

УДК 677.026.442

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ
КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ ПРИ ИХ ФОРМИРОВАНИИ

А. В. ЛОКТИОНОВ, В. Г. БУТКЕВИЧ, С. А. МОСКАЛЕВ

Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Нити и пряжа нашли широкое применение в текстильной промышленности. В большинстве технологических процессов нити либо движутся прямолинейно, либо находятся в состоянии сложного движения. Исследование этого движения позволяет определить нагрузки на нити, и, как следствие, стабилизировать технологический процесс получения нити и ее дальнейшей переработки в целом. Исследование перемещения нити обычно сводится к решению задач статики. Однако очень мало публикаций, в которых полно излагались бы основные положения статики нити и связанные с ними вопросы установившегося движения нити, применительно к конкретным технологическим процессам.

Известны основы механики гибкой нити. При этом большое внимание уделено выводу и обоснованию фундаментальных уравнений кинематики и динамики нити. Реализована возможность сведения задач на установившееся движение однородной нерастяжимой гибкой нити к задачам статики. Однако статика нити рассмотрена недостаточно полно. В некоторых работах рассматриваются вопросы прикладной статики нити и реализуются задачи статического расчета. В них приближенности методами решается задача перемещения свободно висящей нити под действием вертикальной нагрузки, распределенной по горизонтальной проекции нити. Случаи других нагрузок не рассматриваются. Кроме того, подавляющее количество работ о механике нити рассматривают случай нерастяжимой и однородной (абстрактной) нити. Кроме общих дифференциальных уравнений равновесия однородной растяжимой гибкой нити, выведенных в окончательном виде Минаковым А.П., опубликовано лишь несколько частных решений, полученных для однородной упругой растяжимой нити. На практике существует разброс мнений и оценок влияния различных факторов на условия формирования нити.

При изучении процессов прядильного производства достаточно остро возникает вопрос натяжения волокнистых стренг, поскольку этот фактор выступает как главный и ограничительный по условиям технологических возможностей процесса. Известно, что нагрузка на пряжу резко возрастает с увеличением скоростей ее движения в рабочих органах оборудования. В сочетании с неравномерностью пряжи по линейной плотности, крутке,

прочностным характеристикам волокон, приближение натяжения пряжи к критическим значениям определяет большую вероятность ее разрыва.

При разработке технологии формирования многокомпонентных нитей (например, нитей с разрезным ворсом, фасонных нитей, меланжевых нитей и др.) необходимо аналитически изучить характер движения различных волокнистых стренг по сборным направляющим поверхностям оборудования, а также при обкручивании одних нитей другими. Выделяются пять факторов, влияющих на условия формирования конечного волокнистого продукта: центробежная сила, кориолисова и аэродинамическая силы, силы тяжести и начальных натяжений волокнистых стренг. Однако получение численных значений указанных сил затруднительно. Это связано с тем, что, например, при определении аэродинамической силы практически очень сложно описать геометрические характеристики оборудования. Имеется значительный разброс параметров таких как: как ворсистость нити; извитость волокон; линейная плотность; наличие сорных частиц и разнородность, свойственная волокнистым структурам. Не учитываются и структурные особенности воздушных потоков. При исследовании, зачастую, используются грубые характеристики, снижающие точность расчётов. Нет единого мнения о степени влияния вышеприведённых сил на суммарную силу натяжения.

Необходимо аналитическое определение натяжения волокнистых стренг при формировании многокомпонентных нитей. Известно, что при формировании многокомпонентных нитей ворсовый (нагонный) и закрепительный компоненты движутся по спирали с переменным шагом. Это позволило применить метод, часто используемый при описании технологических процессов. Была подобрана функция, описывающая движение элементов нити. Определены начальные условия и произведено двойное дифференцирование. В результате получено уравнение натяжения стренг при формировании многокомпонентных нитей с учётом всех действующих сил. Предложенная аналитическая зависимость имеет следующий вид:

$$T = \mu_0 \cdot v_0^2 + e^{k\varphi} \cdot (T_0 - \mu_0 v_0^2),$$

где T – суммарное натяжение нити; μ_0 – постоянная линейная плотность нити; v – линейная скорость контурного движения нити; T_0 – натяжение обкручивающего компонента; φ – угол охвата нити сердечника обкручивающим компонентом; k – число обкручивающих нитей.

Полученная зависимость позволила определить натяжение волокнистых стренг и стабилизировать процесс формирования многокомпонентных нитей.