

ОПТИМИЗАЦИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ

*Проф. Коган А.Г.; асп. Захаров Д.Н.;
асп. Рыклин Д.Б. (ВГТУ)*

В настоящее время перед текстильными предприятиями Республики Беларусь стоит задача расширения ассортимента изделий вырабатываемых с использованием льняного волокна. Одним из путей решения этой задачи является использования аэродинамического способа формирования пряжи для переработки льносо-держажщих смесей волокон. В данном случае главное достоинство этого способа состоит в том, что он позволяет получить льносодержащую пряжу менее жесткую на ощупь, чем кольцевой или пневмомеханический способ. Это позволяет расши-рить область применения льняного волокна в производстве верхнего трикотажа.

На кафедре ПНХВ ВГТУ была проведена серия исследований, направленных на разработку технологии переработки льна аэродинамическим способом и оптимиза-цию конструкции аэродинамического пряжеформирующего устройства.

Предварительные исследования показали, что существующая конструкция аз-родинамического устройства мало пригодна для переработки льносодержащих смесей волокон вследствие наличия в таком устройстве обратного тока воздуха. Сущность этого явления в том, что часть воздуха, поступающего в пневмоперепу-тывающую камеру, истекает из зоны формирования пряжи в направлении, обрат-ном движению продукта.

При переработке льносодержащих смесей волокон явление обратного тока представляет собой серьезную проблему, поскольку, в силу специфики физико-механических свойств льна, в результате вытягивания и ложного кручения большая часть льняного волокна мигрирует на поверхность мычки, поступающей в аэроди-намическое устройство и при наличии сильного обратного тока волокна льна уда-ляются из мычки и не попадают в зону формирования пряжи. Результатом этого является снижение стабильности процесса формирования пряжи и высокие потери льняного волокна в прядении.

Для снижения отрицательного влияния обратного тока на процесс формирова-ния пряжи разработана новая конструкция аэродинамического устройства, которая кроме пневмовьюрковой (ПВК) и пневмоперепутывающей (ППК) камер включает в себя камеру снижения обратного тока (СОТ). Предварительно проведенный теоре-тический анализ показал, что такая конструкция при некоторых параметрах обеспе-чивает значительное снижение обратного тока который, попадая в камеру сниже-ния обратного тока, взаимодействует с потоком воздуха, поступающего из канала для прохода пряжи и образует локальные вихри противоположных направлений. При этом происходит преобразование энергии поступательного движения обрат-ного потока воздуха в энергию локальных вихрей, и его воздействие на поступающий волокнистый продукт значительно ослабляется.

Проведен эксперимент по оптимизации геометрических параметров камеры СОТ и технологических параметров работы аэродинамического прядильного устройства. Входными параметрами в эксперименте являлись внутренний диаметр D и длина L камеры СОТ а так же давление в ПВК P . В качестве критерия оптимизации была выбрана разрывная нагрузка пряжи P_p , как показатель, наиболее точно отражаю-щий качество формирования пряжи и стабильность процесса формирования.

Полученная в результате эксперимента поверхность отклика, определенная ме-тодом наименьших квадратов, представлена на рисунке 1.

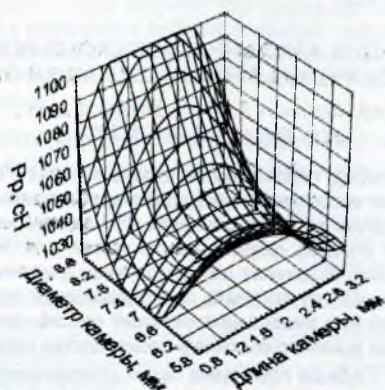


Рис. 1. Зависимость разрывной нагрузки льносодержащей пряжи от длины и диаметра камеры COT.

По данным эксперимента была определена полиномиальная модель зависимости критерия оптимизации от входных параметров:

$$P_p = 2769.198 - 43.5735 \cdot L - 389.750 \cdot D - 6526.95 \cdot P - 7.92051 \cdot L^2 + 25.54108 \cdot D^2 + 17004.43 \cdot P^2 - 0.230003 \cdot L \cdot D + 689.6989 \cdot L \cdot P + 281.5897 \cdot L \cdot P$$

Анализ результатов эксперимента позволил сделать следующие выводы:

1. Длина камеры COT 3,5 мм является оптимальной и обеспечивает снижение обратного тока, что ведет к уменьшению отходов волокна.
2. Оптимальным значением диаметра камеры COT является диаметр 8,1 мм.
3. Аэродинамическое устройство новой конструкции обеспечивает хорошее качество формирования пряжи в широком диапазоне давлений в ПВК (от 0,10 до 0,15 МПа), что свидетельствует о высокой стабильности процесса формирования пряжи при использовании данного устройства.

Одновременно рассматривался вопрос о снижении расхода сжатого воздуха.

Известно, что при получении комбинированной пряжи существует определенное оптимальное значение ложной крутки, которое зависит от состава и линейной плотности пряжи и обеспечивает ее наилучшее качество. При анализе теоретических моделей, описывающих движение воздушных потоков в ПВК, а также баллонирование и кручение волокнистого продукта, был получен параметр С, определяющий крутильную способность ПВК, который рассчитывается по формуле

$$C = \frac{D_{ПВК}(D_{ПВК} - d_{П})}{(42 + A)^{0,3773}} \text{ при } d_{П} < D_{ПВК} A^{-0,6}$$

$$C = \frac{D_{ПВК}^2(D_{ПВК} - d_{П}) A^{0,6}}{d_{П}(42 + A)^{0,3773}} \text{ при } d_{П} > D_{ПВК} A^{-0,6}$$

где $D_{ПВК}$ - диаметр ПВК, $d_{П}$ - диаметр пряжи.

Параметр А определяет параметры закрученной струи в ПВК и вычисляется по следующей формуле

$$A = \frac{D_{\text{ТК}} D_{\text{ПВК}}}{d_K^2}$$

где $D_{\text{ТК}}$ - расстояние между тангенциальными каналами, d_K - диаметр тангенциального канала

Согласно полученным моделям, значение ложной крутки пропорционально произведению параметра C на давление в ПВК. Таким образом, необходимо определить такое соотношение параметров ПВК и давления, при котором достигается минимальный расход воздуха при заданном значении ложной крутки.

При анализе теоретической модели установлено, что минимальный расход воздуха достигается при минимальном диаметре тангенциальных каналов и минимальном расстоянии между ними.

Для проверки теоретических моделей был проведен эксперимент по оптимизации диаметра тангенциальных каналов при получении комбинированной льношерстяной пряжи линейной плотности 60 текс. В качестве сердечника использовалась полиэфирная комплексная нить линейной плотности 13,8 текс. Диаметр тангенциальных каналов изменялся в пределах $0,8 \div 1,2$ мм.

При проведении эксперимента установлено, что с уменьшением диаметра тангенциальных каналов от 1,2 до 0,8 мм оптимальное давление увеличилось в 1,27 раза, что соответствует расчетам по разработанной модели.

На основании анализа полученных результатов можно отметить, что максимальная разрывная нагрузка и минимальные коэффициенты вариации по разрывной нагрузке и разрывному удлинению комбинированной пряжи достигается при $C_{\text{ПВК}} = 0,95 \div 1$. Полученные области оптимальных соотношений диаметра тангенциальных каналов и давлений в ПВК совпадают с теоретическими линиями равных значений $C_{\text{ПВК}}$ подтверждает вывод о том, что ложная крутка продукта пропорциональна произведению $C_{\text{ПВК}}$. Таким образом, наилучшее качество комбинированной пряжи при минимальном расходе воздуха достигается при минимальном диаметре тангенциальных каналов.

В результате серии экспериментов и теоретических исследований определены оптимальные конструктивные параметры аэродинамического устройства и технологические параметры процесса, при которых достигается наилучшее качество льносодержащей комбинированной пряжи, минимальное количество отходов волокна, минимальный расход сжатого воздуха.