

Fusarium gibosum	–	–	–	–	р/в	р/в
Fusarium graminear	–	–	–	–	р/в	р/в

р/в – редко встречаются, частота меньше 30 %;

ч/в – часто встречаются, частота 30 - 50 %;

дом. – доминирующие, которые встречаются с частотой больше 50 %.

Грибы рода *Fusarium*, *Penicillium* вырабатывают целлюлозолитические ферменты – целлюлазы. Целлюлазы являются комплексом ферментов, который состоит из нескольких ферментов: эндоглюканазы, экзоглюкозидазы,  $\beta$  – глюкозидазы и др. Целлюлазы способны разрушать волокна, поскольку принимают участие в процессе гидролиза целлюлозы.

Таблица 3 – Количественный состав микрофлоры в варианте с увлажнением раствором мелассы

Тип микрофлоры	Продолжительность расстила, сут.				
	6	9	12	15	18
Целлюлозоразрушающие тыс. шт./г	5	10	13	16	100
Патогенные, шт./г	74	143	201	254	334

Анализ видового состава микрофлоры в варианте увлажнения мелассой показал, что в результате искусственного увлажнения стеблей льняной соломы раствором мелассы почти уничтожается вредная целлюлозоразрушающая микрофлора и патогенная микрофлора *Fusarium graminear*, *Gonatotryps flava*, *Dothiorela gregaria*, *Septoria linicola* (табл. 3). В связи с изменением видового и количественного состава микрофлоры, уменьшением количества целлюлозоразрушающей и патогенной микрофлоры процесс расстила, в основном, проходит под действием пектиноразрушающей микрофлоры *Alternaria tenius*, *Cladosporium herbarum*, *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus*.

По данным микробиологических исследований (табл. 1 – 3) установлено, что раствор мелассы положительно влияет на развитие пектиноразрушающих микроорганизмов, увеличивая их количественный и видовой состав, а также угнетает развитие патогенной и целлюлозоразрушающей микрофлоры по сравнению с контролем.

Таким образом, отходы сахарного производства, а именно меласса является дешевым и экологически чистым источником сахаров, которые необходимы для развития микроорганизмов на стеблях льняной соломы во время расстила.

УДК 677.051

### КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО СЛОЯ В ВАЛЬЦАХ

*Корабельников А.Р., Пустовой А.В.,  
Костромской государственный технологический университет,  
г. Кострома, Российская федерация*

В Костромском государственном технологическом университете разработана технологическая линия и оборудование для получения котонизированного льняного волокна. Линия включает в себя устройство для подготовки ленты льняного волокна к штапелированию, машину для штапелирования методом контролируемого разрыва и ряд очистителей. Устройство для подготовки ленты льняного волокна к штапелированию предназначено для уменьшения толщины ленты и предварительного разрушения связей между волокнами в технических комплексах льна. Оно представляет собой пару давящих валков с регулируемой нагрузкой и регулируемой скоростью вращения, кроме того скорость вращения нижнего и верхнего валков может быть различной [1, 2].

Установленная взаимосвязь между параметрами устройства и напряженно-деформированным состоянием в волокнистом слое позволит определить рациональные параметры устройства, интенсифицировать процесс предварительного разрушения комплексов.

Нами ранее были получены качественные аналитические зависимости обосновывающие правомочность применения такого метода обработки волокна [3]. Были проанализированы работы других исследователей в данном направлении [4]. Однако данные, приведенные в различных работах, не позволяют полностью раскрыть механизм взаимодействия валковой пары и обрабатываемого слоя волокна и определить количественные значения напряжений и деформаций в слое элементарного волокна. Вообще, разработка аналитических зависимостей, описывающих этот процесс, очень затруднительна, что связано с неоднородностью и анизотропностью обрабатываемого продукта и сложностью аналитического описания процесса. Для моделирования взаимодействия рабочих органов машин с льняным волокном необходимо применение современных численных методов [5, 6].

Нами предложена модель взаимодействия валковой пары со слоем волокна (рис. 1).

Геометрическая модель представляет собой два валка, диаметром по 30 мм, и слой волокна, зажаты между ними. Толщина слоя материала 4 мм. Валки вращаются с определенной скоростью, как равной, так и различной. Ось нижнего вала неподвижна, а ось верхнего вала может перемещаться в вертикальном направлении. К верхнему валу прикладывается нагрузка, различная в нескольких вариантах проведения эксперимента – 300, 600 и 900 Н. На этом этапе исследований частота вращения обоих валов принималась одинаковой и равной: 300, 600 или 900 рад/сек.

В модели имеются некоторые допущения. Слой волокна представляется массивом параллельных волокон, разделенных склеивающей матрицей. Слой волокна моделировался как единое тело, состоящее из нескольких чередующихся слоев материалов, имеющих различные свойства. Это позволяет не использовать контактные пары и систему предварительного нагружения в месте сопряжения двух соседних слоев, что значительно ускоряет решение и делает модель материала более приближенной к реальной. Конечные элементы, моделирующие волокна и матрицу, имеют только упругие свойства, различные плотности и модули упругости. Значение модулей упругости –  $2 \cdot 10^7$  Па для волокон и –  $2 \cdot 10^8$  Па для матрицы. В связи с принятым нами допущением об однородности слоя волокна и с целью сокращения процессорного времени решения модель выполнена плоской. Между валами и слоем материала установлен механизм "контактной пары" вида "линия-линия", коэффициент трения принят равным 0,3. Уплотнение массива конечных элементов присутствует на ограниченном участке слоя, где и проводится весь анализ. На остальной части слоя сетка конечных элементов максимально разреженная.

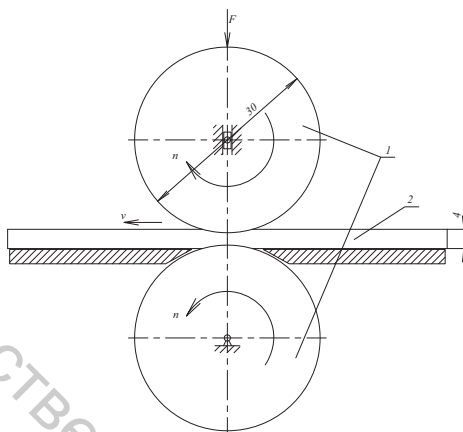


Рисунок 1 – Схема взаимодействия валковой пары 1 со слоем волокна 2. (Схема модели)

При прохождении волокна между валками при определенном усилии прижатия слои материала деформируются по-разному, в зависимости от их упругих свойств и от расположения внутри материала. При возрастании скорости вращения валов возрастают значения деформаций различных слоев материала, наибольшие деформации наблюдаются в слоях "волокон", причем с ростом скорости транспортирования материала растут и деформации (рис.2).

Наибольших значений напряжения достигают в более жестких слоях "матрицы", причем с ростом скорости транспортирования материала, происходит рост напряжений в слоях "матрицы": с 302 кПа при скорости вращения валов 300 рад/с, до 540 кПа при 900 рад/с.

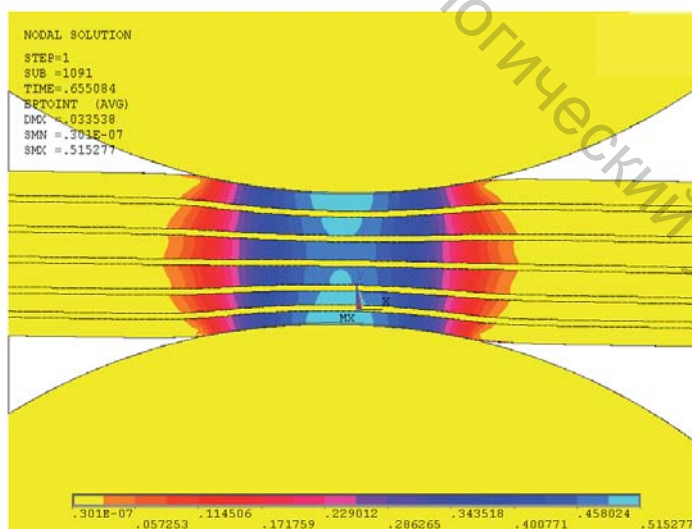


Рисунок 2 – Модель, работающая при следующих параметрах: скорость вращения 300 рад/с, усилие прижатия 300 Н. Картина распределения относительных деформаций

Рост напряжений в слоях материала связан, в основном, с ростом напряжений по продольной оси, направленной вдоль оси материала, что подтверждает выводы, сделанные в работе [7]. Применение предварительной обработки волокна, при его подготовке к утонению и очистке приведет к нарушению связей между волокнами в технических комплексах льняного волокна и нарушению связей между материалом и сорной примесью, что позволит обеспечить более качественные результаты процессов утонения и очистки.

Используя разработанную модель можно получить информацию о напряжении любой точке слоя материала и в любой момент времени взаимодействия, исследовать распределение напряжений на периферийных участках сжатия материала, изучить влияние скорости, усилия прижима, коэффициента трения и других факторов на картину напряженно деформированного состояния в жале валов.

#### ВЫВОДЫ

1. Разработана модель, описывающая процессы в многослойном композитном материале при прокатке его в валковой паре, позволяющая определить параметры напряженно деформированного состояния в любой точке материала и в любой момент времени протекания процесса. Модель может быть использована для изучения обработки в валках материалов слоистой структуры.

2. Разработанная модель позволила установить, что рост скорости транспортирования материала в валках приводит к росту напряжений и деформаций в слоях материала, что, в свою очередь, приведет к нарушению связей между волокнами в комплексах льняного волокна. Это подтверждает необходимость применения предварительной обработки льняного волокна в валках, при его подготовке к очистке и штапелированию.

3. Определены пути дальнейшего развития исследований, которые должны быть направлены на изучение влияния параметров устройств на напряженно-деформированное состояние в слоистом материале, и на разработку модели волокнистого материала, более приближенную к реальному материалу по физико-механическим, структурным и геометрическим свойствам.

#### Список использованных источников

1. Корабельников, А. Р. Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна, Кострома, 2005.
2. Патент № 2347863 Российская Федерация, МПК D01G1/00, D01G37/00 Способ очистки волокна. [Текст]/ Корабельников А. Р. Корабельников Р.В., Соркин А. П., Вихарев С. Н., Щербинин С. А.; заявитель и патентообладатель Костромской государственной технологической университет (RU) – № 2007110126; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.02.2009, Бюл. № 35/2010.
3. Вихарев С. Н., Корабельников А. Р., Корабельников Р.В. Особенности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке от сорных примесей по новому способу // Вестник КГТУ.- 2007, № 15. С .24...26.
4. Киселев, М. В. «Моделирование строения льняного чесаного волокна и процесса дробления его комплексов». Диссертация. Кострома 2009 г.
5. Киселев, М. В., Смирнов А. А., Киселев А. М. Исследование процесса дробления льняного комплекса методами математического моделирования Технология текстильной промышленности №4С(319) 2009.
6. Адамян, А. А. Корабельников А. Р. Пустовой А. В. Имитационная модель обработки слоя в валках. Научный вестник КГТУ 2011 № 2
7. Корабельников, А. Р., Корабельников Р.В. Повышение эффективности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке. Технология текстильной промышленности № 7 (328) 2010.

УДК 677.021.12

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ РАЗЛИЧНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ

*Кузнецов А.А., д.т.н., зав. кафедрой «АТПП», Форшакова М.Н., асп.,  
УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

За последние годы в мировом балансе текстильного сырья наблюдается значительное увеличение темпов производства и потребления полипропиленовых (ПП) волокон и нитей, которые широко используются в сфере производства наиболее массового вида продукции – напольных ковровых покрытий. В настоящее время мировая тенденция такова, что суммарная доля ПП волокон и нитей в ворсовых коврах примерно в 5 раз выше, чем шерсти. По способу получения полипропиленовые нити подразделяются на BCF, Heat-set, Frize. Применяемые отечественными предприятиями ПП нити для ворсовой основы являются импортным сырьем, и указанные в контрактах показатели характеризуют в основном структуру нити и прочностные свойства.

BCF – это нить, которая состоит из волокон только что полученных из экструдера. Ей придают дополнительный объем и специально вытягивают при последующей перемотке на бобину.

Хит-Сет (Heat-Set) – это самый распространённый вид нити для изготовления синтетических ковров нового поколения. Ковры, изготовленные из этого волокна, на ощупь напоминают шерстяные ковры. Для получения нити Хит-Сет нить BCF подвергают термической обработке, вытягивают и скручивают вокруг своей оси (чем больше крутка, тем лучше качество). Нить Хит-Сет обладает лучшими антистатическими свойствами и более долгосрочно в эксплуатации, чем нить BCF.

Фризе (Frize) - получают эту нить из нитей Хит-Сет, которые скручивают в два сложения в направлении S и Z, обрабатывают при очень высокой температуре и влажности. Две скрученные нити и механически-