

УДК 677.026.49

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕТКАНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шварц П.М., студентка гр. ХПб-191, III курс
Научный руководитель: Теряева Т.Н., д.т.н., доцент, профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Человек умеет соединять нити без ткачества с давних времён, примером могут служить войлок или ватин. В настоящее время нетканые материалы (НМ) получают, в основном, из полимерных материалов – волокнистых нитей, которые не переплетают, а скрепляют путём провязывания, иглопробивания, прессования, склеиванием и другими методами. Прочность полотна обеспечивается за счет организации взаимосвязи между двумя волокнами. Такой метод формирования материала даёт нетканым образцам собственные, уникальные характеристики, существенно отличающиеся от традиционных вариантов. Нетканые полимерные материалы находят широкое применение в различных областях, например, геотекстиль, получаемый из ПП, полиэфиров, полиамидов, ПЭНД находит применение в сельском хозяйстве, строительстве дорог, сооружении дренажных систем, сельском хозяйстве.

Технология получения НМ основана на экструзии термопластичных полимеров с формованием бесконечных элементарных нитей (spunbond – спанбонд) или тонких волокон, полученных раздувом расплава (meltblown – мелтблown) [1].

Схема производства НМ спанбонд представлена на рисунке 1.

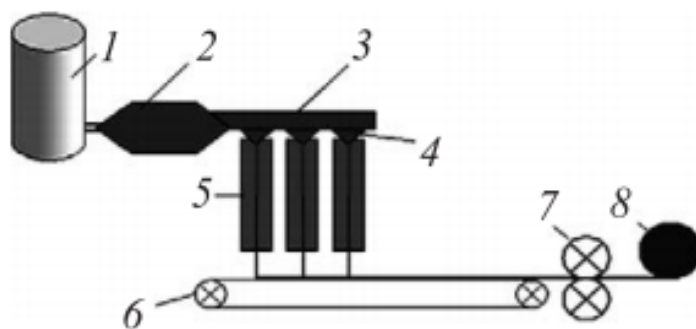


Рисунок 1 – Принципиальная схема производства НМ спанбонд фильерным способом:

1 – бункер для сырья; 2 – экструдер; 3 – экструзионная головка; 4 – фильерный комплект; 5 – охлаждающая шахта; 6 – транспортёрная лента; 7 – каландр; 8 – намоточное устройство

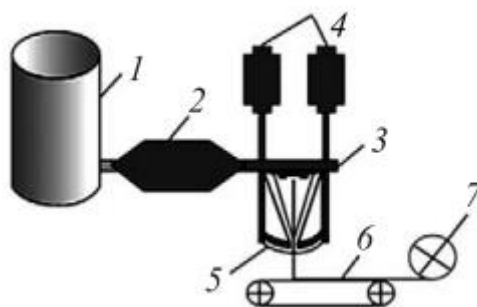


Рисунок 2 – Принципиальная схема производства НМ мелтблOWN прямым формированием тонких волокон способом раздува расплава:

1 – бункер для сырья; 2 – экструдер; 3 – формовочная балка; 4 – нагреватели воздушного потока; 5 – фильера или сопло Вентури; 6 – транспортёрная лента; 7 – намоточное устройство

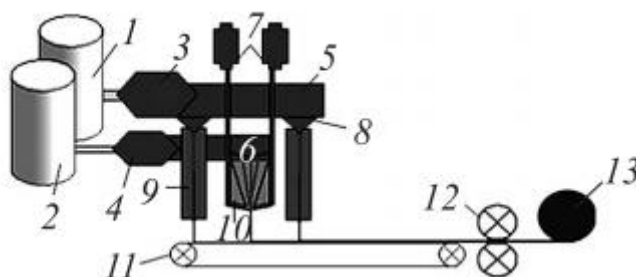


Рисунок 3 – Принципиальная схема производства композитного многослойного НМ

1 – бункер для сырья полимера А; 2 – бункер для сырья полимера Б; 3,4 – экструдеры; 5,6 – формовочные балки; 7 – нагреватели воздушного потока; 8 – фильерный комплект; 9 – охлаждающая шахта; 10 – формующее устройство; 11 – транспортёрная лента; 12 – каландр; 13 – намоточное устройство

В России производство НМ осуществляется преимущественно по фильерной технологии, подробное описание которой представлено ниже.

Полипропилен из полимеровозов загружается на внешние силоса. Из бункера полипропилен воздуходувкой посредством пневмотранспорта подается на хранение в два внешних алюминиевые бункера-силоса объемом 200 м³ каждый. Из внешних силосов полипропилен вакуум-насосом подается в обогреваемые внутренние силосы через вакуум-загрузчик. Температура во внутренних силосах поддерживается постоянной в пределах 50-60 °С циркуляцией горячего воздуха. Их внутренних силосов полипропилен пневмотранспортом вакуум-насосами подается в бункер экструдера через вакуум-загрузчик.

Для полипропилена и полимерных добавок используется одношнеко-

вый горизонтальный экструдер, обеспечивающий высокую производительность (450-1400 кг/час). Диаметр шнека экструдера 200 мм, соотношение длины шнека к диаметру L/D 30:1. Обогрев экструдера электрический, количество зон обогрева 8. Температура в каждой зоне нагрева регулируется автоматически с выводом показателей на дисплей компьютера. Диапазон температур в зонах экструдера 230-250 °C.

Во избежание спекания гранул полипропилена при загрузке в экструдер наружная поверхность цилиндра экструдера в загрузочной зоне снабжена камерой охлаждения, представляющей собой кольцевую рубашку, в замкнутом контуре которой циркулирует охлаждающая жидкость, с температурой не более 100±20 °C. Экструдер развивает давление 60-150 бар. Регулирование поступления полимера в экструдер осуществляется через величину оборотов шнека экструдер, зависящую от значения давления расплава после фильтра экструдера которое всегда должно быть постоянным. По выходу из экструдера расплав полипропилена продавливается через фильтр непрерывного действия, обогреваемый электротэнами.

Фильтровальный блок служит для очистки (фильтрации полимера от примесей) и представляет собой гидравлический агрегат – приспособление для смены сита.

После фильтра, расплав, через коллектор по системе расплавопроводов, подается на прядильную балку. Обогрев расплавопроводов электрический. Прядильная балка представляет собой систему под давлением и предназначена для формирования полимерных нитей.

Плавильно-прядильные насосы предназначены для дозированных жидких полимерных расплавов. Перед запуском насос должен быть достаточно нагрет. Обогрев прядильной балки осуществляется циркулирующим в рубашке по замкнутому контуру высокотемпературных органическим теплоносителем Terminol SP, нагретым до температуры 250-280 °C. Скорость вращения двигателей дозирующих насосов составляет 3-30 об/мин. Производительность прядильного насоса составляет 18-75 см³/об.

Расплавленный полипропилен дозирующим насосом подается на фильерный комплект, фильтруется через металлические сетки, одновременно гомогенизируется, продавливается через отверстия фильеры образованием фильер-ментов (элементарных нитей). Диаметр капилляра 0,8 мм.

Образующиеся нити обдуваются и подвергаются аэродинамическому вытягиванию в эжекторах. При данном процессе волокна проходят полное отверждение в натянутом состоянии. Охлаждение нитей происходит путем обдува нитей воздуха температурой 8-10 °C и влажностью 80-100 %. Охлажденные нити поступают в эжекторные трубки, где происходит их вытягивание под действием скоростного потока воздуха, создаваемого эжектором.

Вытянутые отвержденные нити с помощью специальных нитераскладчиков получают волнообразные движения и внахлестку укладываются на приемный сетчатый транспортер машины для формирования холста. Полученный холст фиксируется на ленте транспортера вакуумом, создаваемым

специальными вентиляторами. Количество всасываемого воздуха под сетку транспортера регулируется в зависимости от параметров процесса: качества и расхода полимера, скорости воздуха вытягивания нитей, скорости транспортера и составляет от 100000 до 160000 м³/час. Скорость движения сетчатого конвейера от 3 до 30 м/мин. При получении полотна на стадии формирования холста производится процесс нанесения 1-3%-ной водной эмульсии, для уменьшения трения иго при прохождении их через толщину холста, а также с целью повышения физико-механических показателей готовой продукции.

Уложенный на сетчатый конвейер волокнистый холст, проходит последовательно через две иглопробивные машины. В результате чего волокна, из которых состоит полотно, интенсивно перепутывается между собой, что увеличивает один из основных технико-эксплуатационных показателей нетканого материала – разрывную нагрузку. Первая иглопробивная машина оборудована плитой с иглами, на которых четыре насечки – служит для грубого сплетения. Вторая иглопробивная машина с иглами, на которых одна насечка – для окончательного пробивания.

Для фиксации и калибровки нетканого материала, полотно, после иглопробивных машин попадает на горячие валы каландра, обогреваемые жидким теплоносителем. Температура валов каландра составляет 130-160 °С. Материал проходит между валами, сначала по верхнему валу, потом попадает между валов в этом месте оставляют зазор определенной величины. После прохождения горячих валов материал охлаждается на следующей паре валов, в качестве охлаждающего агента в которых используется раствор этиленгликоля в воде. Из каландра материал попадает в накопитель, который состоит из 2 групп валов. Первая группа установлена неподвижно, вторая группа по мере необходимости поднимается вверх.

Устройство для обрезания кромок размещено перед намоточной машиной. Устройство снабжено двумя пневматическими держателями ножей, отрезающих кромки на специально закаленных стальных цилиндрах, расположенных на подающем валу. В качестве ножей используются вращающиеся диски.

Намотка нетканого материала на картонные шпули осуществляется при помощи фрикционного барабана намоточного устройства. Смена полного рулона и установка новой шпули производится вручную.

Получаемый по данной технологии НМ находит применение в следующих областях: общегражданское строительство, возведение автомобильных и железных дорог, строительство технических и гидротехнических объектов, укрепление склонов, откосов, армирование береговых линий различных водоемов, создание дренажных систем спортивных сооружений – стадионов, площадок, треков и др., защита грунтов от эрозийных процессов, мелиоративные работы, ландшафтный дизайн.

Преимущества:

– высокие фильтрующие способности;

- высокое сцепление с поверхностью (это характеристика важна при укреплении склонов и откосов);
- высокая устойчивость к ультрафиолетовому излучению, к щелочам и кислотам природного происхождения, к вибрации;
- сохранение характеристик полотна при небольших повреждениях, благодаря значительному удлинению при разрыве;
- высокая прочность геотекстиля (приближенная к термоскрепляемым полотнам);
- экологичность – не выделяет токсичных веществ даже после длительной эксплуатации.

Список литературы

1. Современные технологии производства [электронный ресурс] – URL: <https://extxe.com/> (дата обращения 15.03.2022)
2. Плеханов А.Ф. Инновационные технологии нетканых материалов / А.Ф. Плеханов, Е.И. Битус, Н.А. Виноградова, Ю.В. Братченя // Полимерные материалы № 2, 2019. – С. 30-34.
3. GKGeoSM : официальный сайт. – Новосибирск. URL: geo-sm.ru/ (дата обращения 11.03.2022)
4. ООО «СИБИРЬ ГЕОСИНТ»: официальный сайт. – Кемерово. URL: <https://www.sibirgeosint.ru/> (дата обращения: 12.03.2022). – Текст: электронный.
5. SIBUR International GmbH: официальный сайт. – Кемерово. URL: <https://sibur-int.ru/> (дата обращения: 12.03.2022). – Текст: электронный.