

НОВЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ

Асп. Рыклин Д.Б., асс. Соколов Л.Е.,
доц. Коган С.А. (ВГТУ)

При получении пряжи аэродинамическим способом формирования качество пряжи зависит от множества факторов: конструктивных параметров аэродинамического устройства, технологических параметров процесса, качества и вида сырья, состояния оборудования, параметров окружающей среды и других. В ходе исследования процесса формирования пряжи были установлены зависимости оптимальных конструктивных параметров аэродинамического устройства от остальных факторов.

На процесс формирования значительное влияние оказывает форма стоячей волны, образующейся при баллонировании исходного продукта в камерах аэродинамического устройства. Таким образом, для получения математической модели процессов, протекающих в аэродинамическом устройстве, необходимо теоретически определить зависимость формы баллона пряжи от параметров аэродинамического устройства.

Для определения вида стоячей волны, возникающей при баллонировании нити, рассматривается задача о форме баллона, возникающего при вращении гибкой нерастяжимой нити, закрепленной концами на оси вращения. При этом были приняты некоторые упрощающие допущения. В результате преобразований системы дифференциальных уравнений равновесия нити в переменных Эйлера получена следующая формула для расчета длины баллона:

$$L = \sqrt{\frac{100}{H} - 1} \left[\frac{D_K - d_H}{4} \left(\pi - \arcsin \frac{d_H - d_H}{D_K - d_H} \right) + \frac{\pi(D_H - d_H)}{8} \right] \quad (1)$$

где D_K - диаметр пневмовьюрковой камеры, D_H - диаметр пневмоперепутывающей камеры, d_H - внутренний диаметр иглы, d_H - диаметр нити, H - нагон, %.

Для проверки полученной формулы было проведено два эксперимента. В качестве факторов при проведении первого эксперимента были приняты: x_1 - диаметр отверстия тангенциального канала; x_2 - расположение их от торца пневмоперепутывающей камеры.

Для эксперимента была выбрана хлопкольняная комбинированная пряжа линейной плотности 60 текс, в качестве сердечника в которой использовалась полиэфирная комплексная нить линейной плотности $T=16,8$ текс.

Эксперимент проводился для двух и четырехканальных камер. Для каждой из них определялся диапазон давлений в пневмовьюрковой камере, при котором происходит формирование пряжи.

В результате проведения эксперимента установлено, что

1) наилучшее качество формирования пряжи происходило в двухканальной камере с диаметром радиального канала равным 1,2 мм при расстоянии от торца пневмоперепутывающей камеры до плоскости радиальных каналов равном 6,5 мм, наиболее близком к рассчитанному по формуле (1) - 5,96 мм;

2) диапазон давлений в пневмовьюрковой камере, при котором происходит формирование пряжи, возрастает с увеличением диаметра радиальных каналов;

3) стабильность формирования пряжи в двухканальной камере несколько выше, чем в четырехканальной.

Далее был проведен эксперимент по определению оптимальных параметров иглы. В качестве стержневой нити была выбрана полиэфирная комплексная нить линейной плотности $T=13.8$ текс. Факторами при проведении этого эксперимента являлись: x_1 - длина от конца иглы до торца пневмоперепутывающей камеры, x_2 - внутренний диаметр иглы, x_3 - давление в пневмоперепутывающей камере.

Анализ результатов эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

1) наиболее стабильный процесс формирования пряжи происходит при расстоянии от конца иглы до торца пневмоперепутывающей камеры равном 14 мм и внутреннем диаметре иглы равном 2,5 мм, что практически совпадает результатами расчета по формуле (1) (расстояние 14,05 мм при диаметре 2,5 мм);

2) оптимальные значения величин давления практически не зависят от параметров иглы, так как параметры иглы определяют только форму баллона, а не качество перепутывания;

Таким образом, в результате исследований была экспериментально подтверждена формула для расчета расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов, которая в дальнейшем может быть использована при проектировании аэродинамических устройств для получения комбинированной пряжи.

В результате следующего эксперимента были определены оптимальные технологические параметры, обеспечивающие наилучшие физико-механические свойства комбинированной пряжи. При этом исследовалась хлопкошляная комбинированная пряжа линейной плотности 80 текс. В качестве сырья использовалась хлопковая ровница, полученная в первом варианте по кардной, а во втором варианте - по гребенной системе прядения.

Для определения зависимости между физико-механическими свойствами пряжи и параметрами технологического процесса проведен трехфакторный эксперимент. В качестве факторов были выбраны: процентное содержание хлопкового волокна (X_1), давление в пневмоперепутывающей камере аэродинамического устройства (X_2), скорость выпуска (X_3). Проведенный корреляционный анализ между свойствами пряжи позволил проводить оценку качества пряжи по разрывной нагрузке и коэффициенту вариации по линейной плотности.

В результате обработки результатов эксперимента получены математические зависимости.

Первый вариант

Для разрывной нагрузки

$$Y_1 = 1096,12 + 16,73 X_1 + 37,05 X_2 - 19,97 X_3 - 33,6 X_1 X_2 - 29,49 X_1 X_3 - 44,79 X_1^2$$

Для коэффициента вариации по линейной плотности пряжи

$$Y_2 = 25,06 + 3,19 X_1 + 0,86 X_2 - 1,86 X_2 X_3$$

Второй вариант

Для разрывной нагрузки

$$Y_1 = 1000,5 + 11,58 X_2 - 14,98 X_3 - 20,46 X_2 X_3 + 12,02 X_2^2$$

Для коэффициента вариации по линейной плотности пряжи

$$Y_2 = 25,3 + 2,6 X_1 + 0,43 X_2 - 0,34 X_3 + 1,4 X_1 X_2$$

Как видно из полученных моделей, разрывная нагрузка в большей степени зависит от давления воздуха и от скорости выпуска. На неровноту пряжи по линейной плотности большее влияние оказывает изменение процентного вложения хлопкового волокна.

На основании проведенного эксперимента установлены оптимальные параметры процесса: процентное вложение хлопкового волокна - 15 - 25 %, давление 0,4 Мпа, скорость выпуска - 150 м/мин.

Другим перспективным направлением в производстве льносодержащих пряж является переработка льна в смеси с химическими и шерстяными волокнами по со-

кращенной системе прядения пневмомеханическим способом формирования. Особенностью производства пряжи на машинах ППМ являются высокие требования к длине перерабатываемых волокон. Исходя из этого, основной особенностью новой технологии является процесс укорочения льняных волокон методом дифференцированного разрезания на резально-штапелирующей машине ЛРШ-70. В результате исследований установлены следующие особенности процесса штапелирования льняных волокон:

- на распределение волокон по классам длины преваляющее влияние оказывает процесс разрезания волокон, т.е. конструктивные параметры ножевого вала;
- в процессе вытягивания льняных волокон в вытяжном приборе их средняя длина изменяется крайне незначительно;
- процесс штапелирования льняных волокон носит случайный характер и зависит от длины волокна, поступающего в зону резки, т.е. от распределения волокон по классам длины в исходной льняной ленте.

Все многообразие дискретного потока волокон в исходной льняной ленте можно разделить на две большие группы - волокна, длина которых менее расчетной длины резки (Лшт.) - L_1 и волокна, длина которых более расчетной длины резки (Лшт.) - L_2 . В процессе штапелирования часть волокон, попавшая в пазы ножевого вала останется не разрезанной и их содержание в штапелированной ленте будет определяться по формуле:

$$X = b/(a+b),$$

где b - ширина паза ножевого вала, мм;

a - ширина зуба ножевого вала, мм.

Волокна первой группы в общем, будут разрезаться на два коротких отрезка, длины, которых лежат в интервале $[0, L_1)$. Волокна второй группы в общем случае будут разрезаться на n участков длиной $L_{шт.} = Dn.v./m$, где $Dn.v.$ - диаметр ножевого вала, m - число заходов ножевого вала и два отрезка, длина которых будет лежать в интервале $[0, L_{шт.})$.

Таким образом, исходя из данных положений и используя вероятностные методы оценки распределения случайных величин определена теоретическая зависимость, связывающая среднюю длину льняных волокон в штапелированной льносодержащей ленте с конструктивными параметрами ножевого вала и распределением волокон в исходной льняной ленте:

$$L_{ср} = L_2 X(1 - Q_1) + 0.5 L_1 Q_1 + L_{шт.} \sum_{i=1}^k Q_i n_i + 0.5 (L_2 - n L_{шт.}) * (1 - X - \sum_{i=1}^k Q_i n_i - Q_1 (1 + X)),$$

где L_1 - средняя длина волокон в исходной ленте, длина которых меньше $L_{шт.}$, мм; L_2 - средняя длина волокон в исходной ленте, длина которых больше $L_{шт.}$, мм; Q_1 - содержание волокон в исходной льняной ленте, длина которых меньше расчетной длины резки; Q_i - содержание волокон в исходной льняной ленте, длина которых больше расчетной длины резки.

Полученная зависимость позволяет на начальной стадии технологического процесса оценить прядильную способность волокон и проектировать свойства льносодержащей пряжи.

Исследования физико-механических свойств льносодержащих пряж, полученных новыми способами прядения, позволили сделать вывод о том, что они не уступают по своим свойствам пряже, получаемой по традиционной технологии. Таким образом, представленные технологии позволяют значительно расширить ассортимент многокомпонентных пряж для ткацкого и трикотажного производств.