

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ВЫТЯГИВАНИЯ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, А.П. СОРКИН

(Костромской государственной технологической университет)

Процесс вытягивания льняного волокна является одним из основных процессов в технологических операциях его обработки, обеспечивающих качество получаемой нити. Вследствие этого изучению данного процесса посвящено большое количество работ [1], [2] и др. Вместе с тем, все авторы, занимающиеся названной проблемой, имеют единое мнение о сложности исследования этого процесса как теоретически, так и экспериментальными методами.

Одной из проблем процесса вытягивания является изучение поля сил трения между вытягиваемым продуктом и конструктивными элементами вытяжного прибора. В настоящее время экспериментальными методами определено качественное влияние различных параметров вытяжного прибора на поле сил трения, таких как усилие прижима валиков в питающей и выпускной парах, диаметра данных валиков, шероховатости их поверхности, влияние дополнительных конструктивных элементов в виде планок, прутков и др. Однако учет реальной геометрии комплексов льняных волокон, вероятностный характер их расположения в вытяжном приборе, неоднородные физико-механические свойства представляют большие сложности для проведения исследований экспериментальными методами. В силу названных причин нами для решения поставленных задач применены методы математического моделирования. Поскольку определение "поле сил трения" в классической механике трактуется как контактная задача, то, следовательно, для моделирования таких процессов необходимо использовать хорошо зарекомендовавшие себя математические методы. В частности, в настоящей работе использовался численный метод конечных элементов. Для упрощения построения модели и уменьшения времени

расчетов в качестве вытягиваемого льняного продукта выбран один комплекс, состоящий из 3-45 элементарных волокон. Данное допущение является очень важным, поскольку основной задачей процесса вытягивания является дробление комплексов на элементарные волокна и впоследствии, принимая в качестве граничных условий контактные нагрузки на комплекс, можно моделировать процесс его разрушения. Модель контактного взаимодействия построена для однозонного вытяжного прибора прядильной машины. В модели принято допущение об идеальной цилиндричности валиков и цилиндров вытяжного прибора без учета рифлений цилиндра. Это допущение сделано с целью уменьшения количества конечных элементов, моделирующих рифли, и, как следствие этого, уменьшение времени решения задачи. Однако данное допущение не меняет общую идеологию решения задачи в объемной постановке.

Для построения модели использовалась ранее разработанная вероятностная конечно-элементная модель комплекса льняных волокон [3]. Для практической реализации модели и выполнения расчетов использовался ППП ANSYS 10.0. Комплекс льняных волокон моделировался 8 узловыми конечными элементами SOLID45. С целью повышения точности решения задачи прижимные ролики моделировались 10 узловыми изопараметрическими конечными элементами SOLID92.

Для решения контактной задачи необходимо выбрать вид контактируемых поверхностей и тип контакта. Исходя из реальных свойств льняного волокна и материала валиков и цилиндров вытяжной пары выбран контакт поверхность-поверхность для деформируемых с обеих сторон материалов. Положение целевой и

контактной поверхности определяется исходя из условия задачи. Цилиндры вытяжной пары неподвижны, а валикам задается перемещение по оси Y, воздействуя тем самым на композитный материал комплекса элементарных волокон (рис 1 – распределение целевой и контактной поверхности).

сти в вытяжной паре). В качестве контактных конечных элементов, покрывающих контуры комплекса льняных волокон, цилиндров и валиков выбраны контактные конечные элементы TARGE170 и CONTA174.

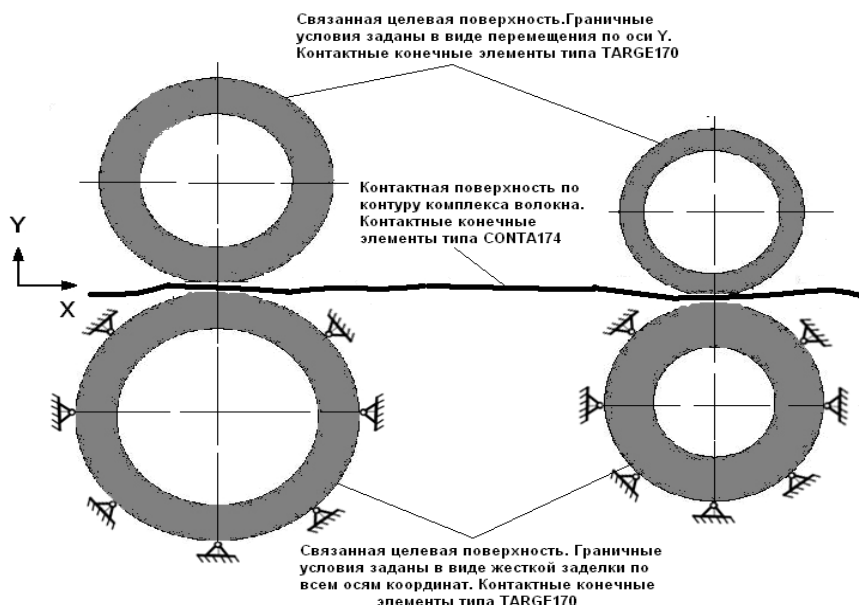


Рис. 1

При задании граничных условий концы комплекса на длине 154 мм закреплялись по всем степеням свободы, учитывая действие отброшенных частей комплекса. Нижние цилиндры вытяжного прибора лишены всех степеней свободы. Верхним нажимным валикам задаем перемещение – 0,003 м, что эквивалентно заданию прижимной силы заданного значения. При решении задачи учтены различные коэффициенты трения о комплекс нажимных валиков и цилиндров вытяжной пары, а также геометрическая нелинейность льняного комплекса под действием сил. Для реализации модели была разработана программа на языке Delphi 7. Данная программа реализует идеологию batch-файла и учитывает возможность задания вероятностных характеристик льняного комплекса.

Результаты расчетов контактных напряжений в выпускающей паре представлены на рис 2.

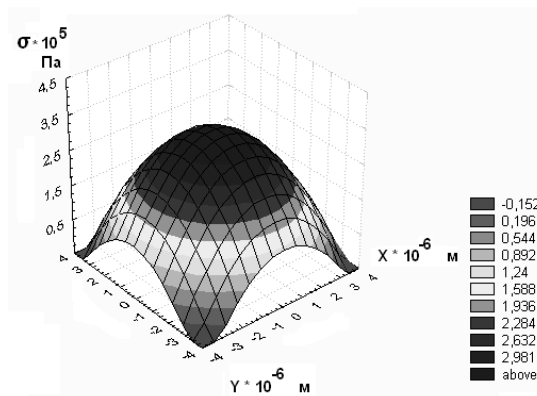


Рис. 2

Эпюра контактных напряжений в подающей паре носит подобный характер в связи с заданием аналогичных граничных условий.

Результаты расчетов показывают, что максимальные контактные напряжения возникают в области плоскости, проходящей через центры роликов, и сильно зависят от задаваемого перемещения по оси Y прижимных валиков.

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель контактного взаимодействия комплекса льняных волокон в вытяжном приборе с учетом его реального строения и фрикционных свойств контактной пары.

2. Модель позволяет прогнозировать не только контактные напряжения льняного комплекса в вытяжной паре но и определять его напряженно-деформированное состояние в зависимости от силы прижима валиков прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л.Н., Хавкин В.П. и др. Динамика основных процессов прядения. – Ч. 1 (Формирование и выравнивание волокнистого продукта). – М.: Легкая индустрия, 1970.

2. Гинзбург Л.Н. и др. Прядение лубяных волокон. – Т.1. Прядение льна. – М.-Л.: Гизлегпром, 1939.

3. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.14...19.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 16.06.07.
