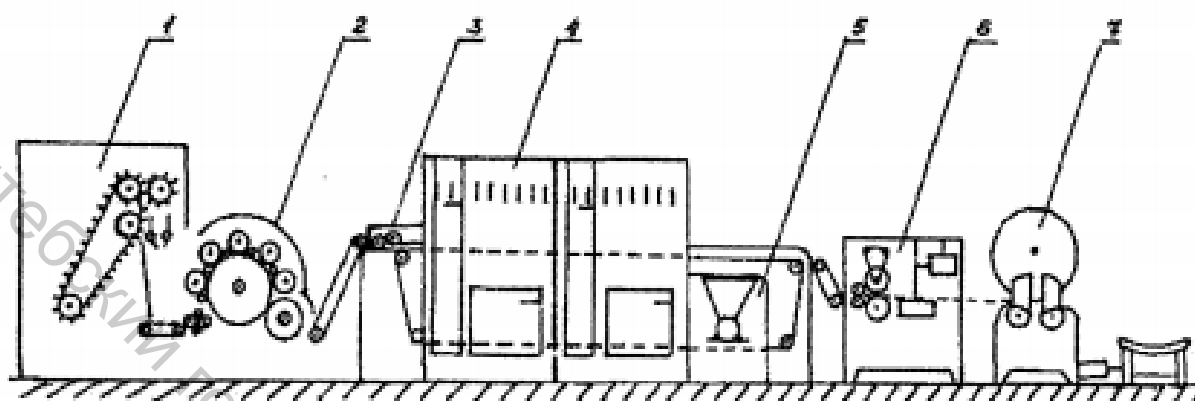


Рисунок 3.5 – Принципиальная схема линии STRUTO

На рисунке 3.6 представлена схема ротационного укладчика R-2, используемого на линии STRUTO. Ротационный укладчик выполняет следующие функции: укладывает прочес с помощью рыхлительного валика 2 и рабочего валика с зубчатым колесом 3 между полотном транспортера 4 термокамеры и направляющим проволочным каналом 5 в холст 6 с вертикальным расположением волокон поверхностной плотности 7–250 г/м<sup>2</sup>, состоящий из одного или нескольких слоев. Объемная плотность холста может находиться в пределах 0,008–0,050 г/см<sup>3</sup>. Максимальная поверхностная плотность – 1300 г/м<sup>2</sup>. Толщина 8–50 мм. Скорость подачи прочеса – до 100 м/мин.

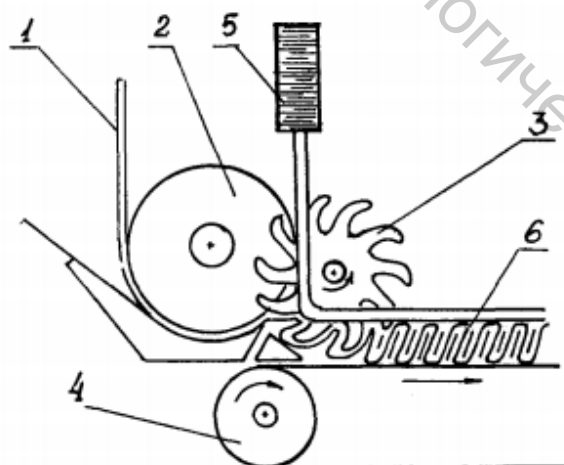


Рисунок 3.6 – Схема ротационного укладчика R- 2

#### Технология производства нетканого полотна «Холлофайбер»

«Холлофайбер» (от англ. hollow–полый, fiber–волокно) изготавливается из 100 % пустотелого, высокоизвитого (в виде спиральной пружины) (рис. 3.7), силиконизированного полиэфирного микроволокна на современном комплекс-

ном полностью автоматизированном оборудовании производства Германии и Австрии. Технологической особенностью формирования волокнистого холста (полотна) является способ аэродинамической укладки, при котором часть волокон в структуре холста располагается в вертикальном направлении. Переплетаясь между собой, волокна образуют пружинистую структуру, что позволяет им (в отличие от других материалов) быстро восстанавливать форму после деформации сжатия и поддерживать высокую упругость и устойчивость к сохранению формы в течение длительного времени эксплуатации изделия.

Для скрепления волокон в холсте применяется термический метод, при котором под воздействием температуры (от 150° С и выше, в зависимости от состава рецептуры) происходит плавление бикомпонентного волокна (рис. 2.8). Процесс осуществляется в специальных печах, с автоматическим регулированием заданной температуры. Для максимального снижения миграции волокон поверхность нетканого полотна (с одной или двух сторон) подвергают дополнительной термообработке – каландрированию, благодаря которой образуется плотный поверхностный слой, препятствующий миграции волокон через ткань верха и материал подкладки. Кроме того, повышается суммарное тепловое сопротивление и прочностные характеристики.



Рисунок 3.7 – Исходное волокно

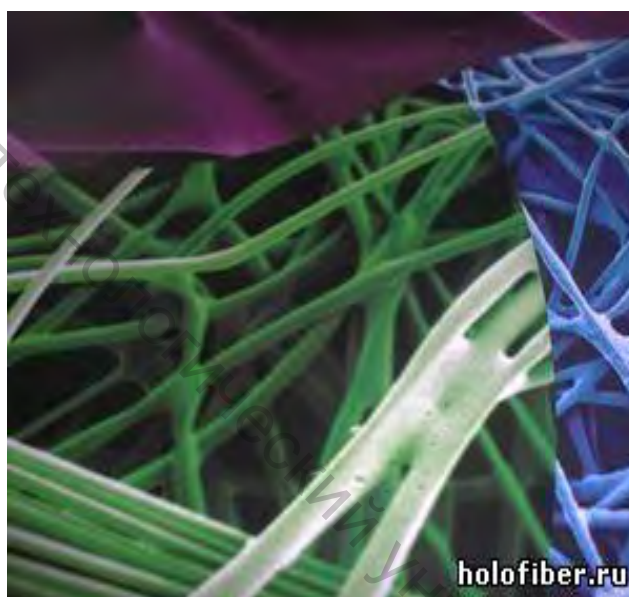


Рисунок 3.8 – Термоскрепленное волокно

В зависимости от плотности материал имеет разрывную нагрузку не менее 5–15 Н (для некаландрированных полотен) и 10–20 Н (каландрированных). Удлинение при разрыве составляет не более 60 и 45 % соответственно. Изменение размеров после мокрой обработки (стирки) или химчистки не превышает 2–3 %.

**Технология мультблэун.** Мелтблэун (Meltblown) – нетканые материалы, аналогичные материалам Спанбонд, полученные вытягиванием непрерыв-

ных элементарных нитей экструдированных полимеров через специальные фильеры. Основными характеристиками материалов Мелтблаун являются: мягкость, эластичность, смачиваемость, химическая стойкость сформированных волокон и др. Микроволокна Мелтблаун обычно имеют диаметр в диапазоне от 2 до 4 мкм, хотя могут быть меньше – 0,1 мкм и больше от 10 до 15 мкм. Это одна из самых последних и инновационных технологий, которая обычно используется для производства микроволокон. Степень непрозрачности, укрывистости, мягкости и пористости является главным отличием между традиционными неткаными изделиями и изделиями из Мелтблаун.

Полимеры для изготовления материала: полиэфир (ПЭТ), полипропилен (ПП), полиамид (ПА), полиэтилен (ПЭ).

Процесс производства материала Мелтблаун состоит из следующих этапов: экструзия, раздутие, холстообразование, намотка материала. Далее могут следовать этапы резки, термоскрепления и различных обработок.

Применение материалов Мелтблаун: сорбция нефти; фильтрация воды; фильтрация воздуха; гигиенический сектор.

Принципиальная схема способа представлена на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Общая схема производства нетканого материала Мелтблаун

Линии для производства нетканых материалов «АкваСпан» представлены на рисунке 3.10. Формирование волокнистых холстов осуществляется на двух чесальных машинах 1. Холсты с чесальных машин накладываются друг на друга на транспортном конвейере, который подает их в струйное устройство 2, где осуществляется скрепление материала струями воды под высоким давлением. Дополнительная фиксация структуры нетканого материала осуществляется в узле пропитки связующим 3. Готовый материал подвергается сушке в конвективной сушилке 4 и наматывается на накатном устройстве 5. Давление воды в струйном устройстве составляет до 600 бар, скорость выпуска материала – до 300 м/мин, поверхностная плотность материала может варьироваться от 15 до 600 г/м<sup>2</sup>, допустимая ширина материала – до 5400 мм.



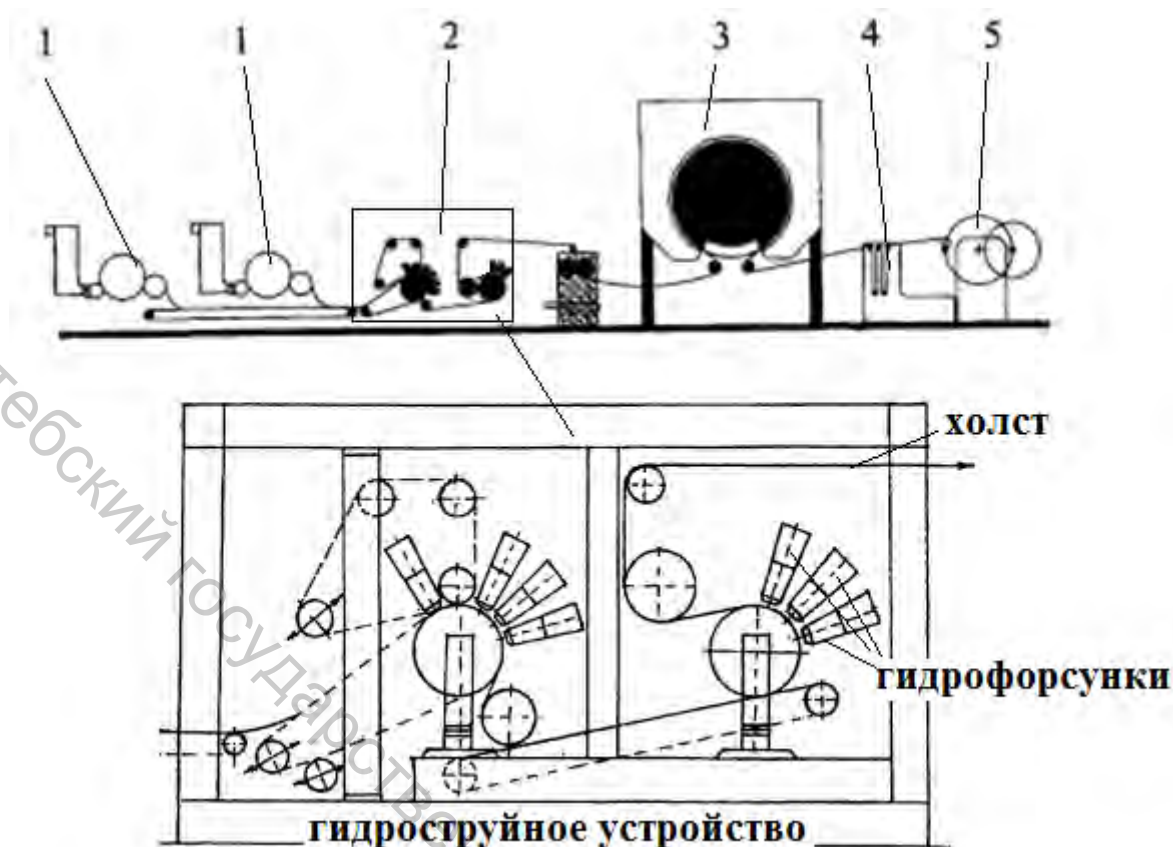


Рисунок 3.10 – Схема линии Fleissner–Акваджет для производства НТМ гидроструйным способом

### Методические указания

Перед изучением технологии производства нетканых материалов новыми физико-химическими способами ознакомиться с новинками, изложенными в лекционном курсе по данной тематике. Обозначьте, в каком направлении движется развитие техники в данной области. Выделите наиболее перспективные направления развития. Определить ведущих производителей, занимающихся разработками в области получения нетканых материалов физико-химическими способами.

Изучите ассортимент волокон, применяемых для производства нетканых материалов новыми способами. Выделите отличительные особенности по свойствам формируемых материалов.

### План отчета

1. Перечислить новые методы скрепления волокон в холсте при формировании нетканого материала.
2. Зарисовать конструкции узлов по точечному соединению волокон холста посредством «сварки», лазера, ультразвука, струй сжатой воды.
3. Привести технологическую схему оборудования по производству нетканого полотна по технологии STRUTO.

4. Привести технологическую схему оборудования по производству нетканого полотна Мелтблаун.
5. Привести технологическую схему оборудования по производству нетканого полотна АкваСпан.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-источник. Режим доступа: <http://prioritetinvest.ru/node/118> .
2. Интернет-источник. Режим доступа: <http://www.vvsu.ru/files/966A8098-30AA-4AE1-B71F-B465C70B86B8>
3. Интернет-источник. Режим доступа:  
<http://www.plastics.ru/pdf/journal/2011/10/spanbond.pdf>
4. Интернет источник. Режим доступа: <http://holofiber.ru/news/2009-04-03-45>
5. Горчакова, В. М. Оборудование для производства нетканых материалов : учебное пособие. Часть 2 / В. М. Горчакова, А. П. Сергеенков, Т.Е. Волощик . – Москва : СовьяжБево, 2006.
6. Айзенштейн, Э. М. Новое оборудование фирмы NEUMAG для производства спанбонда. / Э. М. Айзенштейн // Технический текстиль. – 2004. – № 9.
7. Бершев, Е. Н. Физико-химические и комбинированные способы производства нетканых материалов : учебник для вузов / Е. Н. Бершев, В. М Горчакова, В. В. Курицына, С. А. Овчинникова. – Москва : Легпромбытиздат, 1993.