

УДК 677.014-615.468
DOI 10.47367/0021-3497_2022_4_96

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ОДИНОЧНОЙ И КРУЧЕНОЙ ПРЯЖИ
С СОДЕРЖАНИЕМ ЛЬНОВОЛОКОН***

**INNOVATIVE DEVELOPMENTS IN THE THEORY AND TECHNOLOGY
OF PRODUCTION OF SINGLE AND TWISTED YARN CONTAINING FLAX FIBERS**

*С.А. РОДИОНОВ, А.Г. ХОСРОВЯН, А.А. ЖУКОВА,
И.Г. ХОСРОВЯН, Р.Р. АЛЕШИН, Г.А. ХОСРОВЯН*

*S.A. RODIONOV, A.G. KHOSROVYAN, A.A. ZHUKOVA,
I.G. KHOSROVYAN, R.R. ALESHIN, G.A. KHOSROVYAN*

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: khosrovyan_haik@mail.ru

Описан разработанный технологический процесс получения одиночных льняных волокон на основе использования разработанного способа рассортировки волокон, их распределения и транспортировки и оборудования для его осуществления, а также последующего получения хлопкольнай пряжи. Разработаны математическая модель для расчета процесса движения сорных примесей в зоне соровыделения при дискретизации, а также математическая модель процесса улавливания сорных частиц при дискретизации в разработанных узлах дискретизации. Выполнено математическое моделирование процесса очистки воздушных потоков от мелкодисперсной пыли в спиральных каналах, а также представлена оценка влияния формы спиралевидного канала на центробежные силы, действующие на мелкодисперсные пылевые частицы. Разработана математическая модель для расчета потерь крутки пряжи на фрикционной поверхности пряжевыводной воронки

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской обл., проект № 20-43-370010.

пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора. Описан разработанный технологический процесс получения крученой хлопкольнай пряжи.

The developed technological process of obtaining single flax fibers based on the use of the developed method of sorting fibers, their distribution and transportation and equipment for its implementation, as well as the subsequent production of cotton yarn, is described. A mathematical model has been developed for calculating the process of movement of impurities in the area of co-emission during sampling, as well as a mathematical model of the process of capturing weed particles during sampling in the developed sampling nodes. Mathematical modeling of the process of cleaning air flows from fine dust in spiral channels is performed, and an assessment of the influence of the spiral channel shape on the centrifugal forces acting on fine dust particles is also presented. A mathematical model has been developed to calculate the yarn spinning losses on the friction surface of the yarn funnel of pneumatic-mechanical spinning machines during the spinning rotor rotation period. The developed technological process of obtaining twisted cotton yarn is described.

Ключевые слова: рассортировка волокон, хлопкольнай пряжа, узел дискретизации, очистка, обеспыливание, потери крутки, крученая пряжа.

Keywords: fiber sorting, cotton yarn, sampling node, cleaning, dedusting, twist loss, twisted yarn.

В настоящее время в стране возникла необходимость коренным образом пересмотреть взгляды на организацию хозяйственной деятельности в льноводстве с целью увеличения объемов производства и повышения качества льна, а также подготовки льняных волокон к использованию в производстве текстильной продукции.

Как известно, для производства пряжи, в последующем ткани, трикотажа используются длинные льняные волокна, которые составляют 25...35% общего объема волокнистой массы. Остальное 65...75% составляют короткие волокна (отходы). Поэтому актуальным становится обеспечение возможности максимального использования коротких волокон (отходов) для получения смесовой пряжи.

Первым шагом решения проблемы обеспечения возможности использования коротких волокон (отходов) является котонизация, т.е. получение льняных волокон, приближенных по длине и линейной плотности к хлопку, с целью получения хлопкольнай пряжи. Однако льняное котонизированное волокно, поступающее для смешивания с хлопком, содержит как от-

дельные элементарные, так и комплексы волокон.

Существующие в настоящее время технологии и оборудование для разрыхления льняной волокнистой массы (расщепления комплексов волокон) основаны на увеличении количества и степени механического воздействия рабочих органов на волокнистую массу, при этом происходит не только расщепление комплексов льняных волокон, но и уменьшение длины элементарных волокон с одновременным ростом доли коротких волокон в смеси.

Необходимо отметить, что в настоящее время отсутствуют технология и оборудование для обеспечения максимального расщепления комплексов волокон на отдельные элементарные льняные волокна без ухудшения их качества.

Целью работы являлась разработка технологии максимального расщепления комплексов волокон на отдельные элементарные волокна без ухудшения их качества с последующим совершенствованием технологии получения одиночной пряжи и разработкой технологии получения крученой пряжи.

Разработка технологического процесса получения отдельных элементарных льняных волокон выполнена на основе совершенствования этапа подготовки полуфабриката и получения смесовой пряжи, содержащей льняные волокна.

Совершенствование этапа подготовки полуфабриката с содержанием льняных волокон заключается в использовании в технологической линии модернизированного оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки [1], которое обеспечивает выделение из волокнистой смеси одиночных льняных волокон и комплексов волокон. Модернизация заключается в усилении зоны питания за счет

установки в ней колкового, игольчатого, пильчатого барабанов и барабана с цельнометаллической лентой. Такая модернизация зоны питания позволяет максимально снизить количество сорных примесей в смеси и количество комплексов волокон.

Одиночные волокна в распределительной камере направляются для получения холстов с дальнейшим изготовлением смесовой пряжи, а комплексы волокон направляются на повторное разрыхление. На рис. 1 представлена схема разработанной технологической линии получения одиночных льняных волокон с последующим получением хлопкольняной пряжи.



Рис. 1

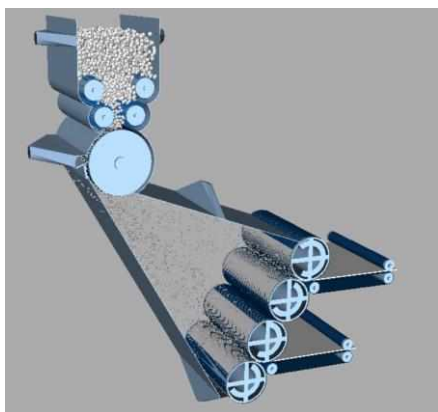


Рис. 2

На разработанном оборудовании для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки, установленном в технологической линии, осуществляется но-

вый способ рассортировки волокон, их распределения и транспортировки (рис. 2 – схема оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки). Последний заключается в направленном перемещении под воздействием воздушных потоков волокнистого потока и разделении последнего на фракции по зонам формирования слоев в распределительной камере, в которой создаются внутренние воздушные потоки, направленные в зону формирования волокнистых слоев с разделением их на составляющие, а также в зону сороудаления и в зону обеспыливания (рис. 3 – схема нового способа рассортировки волокон, их распределения и транспортировки).

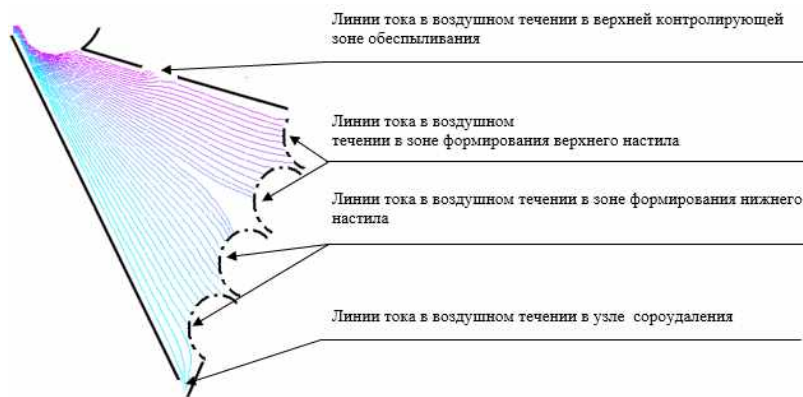


Рис. 3

Волокна, имеющие малую скорость витания, будут увлекаться воздушными потоками к верхней паре сетчатых барабанов, а волокна, имеющие большую скорость витания, – к нижней. Так как скорость витания волокна прямо пропорциональна квадратному корню от его массы и обратно пропорциональна квадратному корню от его длины, то на поверхности верхней пары сетчатых барабанов будут оседать более длинные и тонкие одиночные волокна, а на поверхности нижней – короткие и толстые, а также комплексы волокон.

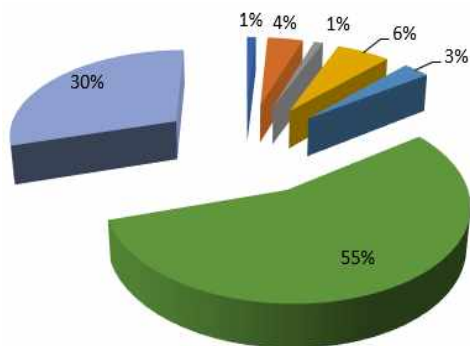


Рис. 4

На рис. 4 (диаграмма распределения одиночных волокон, комплексов волокон, костры и пыли по зонам формирования настилов и удаления отходов в оборудовании для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки: ■1% - частицы пыли и сорных примесей, удаляемые из зоны перфорации на стенках бункера; ■4% - сорные примеси, костра и грубые волокна, удаляемые из зоны сороотбойного ножа; ■1% - частицы пыли и сорных примесей, удаляемые из верхней

контролирующей зоны перфорации; ■6% - сорные примеси, костра и частично грубые волокна, удаляемые узлом сороудаления; ■3% - частицы пыли и сорных примесей, удаляемые из зоны сетчатых барабанов; ■55,25% - одиночные волокна, составляющие верхний слой; ■29,75% - комплексы волокон, составляющие нижний слой) представлены результаты распределения волокон по верхней и нижней парам сетчатых барабанов оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки. Распределение волокон и комплексов волокон происходит в результате перераспределения волокон по воздушным потокам, исходя из скорости витания волокон.

Увеличение и уменьшение зоны сбора волокон на поверхности сетчатых барабанов обеспечивает соответственно увеличение и уменьшение количества волокон, осаждаемых на поверхностях сетчатых барабанов, а следовательно, увеличение и уменьшение толщины слоев волокнистого материала, формируемых на транспортерах. Как следует из диаграммы на рис. 3, одиночные волокна, образующие верхний слой, составляют – 55,25%, комплексы волокон, образующие нижний слой, – 29,75%, частицы пыли и сорных примесей, удаляемые из зоны сетчатых барабанов – 3%.

В нижнем углу камеры распределения волокон установлен узел сороудаления в виде щели с трубопроводом, подключенным к пневмоотсосу, через который происходит удаление сорных примесей, костры и частично грубых волокон, кроме того их удаление происходит также в зоне сороот-

бойного ножа. Дополнительное обеспыливание происходит в зоне перфорации на стенках бункера и в верхней контролирующей зоне перфорации.

Экспериментальные исследования показали, что в верхнем настиле находятся в основном одиночные волокна длиной от 25...50 мм, в нижнем настиле – в основном комплексы волокон длиной от 25...35 мм. Линейная плотность одиночных волокон в верхнем настиле составляет 1,8...2,0 текс, а линейная плотность в нижнем настиле – 2,0...3,2 текс. Таким образом, верхний настил образуют более тонкие, одиночные волокна, которые могут быть использованы для получения хлопкольнай пряжи, а нижний настил – комплексы волокон, которые направляются на повторное разрыхление.

Далее выполнено математическое моделирование аэродинамического съема волокон и аэродинамической рассортировки волокон в оборудовании для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки [2], [3].

В результате теоретического исследования разработана математическая модель, которая устанавливает взаимосвязь между физико-механическими характеристиками комплексов волокон, а также геометрическими и скоростными параметрами оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортирования, и является базой для оптимизации параметров разрабатываемых узлов аэродинамического съема комплексов волокон.

Также в процессе теоретического исследования рассмотрено аэродинамическое поле в камере рассортировки волокнистой смеси на фракции. Приведены геометрические модели областей камеры, которые находятся в условиях действия отрицательного градиента давления, где применимы методы теории потенциальных плоских течений. Составлено конформное отображение этих областей на полуплоскость и выведен комплексный потенциал.

Дальнейшее совершенствование оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки заключалось в:

- подборе таких геометрических размеров камеры, использование которых способно исключить существование воздушных вихрей в камере, что позволяет стабилизировать процесс рассортировки волокон;

- определении благоприятных аэродинамических условий для вывода в зону влияния сетчатых барабанов уже разделенных на фракции волокнистых потоков;

- оптимальном размещении аспирационных устройств для осуществления сбора пыли и сорных частиц и перемещения их в зону утилизации.

Полученный на оборудовании для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки верхний слой, состоящий из одиночных льняных волокон, направлялся на смеситель непрерывного действия, а далее на разрыхлительно-очистительный агрегат для смешивания с хлопковым волокном (рис.1).

Для получения качественной хлопкольнай пряжи большое значение имеют процессы подготовки волокнистой массы и полуфабриката к прядению, в том числе процессы, протекающие на разрыхлителях-очистителях. Для улучшения процессов подготовки хлопкольнай смеси были разработаны однобарабанный и двухбарабанный, колковые и пильчатые разрыхлители-очистители, а также модернизированы основные узлы для получения полуфабрикатов в технологической линии переработки льняных котонизированных волокон [4...7].

Наибольшие проблемы при изготовлении хлопкольнай пряжи возникают не столько на этапе получения полуфабриката, сколько на этапе получения пряжи.

На кольцепрядильных машинах комплексы льняных волокон и костра, содержащиеся в мычке, выходящей из вытяжного прибора, являются причиной обрывности пряжи в зоне бегунка. Толстые, жесткие на изгиб и кручение волокна льна при кольцевом способе прядения плохо запрядаются в тело пряжи и увеличивают ее ворсистость, что может вызывать кожные аллергические реакции.

Хлопкольная пряжа, двигаясь от вытяжного прибора до места формирования початка, испытывает натяжение разной величины. Известно, что максимальное натяжение хлопкольная пряжа испытывает между бегунком и початком. Несмотря на то, что в точке соприкосновения хлопкольной пряжи с початком натяжение больше, чем в точке соприкосновения с бегунком, в основном обрывность возникает при соприкосновении с бегунком.

Производственные исследования показали, что причиной обрывности является наличие в хлопкольной пряже сорных примесей и костры. Поэтому производство хлопкольной пряжи кольцевым способом прядения при использовании существующего оборудования на этапах подготовки полуфабриката и получения хлопкольной пряжи нецелесообразно.

На наш взгляд, несмотря на большую обрывность на пневмомеханических прядильных машинах, целесообразным является использование пневмомеханического способа получения хлопкольной пряжи при условии модернизации узла дискретизации, обеспечивающей дополнительную очистку и обеспыливание.

Как известно, современные разработки пневмомеханических прядильных машин основаны на новых подходах к процессам формирования, транспортировки и наматывания и связаны с изменениями конструкции роторов и их вращения, а также с обеспечением транспортировки пряжи и наматывания при больших скоростях. Однако узел дискретизации остался неизменным как по конструкции, так и по скоростным параметрам.

Для обеспечения получения хлопкольной пряжи на пневмомеханических прядильных машинах были разработаны узлы дискретизации. Особенностью разработанных узлов дискретизации является интенсификация процесса удаления сорных примесей, целенаправленный отсос сорных примесей из зоны дискретизации, особенно микропыли, улучшение внешнего вида и физико-механических показателей пряжи [8...11].

Разработанный узел дискретизации содержит дискретизирующий барабанчик, выполненный из обтянутой гарнитурой обечайки, внутри которой находится неподвижный цилиндр. Вдоль образующей цилиндра выполнена обращенная к питающему цилиндру полость. На поверхности обечайки вдоль образующей выполнены щели. Ширина щели составляет 1...1,5 мм. Через конфузторный канал, соединенный с сороотводящей трубой пневмоотсоса, происходит отсос и удаления сорных примесей и пыли из зоны дискретизации [8].

Выполнены теоретические исследования процесса улавливания сорных частиц при дискретизации полуфабриката в разработанном узле.

Для сорной частицы массой m_c второй закон Ньютона записывается:

$$m_c(\vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_{кор}) = \vec{F}_a,$$

где \vec{F}_a – аэродинамическая сила, действующая на сорную частицу массой m_c со стороны воздушного потока со скоростью $\vec{V}_{от}$; \vec{a}_e – переносное ускорение; \vec{a}_r – относительное ускорение; $\vec{a}_{кор}$ – кориолисово ускорение.

Величина аэродинамической силы определяется по формуле:

$$\vec{F}_a = m_c g V_{отн} (\vec{V}_{от} - \vec{V}_k) / V_{вит}^2,$$

где $V_{от}$ – скорость воздушного потока, направленная под углом $\pi - \beta$ к радиальному направлению (рис. 5); $V_{отн}$ – модуль вектора скорости частицы относительно воздушного потока;

$$\vec{V}_k = (u_k, v_k);$$

$$V_{отн} = ((-V_{от} \cos \beta - u_k)^2 + (V_{от} \sin \beta - v_k)^2)^{0,5};$$

u_k, v_k – проекции скорости сорной частицы на оси полярной системы координат с центром на оси барабанчика; $V_{вит}$ – скорость витания сорной частицы.

Спроецируем векторное соотношение величины аэродинамической силы на направление S вектора \vec{V}_a :

$$(\vec{F}_a)_s = m_c g V_{\text{вит}}^{-2} V_{\text{отн}} (\vec{V}_a - \vec{V}_k)_s .$$

Исходя из соотношения величины аэро-

$$m_c g V_{\text{вит}}^{-2} V_{\text{отн}} (V_a + u_k \cos \beta - v_k \sin \beta) = m_c (\vec{a}_r)_s - m_c h_1 (\dot{i})_s + m_c h_2 (\dot{j})_s ,$$

где $h_1 = -\omega^2 R_k - 2\omega v_{k\delta}$; $h_2 = 2\omega u_{k\delta}$; $u_{k\delta} = u_k$; $v_{k\delta} = v_k - V_\delta$; ω – угловая скорость вращения барабанчика; V_δ – окружная скорость барабанчика; R_k – радиус барабанчика.

Зная что

$$(\vec{V}_a - \vec{V}_k)_s = V_a + u_k \cos \beta - v_k \sin \beta ,$$

$$m_c g V_{\text{вит}}^{-2} V_{\text{отн}} (V_a + u_k \cos \beta - v_k \sin \beta) = m_c (\vec{a}_r)_s - m_c h_1 \cos \beta + m_c h_2 \sin \beta .$$

Поделив правую и левую части уравне-

$$g V_{\text{вит}}^{-2} V_{\text{отн}} (V_a + u_k \cos \beta - v_k \sin \beta) = (\vec{a}_r)_s - h_1 \cos \beta + h_2 \sin \beta .$$

Для определения аэродинамической

$$g V_{\text{вит}}^{-2} V_{\text{отн}} (V_a + u_k \cos \beta - v_k \sin \beta) + h_1 \cos \beta - h_2 \sin \beta = 0 .$$

При этом величина проекции ускорения на ось S должна быть равна нулю, это является условием захвата сорной частицы всасывающим факелом.

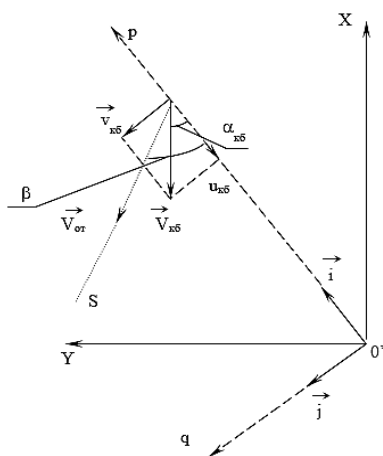


Рис. 5

динамической силы, находим:

$$m_c (\vec{a})_s = m_c (\vec{a}_r)_s + m_c h_1 (\dot{i})_s + m_c h_2 (\dot{j})_s .$$

Так как

$$m_c (\vec{a})_s = (\vec{F}_a)_s ,$$

то

$$(\dot{i})_s = -\cos \beta , \quad (\dot{j})_s = -\sin \beta ,$$

получаем уравнение, которое связывает основные характеристики процесса удаления сорных частиц через канал:

ния на m_c , получим

силы V_a используем соотношение:

На рис. 5 показаны проекции вектора относительной скорости частицы на оси системы координат $O'pq$, связанной с вращающимся барабаном.

Для дополнительного обеспыливания волокон и снижения выпадения пряжковых волокон в отходы в зоне дискретизации и уменьшения остаточного слоя на дискретизирующем барабанчике в зоне транспортирования последним внутри дискретизирующего барабанчика создается внутренний воздушный поток [9], который направляют по дугообразной траектории через изогнутый к центру дискретизирующего барабанчика и сужающийся в направлении к транспортирующему каналу дугообразный коридор, при этом в зоне съема воздушный поток разделяют на две составляющие, одну из которых направляют радиально транс-

портирующему каналу, а другую – в зону сорыва выделения.

Выполнено математическое моделирование процесса очистки воздушных потоков от мелкодисперсной пыли в спиральных каналах.

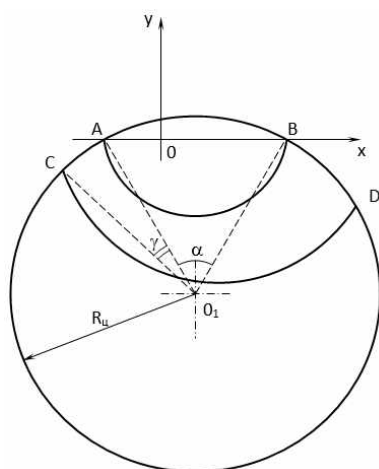


Рис. 6

Обозначили центр расчесывающего барабанчика через O_6 , а через $R_ц$ – радиус неподвижного цилиндра (рис. 6 – технологическая схема неподвижного цилиндра). Начальный участок спирального канала определяют точки B и D, а точки A и C – конечный участок. Линия спирали AB определяет внутреннюю сторону канала, линия спирали CD – внешнюю. Соединим точки A и B хордой, по которой проведем ось Oх системы координат Oху. Спираль Архимеда задана формулой:

$$\rho = a \varphi.$$

Отметим, что отсюда при $\pi \leq \varphi \leq 2\pi$ имеем:

$$\begin{aligned} |OA| &= a\pi; \\ |OB| &= 2a\pi. \end{aligned}$$

или

$$|OA|/|OB| = 0,5.$$

Обозначим через $\rho_{вн}$ – радиус, который вычерчивает внутреннюю стенку канала (линия AB), согласно формуле, описывающей спираль Архимеда при $\pi \leq \varphi \leq 2\pi$.

$$\rho_{вн} = a_{вн} \varphi,$$

где $a_{вн}$ – константа.

Очевидно, что

$$\begin{aligned} |OA| &= a_{вн}\pi, \\ |OB| &= 2a_{вн}\pi, \\ |AB| &= |OA| + |OB| = 3a_{вн}\pi. \end{aligned}$$

С другой стороны, из треугольника OAB имеем, что

$$|AB| = 2R_ц \sin(0,5\alpha),$$

где α – центральный угол, на который опирается хорда AB.

Приравняв выражения

$$\begin{aligned} 3a_{вн}\pi &= 2R_ц \sin(0,5\alpha), \\ \text{или} \\ a_{вн} &= [2R_ц \sin(0,5\alpha)]/(3\pi). \end{aligned}$$

Следовательно:

$$|OA| = a_{вн}\pi = [2R_ц \sin(0,5\alpha)]/3.$$

Положим, что контур внешней стенки изменяется также по закону спирали Архимеда:

$$\rho_{нар} = a_{нар} \varphi.$$

Пусть точки A и C определяют пересечение внешней стенки канала с окружностью, образующей неподвижный цилиндр. Хорда AC опирается на угол COA, величину которого обозначим через γ . Длина хорды AC:

$$|AC| = 2R_ц \sin(0,5\gamma).$$

Запишем следующее соотношение:

$$\angle CAO = \angle CAO_6 + \angle O_6AB.$$

Из геометрических построений на рисунке следует, что

$$\begin{aligned} \angle CAO_6 &= 0,5(\pi - \gamma); \\ \angle O_6AB &= 0,5(\pi - \alpha). \end{aligned}$$

Пусть

$$\gamma_1 = \angle CAO,$$

тогда можно записать, что

$$\gamma_1 = \pi - 0,5(\alpha + \gamma).$$

Из треугольника OAC по теореме косинусов имеем, что

$$|CO| = \{|AC|^2 + |OA|^2 - 2|AC||OA|\cos(\gamma_1)\}^{0,5}.$$

Так как

$$\cos(\gamma_1) = \cos[\pi - 0,5(\alpha + \gamma)] = -\cos[0,5(\alpha + \gamma)],$$

то

$$|CO| = \{|AC|^2 + |OA|^2 + 2|AC||OA|\cos[0,5(\alpha + \gamma)]\}^{0,5}.$$

Обозначим

$$\gamma_2 = \angle COA.$$

По теореме синусов

$$|CO|/\sin(\gamma_1) = |AC|\sin(\gamma_2),$$

или

$$\sin(\gamma_2) = \sin(\gamma_1)|AC|/|CO|.$$

Так как

$$\sin(\gamma_1) = \sin[\pi - 0,5(\alpha + \gamma)] = \sin[0,5(\alpha + \gamma)].$$

то

$$\sin(\gamma_2) = \sin[0,5(\alpha + \gamma)]|AC|/|CO|.$$

$$S_1 \approx [\rho_{нар}(2\pi) - \rho_{вн}(2\pi)]h_б = (a_{нар} 2\pi - a_{вн} 2\pi) h_б = 2\pi (a_{нар} - a_{вн}) h_б ;$$

$$S_2 \approx [\rho_{нар}(\pi + \gamma_2) - \rho_{вн}(\pi + \gamma_2)]h_б = \\ = (a_{нар} (\pi + \gamma_2) - a_{вн} (\pi + \gamma_2))h_б = (\pi + \gamma_2)(a_{нар} - a_{вн}) h_б ,$$

где $h_б$ – высота дискретизирующего барабанчика.

Скорости воздуха в канале на его входе и выходе равны соответственно:

$$v_1 = L_{ск} / S_1 = L_{ск} / [2\pi (a_{нар} - a_{вн}) h_б] ; \\ v_2 = L_{ск} / S_2 = L_{ск} / [(\pi + \gamma_2) (a_{нар} - a_{вн}) h_б] .$$

Центробежная сила, действующая на частицу, в канале направляет частицу к наружной стенке, тем самым осуществляется обеспыливание потока. Обозначили через m_c массу частицы. Центробежные си-

Следовательно,

$$(\gamma_2) = \arcsin[0,5(\alpha + \gamma)]|AC|/|CO|.$$

Для кривой CD в точке $\varphi = \pi + \gamma_2$ имеем:

$$\rho_{нар}(\pi + \gamma_2) = |CO|.$$

Следовательно,

$$a_{нар} = |CO|/(\pi + \gamma_2).$$

Срединную ("центральную") линию канала задает формула:

$$\rho_{ср}(\varphi) = 0,5(a_{нар} + a_{вн})\varphi.$$

Для оценки центробежных сил, действующих на мелкодисперсные пылевые частицы, было выполнено математическое моделирование процесса очистки воздушных потоков от мелкодисперсной пыли в спиральных каналах и выполнена оценка влияния формы спиралевидного канала на центробежные силы, действующие на мелкодисперсные пылевые частицы.

Обозначили через S_1 и S_2 площади поперечных сечений канала на его входе и выходе, а через $L_{ск}$ – расход воздуха в этом канале. Приближенно для величин S_1 и S_2 допустимы следующие зависимости:

лы, действующие на частицу на входе и на выходе из канала соответственно равны:

$$F_1 = m_c v_1^2 / \rho_{ср}(2\pi) ; \\ F_2 = m_c v_2^2 / \rho_{ср}(\pi + \gamma_2).$$

Ввели в качестве показателя обеспыливающей способности устройства, величину, равную отношению центробежных сил, действующих на частицу на выходе и входе:

$$F_2/F_1 = (v_1/v_2)^2 [\rho_{ср}(2\pi) / \rho_{ср}(\pi + \gamma_2)].$$

Имеем:

$$(v_1 / v_2) = [2\pi (a_{нар} - a_{вн}) h_6] / [(\pi + \gamma_2) (a_{нар} - a_{вн}) h_6] = 2\pi (\pi + \gamma_2) ;$$

$$\rho_{ср}(2\pi) / \rho_{ср}(\pi + \gamma_2) = [0,5(a_{нар} + a_{вн}) (2\pi)] / [0,5(a_{нар} + a_{вн}) (\pi + \gamma_2)] =$$

$$= 2\pi (\pi + \gamma_2) .$$

Подставляя в формулу полученные выражения, имеем:

$$F_2 / F_1 = [2\pi (\pi + \gamma_2)]^3 .$$

$$(F_2 - F_1) / F_1 .$$

Полученная формула позволяет оценить, насколько спиральная форма канала и его сужения влияют на продвижение частиц к наружной стенке канала.

Модернизированные узлы дискретизации позволили получить хлопкольняную пряжу пневмомеханическим способом прядения.

В процессе формирования пряжи происходит потеря крутки на фрикционной поверхности воронки. При производстве хлопкольняной пряжи линейной плотности от 21 до 62 текс с содержанием льноволокна 25...30% при частоте вращения камер

70000...80000 мин¹ потери крутки составляют 10...15%.

Крутка пряжи на входе на поверхность воронки зависит от расположения точки входа нити на поверхность воронки. Аналитическая зависимость для определения крутки пряжи K_{max} в точке входа ее на поверхность воронки пряжевыводного устройства пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора можно записать следующим образом:

$$K_{max} = \omega_k [a_k (1 - \exp(k\varphi_{охв})) + 1] / (2\pi V_{вып}) .$$

Номинальную крутку, получаемую пряжей на пневмомеханической прядильной машине, можно рассчитать по формуле

$$K_{НОМ} = \frac{n_k}{V_{вып}} .$$

Упрощая зависимость для определения

$$K = \omega \{ 1 - a_k [0,369 - 0,273 r_{п} (1 - \sin \varphi_{охв}) / (h_r - r_{ф})] \} / (2\pi V_{вып}) ,$$

$$\text{где } a_k = \frac{\omega_k v_{вып} r_k^2 T e^{k\varphi_n} (r_n k_{п} + k_k) [1 + P_0 - (r_b / r_k)^2]}{2k(C - \gamma_n v_{вып}^2 J_k)} ;$$

$\omega_k = \pi n_k / 30$ – угловая скорость вращения ротора; n_k – частота вращения ротора; k – коэффициент трения; $v_{вып}$ – скорость выпуска пряжи; $k_{п}$ – нормальный коэффициент трения скольжения пряжи по воронке; T – линейная плотность пряжи; r_k – радиус прядильного ротора; φ_n – угол трения нормальных сил трения скольжения пряжи по воронке; $r_n = 1,785 \cdot 10^{-5} \sqrt{T / \gamma_n}$ – условный радиус; $\gamma_n = 1,5$ мг/мм³ – условная плотность пряжи; k_k – коэффициент трения ка-

крутки K_{max} , получаем:

чения стержня пряжи по поверхности воронки; $\varphi_{охв}$ – угол охвата пряжей фрикционной поверхности воронки; r_b – радиус воронки; $C = GJ_k$ – коэффициент жесткости кручения; G – модуль жесткости кручения нити; $J_k = J_p$ – осевой момент инерции площади поперечного сечения пряжи кручения относительно оси симметрии; J_p – полярный момент инерции площади поперечного сечения пряжи.

По формуле для определения крутки K составлена программа для вычисления потери крутки на поверхности пряжевыводной воронки в зависимости от линейной плотности пряжи, частоты вращения пря-

дильного ротора, скорости выпуска пряжи и параметров пряжевыходной воронки.

Особый интерес для производителей представляет возможность получения крученой хлопкольнай пряжи, так как

нет разработанной технологии, обеспечивающей ее получение. Разработка технологии получения крученой хлопкольнай пряжи позволит значительно расширить ассортимент выпускаемых тканей и трикотажа.



Рис. 7

Нами разработан технологический процесс получения хлопкольнай крученой пряжи (рис. 7), который характеризуется тем, что на этапе подготовки полуфабриката с содержанием льняных волокон использовались разработанные нами и описанные выше технологии и оборудование, обеспечивающие получение хлопкольнай ленты линейной плотности 4 ктекс, полученной со второго перехода (рис. 7). Данная лента направлялась к ровничной машине для получения хлопкольнай ровницы линейной плотности 500 текс. Затем полученная ровница поступала на прядильно-крутильную машину ПК-100М, где из хлопкольнай ровницы получали одну из стренг. Состав ровницы: 50% хлопка и 50% льна.

В качестве второй стренги использовали хлопчатобумажную пряжу линейной плотности 21 текс.

Таким образом, получили хлопкольнай крученую пряжу линейной плотности 21×2 текс. Состав хлопкольнай крученой пряжи: 25% льна и 75% хлопка.

Ввиду того, что процентное содержание льна в ровнице варьировалось от 40 до 70%, то происходило изменение содержания льна в хлопкольнай крученой пряже. Также варьировалась линейная плотность

ленты, ровницы, получаемой на прядильно-крутильной машине ПК-100М, стренги и хлопчатобумажной пряжи.

Полученная хлопкольнай крученая пряжа была использована в качестве основы и утка при производстве ткани для рабочей одежды.

Кроме того, полученная хлопкольнай крученая пряжа использовалась при производстве ткани костюмной, полотна простынного, ткани портьерной и парусины.

ВЫВОДЫ

1. Разработан технологический процесс получения одиночных льняных волокон на основе использования разработанного способа рассортировки волокон, их распределения и транспортировки и оборудования для его осуществления, а также технологический процесс получения хлопкольнай пряжи.

2. Разработана математическая модель для расчета процесса движения сорных примесей в зоне соровыделения при дискретизации, а также математическая модель процесса улавливания сорных частиц при дискретизации в разработанных узлах дискретизации.

3. Выполнены математическое моделирование процесса очистки воздушных потоков от мелкодисперсной пыли в спиральных каналах и оценка влияния формы спиралевидного канала на центробежные силы, действующие на мелкодисперсные пылевые частицы.

4. Представлена математическая модель для расчета потерь крутки пряжи на фрикционной поверхности пряжевыводной воронки пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора.

5. Разработан технологический процесс получения крученой хлопкольнай пряжи, которая использовалась в качестве основы и утка для получения ткани различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, И.Г. Хосровян, Т.В. Жегалина. – Оpubл. 10.01.2013.

2. Тувин М.А., Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Математическое моделирование аэродинамической рассортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С. 119...122.

3. Хосровян А.Г., Хосровян И.Г., Хосровян Г.А. Движение волокнистых комплексов в процессе их аэродинамического сьема в камере распределения // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. Часть 1, №3 (105). С. 84...88.

4. Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Математическое моделирование процесса очистки волокнистых материалов в разрыхлителе-очистителе // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. Часть 1, №4 (106). С. 86...92.

5. Хосровян Г.А., Красик Я.М. Общая теория процесса выделения сора из волокнистого продукта при обработке пыльчатой поверхностью // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №5. С. 26...29.

6. Хосровян Г.А., Ситнов Ю.В., Красик Я.Н., Яницкая В.И. Математическое моделирование процесса движения сорных примесей в аспирационном устройстве узла для формирования полуфабриката // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №3. С. 27...29.

7. Пат. 2361022 Российская Федерация. Разрыхлитель-очиститель с многоступенчатой очисткой / Хосровян Г.А. Хосровян А.Г. Кушаков О.Н.

Мкртумян А.С. Минеева Л.В. Жегалина Т.В. – Оpubл. 10.07.2009.

8. Пат. 2128737 Российская Федерация. Узел дискретизации пневмомеханической прядильной машины / Г.А. Хосровян, А.В. Аветисян, А.Г. Хосровян. – Оpubл. 04.10.1999 г.

9. Пат. 2220236 РФ Устройство для роторного пневмомеханического прядения / А.В. Саврасов, А.Г. Хосровян, Я.М. Красик, Г.А. Хосровян. от 02.09.2003г. – Оpubл. 27.12.2003г.

10. Пат. 2220237 Российская Федерация. Способ дискретизации волокнистого материала и устройство для его осуществления / А.В. Саврасов, А.Г. Хосровян, Я.М. Красик, Г.А. Хосровян. от 02.09.2003г.

11. Пат. 119344 Российская Федерация. Дискретизирующее устройство пневмомеханической прядильной машины / Красик Т.Я., Хосровян Г.А., Хосровян И.Г. – Оpubл. 20.08.2012.

REFERENCES

1. Pat. 2471897 Russian Federation. A method for obtaining multilayer fibrous materials and a device for its implementation / G.A. Khosrovyan, A.G. Khosrovyan, T.Ya. Krasik, I.G. Khosrovyan, T.V. Zhegalina. – Published 01/10/2013.

2. Tuvin M.A., Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of aerodynamic sorting of fibers in a device for obtaining multilayer nonwoven materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, №6. P. 119...122.

3. Khosrovyan A.G., Khosrovyan I.G., Khosrovyan G.A. The movement of fibrous complexes in the process of their aerodynamic removal in the distribution chamber // International Scientific Research Journal. – 2021. Part 1, №3 (105). P. 84...88.

4. Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the process of cleaning fibrous materials in a baking powder-cleaner // International Scientific Research Journal. – 2021. Part 1, №4 (106). P. 86...92.

5. Khosrovyan G.A., Krasik Ya.M. General theory of the process of litter extraction from a fibrous product during processing with a serrated surface // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1998, № 5. P.26...29.

6. Khosrovyan G.A., Sitnov Yu.V., Krasik Ya.N., Yanitskaya V.I. Mathematical modeling of the process of movement of weed impurities in the aspiration device of the unit for the formation of a semi-finished product // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1998, № 3. P. 27...29.

7. Pat. 2361022 Russian Federation. Baking powder-cleaner with multi-stage cleaning / Khosrovyan G.A. Khosrovyan A.G. Kushakov O.N. Mkrtyumyan A.S. Mineeva L.V. Zhegalina T.V. – Published. 07/10/2009.

8. Pat.2128737 Russian Federation. Discretization unit of a pneumomechanical spinning machine / G.A. Khosrovyan, A.V. Avetisyan, A.G. Khosrovyan. – Published. 04.10.1999

9. Pat. 2220236 RF Device for rotor pneumomechanical spinning / A.V. Savrasov, A.G. Khosrovyan, Ya.M. Krasik, G.A. Khosrovyan. dated 02.09.2003 – Published. December 27, 2003

10. Pat. 2220237 Russian Federation. A method for discretizing a fibrous material and a device for its implementation / A.V. Savrasov, A.G. Khosrovyan, Ya.M. Krasik, G.A. Khosrovyan. from 02.09.2003

11. Pat. 119344 Russian Federation. Discretizing device of pneumomechanical spinning machine / Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A., Khosrovyan I.G. – Published. 08/20/2012.

Рекомендована кафедрой механики и радиоэлектроники. Поступила 16.08.22.
