

связан с определением наиболее значимых факторов, влияющих на состояние системы, и оптимизационный эксперимент, который позволяет определить наилучшие значения влияющих факторов. Результаты эксперимента представляются в виде таблицы. Наблюдаемые значения критерия Фишера (F for only main Effects) рассчитываются только для главных факторов (не рассчитываются для взаимодействий). Их сравнивают с критическим значением (Critical value of F). Если наблюдаемое значение больше критического, то признается, что фактор оказывает влияние на результат.

Часто при моделировании недостаточно значений, выводимых в стандартном отчете. Необходимо фиксировать большие объемы информации. Для этого есть две возможности:

- 1) выводить результаты моделирования в файл, а затем обрабатывать их с помощью других программ (например, с помощью Excel);
- 2) записывать результаты в матрицу сохраняемых величин, а затем обрабатывать эту матрицу с помощью процедуры ANOVA.

Процедура ANOVA предназначена для анализа результатов экспериментов. Она позволяет провести факторный анализ (причем можно использовать до 6 факторов и до 3 степеней взаимодействий) и позволяет оценить степень значимости каждого фактора или взаимодействия. Кроме того, процедура ANOVA позволяет для каждого уровня фактора определить среднее значение по всем репликам и 95% доверительный интервал.

Написанные с помощью языка GPSS модели получаются более адекватными исследуемой системе, чем аналитические.

Литература:

1. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. – М.: Дело, 2003.– 336 с.
2. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003. – 416 с.
3. Кудрявцев Е.М. GPSS World . Основы имитационного моделирования различных систем. – М.:ДМК «Пресс», 2004.- 320 с.

УДК 677.026.4: 677.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЗИМИНА Е.Л., докторант, УШАКОВ Е.С., магистрант,
КОГАН А.Г., профессор

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: модель процесса измельчения, текстильные отходы, нетканые материалы, переработка отходов, размол волокон, резка волокон.

Реферат: для получения качественных нетканых материалов из текстильных отходов важным этапом является процесс подготовки волокнистой массы в виде размола, заключающегося в подготовке поверхности волокон для образования межволоконных связей и в придании волокнам способности связываться между собой в прочное полотно при прессовании. С помощью полученных математических моделей возможно определить характер влияния различных факторов на свойства получаемой волокнистой смеси. И в их совокупности определить допустимые уровни факторов, которые обеспечивают возможность получения волокнистой смеси с заданными свойствами.

Благодаря применению отходов синтетических волокон, которые обладают свойствами исходного сырья, и полимерных связующих можно изготавливать нетканые материалы с высоким сопротивлением излому: сопротивление раздиранию, в зависимости от используемого состава, может быть увеличено в 3-5 раз, сопротивление разрыву – в 2 – 10 раз. Одним из основных и

ценных качеств нетканых материалов из синтетических волокон является их влагопрочность, которая может достигать 100%.

Однако производство нетканых материалов из отходов синтетических волокон связано с рядом затруднений, которые вызваны применением длинных и по своей природе гидрофобных синтетических волокон, не обладающих межволоконными связями. Поэтому качество готовой продукции в большой степени зависит от условий формования и свойств связующего материала.

Производство нетканых материалов без предварительной подготовки волокон невозможно, потому что извитые волокна, соединяясь друг с другом, во время перемешивания образуют хлопья, узелки и даже жгуты, которые препятствуют равномерному формованию полотна. Поэтому для изготовления необходимо использовать синтетические волокна, нарезанные на определенную длину (1-6 мм). От качества резки волокон зависит качество водной суспензии, а следовательно, и качество получаемого материала. Волокна необходимо измельчать на строго определенную длину, так как даже небольшое количество непрорезанных волокон способствует хлопьеобразованию при диспергировании.

Основной недостаток резки – сплавление концов волокон в месте среза. Это объясняется термопластичностью большинства синтетических волокон, а также деформацией их под давлением, что имеет место в момент среза волокна. Наличие сплавленных концов волокон не позволяет при диспергировании их в воде разделить на элементарные волокна. Поэтому для резки синтетических волокон предлагается резка волокон в мокром состоянии или предварительная пропитка жгутов волокон различными составами. Длина волокон определяется теми свойствами нетканых материалов, которые необходимо получить. Чем больше длина волокна, тем выше показатели прочности. Однако с увеличением длины волокон затрудняется процесс диспергирования их в воде, что приводит к резкому ухудшению структуры полотна. Равномерность распределения волокон в материале является одним из важных факторов, от которого зависит его прочность и внешний вид. В свою очередь, на процесс формования полотна влияет степень однородности суспензии волокон в воде.

Проведенными исследованиями установлено, что при использовании более короткого волокна процесс формования улучшается. Однако это связано с понижением прочности готового полотна, и, наоборот, использование более длинных волокон влечет за собой увеличение прочности материала, но усложняет условия диспергирования.

Цель размола волокнистых материалов заключается в следующем: подготовить волокнистый материал к отливу, придать ему определенную степень гидратации, сделать волокна гибкими, пластичными, увеличить их поверхность (фибрилляцией и набуханием), обеспечить лучший контакт и связь волокон в полотне (придать ему прочность); придать нетканому материалу путем укорочения, расщепления и фибрилляции волокон требуемую структуру и физические свойства: объемный вес, пухлость, пористость, впитывающую способность и др. Размол ведется в присутствии воды при концентрации волокнистой массы 2-8% в размалывающих аппаратах периодического и непрерывного действия – роллах, конических мельницах, рафинерах и др.

Независимо от типа размалывающего аппарата принцип размола один и тот же. Он заключается в том, что волокнистая суспензия непрерывным потоком поступает к ножам рабочего органа аппарата, состоящего из неподвижно закрепленных ножей (статора) и вращающихся ножей, расположенных на барабане, конусе или диске (роторе). Проходя между ножами ротора и статора, зазор между которыми можно регулировать, волокна подвергаются режущему действию кромок ножей и укорачиваются или расщепляются в продольном направлении, раздавливаются торцовыми поверхностями ножей, расчесываются и фибриллируются.

В результате указанных воздействий волокна при размоле в водной среде претерпевают значительные изменения как в структуре, так и в физико-химических свойствах. При размоле в водной среде с добавлением смачивателей (некаль, кмц, изобутиловый спирт, смачиватели ОП-7, ОП-10 и др.) синтетические волокна укорачиваются до 3-6 мм. В случае резки текстильных отходов в мокром состоянии особое значение придается слоистому, фибриллярному строению волокна, содержанию в нем частиц, способствующих набуханию и фибрилляции волокон. Благодаря этим процессам при размоле волокно становится гибким и пластичным, увеличивается связанная поверхность между волокнами и образуются межволоконные связи в готовом полотне.

Процесс фибрилляции заключается в ослаблении и разрушении связей между отдельными фибриллами и микрофибриллами клеточной стенки под влиянием механических воздействий и проникновения воды в межфибрилярные пространства. Фибрилляция может происходить как на поверхности, так и внутри клеточной стенки волокна. В первом случае поверхность волокна разрушается и от нее отделяются фрагменты клеточных оболочек и фибрилл, образуя своеобразный ворс на поверхности волокна, видимый при большом увеличении микроскопа. Такая фибрилляция увеличивает наружную поверхность волокна и его способность к образованию межволоконных связей, однако она ослабляет прочность самого волокна и снижает сопротивление полотна раздиранию. При внутренней фибрилляции отделения фибрилл не происходит, повышается лишь гибкость и пластичность волокон в результате усиленного набухания, ослабления и частичного разрушения связей между фибриллами. Такая фибрилляция сообщает волокну способность к образованию межволоконных связей, не снижая прочности самого волокна, а потому она является более желательной.

В нашем случае, необходимо установить степень влияния технологических параметров работы гидроизмельчителя в процессе подготовки текстильных отходов на качество получаемой волокнистой смеси.

Во время определения оптимальных параметров подготовки необходимой по степени равномерности волокнистой смеси основной целью является получение волокнистой массы, равномерной по длине волокон и с заданным коэффициентом вариации по длине. В результате расчета основных параметров дробильного оборудования, при известных размерах установленных ножей, известно, что для наилучшего разрушения волокнистых комплексов коротковолокнистых отходов частота вращения ротора должна быть не менее 1500 мин^{-1} , кроме того, установлено, что минимальный размер волокнистых частиц определяется разводкой между рабочими (измельчающими) органами. Следовательно, с учетом анализа влияния различных факторов свойства волокнистой смеси, при проведении эксперимента в качестве входных параметров были приняты:

- длительность процесса обработки, мин, X_1 ;
- частота вращения ротора, мин^{-1} , X_2 .

В качестве критериев оптимизации были приняты следующие качественные показатели волокнистой смеси:

- Y_1 – средняя длина волокон смеси, мм;
- Y_2 – коэффициент вариации по длине, %;

Для исследования технологического процесса подготовки волокнистой смеси был использован план-матрица Коно.

Исследования и оптимизация процесса подготовки коротковолокнистых отходов к вторичной переработке проводились в условиях опытной лаборатории газетной фабрики г. Шклов. По каждому варианту был проведен опыт и из 30 испытаний определены средние значения.

В результате полученные математические модели исследуемых параметров подготовки коротковолокнистых отходов имеют следующий вид, представленный формулами 1 и 2.

Средняя длина волокон после измельчения

$$Y_1 = 1,48 - 0,36X_1 - 0,15X_2. \quad (1)$$

Анализ полученных данных показал, что средняя длина волокон после подготовки (Y_1) находится в линейной зависимости от длительности процесса обработки (X_1) и от частоты вращения ротора (X_2). Средняя длина обрабатываемых волокон уменьшается при увеличении длительности процесса измельчения, но до определенного предела. При увеличении частоты вращения ротора увеличивается скорость ножей и, следовательно, сила воздействия подвижных ножей на волокнистый материал. Чем больше это воздействие, тем меньше средняя длина волокон.

Коэффициент вариации по длине

$$Y_2 = 15,22 - 15,5X_1 - 6,3X_2 + 4,22X_1^2 + 2,18X_2^2 + 3,6X_1^2X_2. \quad (2)$$

Коэффициент вариации по длине волокон после процесса подготовки уменьшается при увеличении длительности обработки исходного материала (воздействие ножей на волокно) (X_1). Это объясняется тем, что увеличивается кратность воздействия измельчающих органов на волокна. С увеличением частоты вращения ротора (X_2), увеличивается количество волокнистой массы, которая заполняет пространство между ножами, подвижными и неподвижными.

С помощью полученных математических моделей возможно определить характер влияния каждого фактора на свойства получаемой волокнистой смеси. А при их рассмотрении в совокупности определить допустимые уровни факторов, которые обеспечивают возможность получения волокнистой смеси с заданными свойствами.

Литература:

1. Бобров, В. Ф. (1975), Основы теории резания металлов, Машиностроение, Москва, 344 с.
2. Резник, Н. Е. (1975), Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов, Машиностроение, Москва, 311 с.

УДК 677.322:677.072.62

ВАРИАНТ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРЯЖИ ДЛЯ РУЧНОГО ВЯЗАНИЯ, ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ С ВЛОЖЕНИЕМ РЕДКИХ ВИДОВ СЫРЬЯ

ЗИНОВЬЕВА А.Д., РАЗУМЕЕВ К.Э.

Московский государственный университет дизайна и технологии,
г. Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: пряжа для ручного вязания, мериносковая шерсть, волокно альпака.

Реферат: проведено изучение используемых на предприятии многокомпонентных составов при выработке пряжи для ручного вязания. Рассмотрен метод оптимизации пряжи для ручного вязания по трем показателям: тактильные ощущения от пряжи, себестоимость пряжи, процентное содержание натуральных волокон.

На сегодняшний день на российском рынке пряжи для ручного вязания ведущую позицию занимают иностранные производители, что обусловлено малым разнообразием ассортимента, а также недостаточно высоким уровнем качества отечественной продукции.

Качество готовой продукции в прядении во многом определяется качеством исходного сырья, рациональным его использованием, а также правильным выбором компонентов смеси, что даже при современном уровне развития производства представляет для прядильщиков сложную задачу. Для ее решения необходима разработка инновационных методов проектирования свойств пряжи.

Вопросами проектирования свойств пряжи, вырабатываемой из различных волокон, занимались ведущие отечественные ученые-текстильщики. Однако анализ литературы показал, что исследованиям физико-механических свойств нетрадиционных видов шерсти, а также вопросам проектирования свойств пряжи с вложением данных видов в последние 15-20 лет в отечественной литературе не уделялось достаточного внимания. Данные вопросы освещались в работах Е. В. Карро, К. Э. Разумеева, Н. С. Скулановой и В. П. Щербакова, однако данных об использовании редких видов шерсти в производстве пряжи для ручного вязания в отечественной литературе практически нет. [1,2,3,4]

В настоящее время производство пряжи с вложением редких видов шерстяных волокон (таких как шерсть альпака, верблюжья шерсть, козий пух и др.) приобретает большое значение в связи с все возрастающими потребностями рынка в получении высококачественной пряжи из натуральных видов сырья, которые обладают уникальными потребительскими свойствами, такими как пониженная теплопроводность при минимальном весе изделия, повышенная износостойчивость, пониженная пиллингуемость и др.