

УДК 677.022.3/5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ВЫТЯГИВАНИЕ-УТОНЕНИЕ ПРОДУКТА  
В ЗОНЕ ДИСКРЕТИЗАЦИИ**

**THE STUDY OF THE PROCESS  
EXTENSION-THINNING OF THE PRODUCT  
IN THE DISCRETIZATION ZONE**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Т.У. ТОГАТАЕВ, А.А. ЕШЖАНОВ, Г.Ш. АШИРБЕКОВА,  
Ш.К. БЕЙСЕНБАЕВА, Е.Ж. АСАНОВ,*

*V.M. JANPAIZOVA, T.U. TOGATAEV, A.A. ESHZHANOV, G.SH. ASHIRBEKOVA,  
Sh.K. BEYSENBAEVA, E. ZH. ASANOV*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)

(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)

E-mail:vasmir1@mail.ru

*В данной статье на основе анализа условий захвата волокна зубьями дискретизирующего барабанчика получена формула для определения диаметра дискретизирующего барабана. Экспериментально получены зависимости изменения диаметра дискретизирующего барабана от изменения его угловой скорости, от углов расположения весовой силы, от коэффициента трения и центробежной силы относительно передней грани зуба, от массы волокон, захваченных зубом. Закономерность движения волокна по поверхности зуба гарнитуры дискретизирующего барабана показывает, что с увеличением зоны дискретизации сила натяжения волокна и его скорость возрастают. По анализу полученных зависимостей движения волокна по поверхности зуба гарнитуры дискретизирующего барабана рекомендованы оптимальные значения параметров для интенсификации процесса дискретизации волокон.*

*In this article on the basis of the analysis of conditions of capture of fiber by teeth of the sampled drum the formula for determination of diameter of the sampled drum is received. The dependences of the diameter change of the sampling drum on the change of its angular velocity, the angles of the weight force, the coefficient of friction and the centrifugal force relative to the front face of the tooth, the mass of the fibers captured by the tooth are experimentally obtained. The regularity of the fiber movement on the surface of the tooth of the sampling drum headset shows that with the increase in the sampling zone, the fiber tension force and its speed increase. The analysis of the received dependences of the motion of the fibers at the surface of the tooth headset discretizing drum recommended optimal values of the parameters for intensification of the process of discretization of fibers.*

**Ключевые слова:** прядение, дискретизация, волокно, дискретизирующий барабанчик, частота вращения, центробежная сила, коэффициент трения, прядильная машина.

**Keywords:** spinning, sampling, fiber, sampling drum speed, centrifugal force, coefficient of friction, spinning machine.

Производство высококачественной конкурентоспособной продукции на основе применения высоких, экономичных технологий также является важной задачей текстильной промышленности. Качество текстильных изделий в значительной степени зависит от однородности, чистоты и прочности пряжи. Они могут быть достигнуты путем внедрения и использования современного оборудования, работающего на более передовых технологических принципах [1].

Современные пневмомеханические прядильные машины отличаются высокой частотой вращения прядильных камер, полной автоматизацией, универсальностью, то есть способностью перерабатывать волокно разной длины и разных типов, расширенным диапазоном линейных плотностей выпускаемой пряжи. Машины снабжены комплектом сменных прядильных камер с разными диаметрами. Выбор диаметра камеры зависит от длины перерабатываемого волокна, линейной плотности вырабатываемой пряжи и допустимого натяжения пряжи в зоне ее формирования [2].

Выбор оптимальных или наилучших параметров и режимов работы дискретизирующего барабанчика (валика) в основном зависит от технологии дискретизации волокон хлопка. Вопрос воздействия волокон с зубьями дискретизирующего барабанчика хорошо освещен в работе [3]. Недостаточно

изучен процесс разрыва волокон от ленты, подаваемой в зону дискретизации. Кроме того задача осложняется тем, что зубья дискретизирующего барабанчика установлены по двухзаходной винтовой линии. При этом происходит не только захват волокна, но и его протаскивание. Как было отмечено, смещение системы дискретизации увеличивает зону подачи ленты волокон питающим рифленным цилиндром и уплотняющим столиком, область дискретизации, то есть зона прочесывания бородки волокон, и далее область транспортировки, а также зону дискретных волокон.

В зоне дискретизации-утонения (прочесывания) волокон зубья дискретизирующего барабанчика действуют на волокна, которые находятся в достигаемых пределах, и из ленты извлекаются те волокна, связь которых с лентой меньше, чем суммарная сила воздействия зуба с волокном. Разъединение волокна наступает под действием передних или боковых граней зубьев. Расположение отдельного волокна на гарнитуре зависит от его расположения в бородке. Волокна, расположенные под углом к направлению движения гарнитуры или затянутае, могут быть вытянутыми передней гранью зуба.

Обычно в существующих конструкциях дискретизирующих барабанов (однозаход-

ное расположение зубьев) волокна, расположенные под углом к вектору движения, имеют тенденцию к образованию узелков.

В предлагаемой конструкции дискретизирующего барабанчика (двухзаходное расположение зубьев) волокна, расположенные под углом к направлению движения, также разъединяются за счет увеличения осевой силы, действующей со стороны зубьев. В процессе дискретизации вытаскивание волокон из бородки происходит при определенных условиях. В процессе извлечения волокна из волокнистой ленты на него действуют силы: сила инерции ( $m\ddot{x}$ ); сила веса ( $\bar{G}$ ); сила трения волокна о переднюю грань зуба дискретизирующего барабанчика ( $\bar{F}_{тр}$ ); сила сцепления волокна с основной массой в бородке ( $\bar{F}_{сц}$ ); сила инерции переносная ( $\bar{F}_n^u$ ); кориолисова сила инерции ( $\bar{F}_{кор}$ ). Для относительного движения волокна (центра массы) по передней грани зуба дискретизирующего барабанчика можно записать уравнение [4...6]:

$$m\bar{x}_{отн} = \bar{G} + \bar{F}_{тр} + \bar{F}_{сц} + \bar{F}_{пер}^u + \bar{F}_{кор},$$

где  $m$  – масса волокна;  $\bar{x}_{отн}$  – ускорение центра массы волокна в относительном движении.

В технологическом процессе зубья дискретизирующего барабанчика должны извлекать волокна из волокнистой ленты и уносить с собой. Путем некоторых преобразований определим необходимый диаметр дискретизирующего барабанчика или точку расположения центра массы волокна на передней грани зуба:

$$D \leq \frac{2[mg(\cos \phi + f \cos \gamma) - F_{сц} \cos \theta]}{m\omega^2 \cos \alpha}.$$

Следует отметить, что увеличение диаметра дискретизирующего барабанчика позволяет повышению линейной скорости волокнистого материала. Однако при этом увеличиваются инерционные показатели дискретизирующего барабанчика, что мо-

жет привести к нежелательным явлениям при дискретизации.

На основе исследования получены графические зависимости изменения диаметра дискретизирующего барабанчика от его угловой скорости, которые приведены на рис. 1 (графические зависимости изменения диаметра дискретизирующего барабанчика от его угловой скорости: — -  $m=6,3 \cdot 10^{-6}$ к; — — -  $m=5,3 \cdot 10^{-6}$ кг; — · — -  $m=4,3 \cdot 10^{-6}$ кг; · · · - при  $m=3,3 \cdot 10^{-6}$ кг).

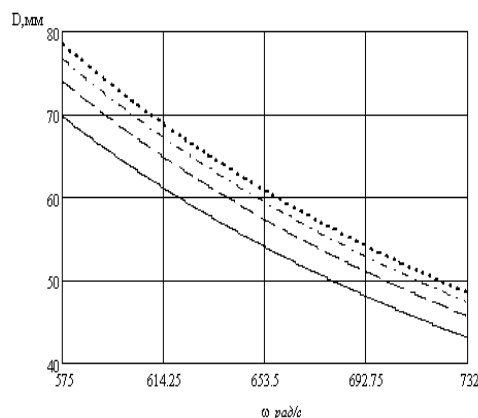


Рис. 1

С увеличением угловой скорости дискретизирующего барабанчика его диаметр уменьшается по линейной закономерности. При этом масса пучка волокон фактически не влияет на характер этой закономерности, но только параллельно увеличивает значения диаметра (рис. 1) дискретизирующего барабанчика прядильной машины.

Важными являются исследования с учетом положения зубьев дискретизирующего барабанчика в рабочей зоне. При этом имеются в виду углы расположения векторов силы веса, центробежной силы, силы трения и силы сцепления. Рассмотрим влияние углов расположения действующих сил на волокно, захваченное зубом дискретизирующего барабанчика. На рис. 2 представлены графические зависимости изменения диаметра барабанчика в функции угла  $\phi$  (— при  $m=3,5 \cdot 10^{-6}$ кг; — — при  $m=4,3 \cdot 10^{-6}$ кг; — · — при  $m=5,2 \cdot 10^{-6}$ кг), то есть положения силы веса относительно передней поверхности зуба. Из полученных графиков видно, что с увеличением угла  $\phi$

значение диаметра дискретизирующего барабанчика уменьшается по линейной закономерности. Так, при угле  $\varphi$ , равном 0,43 рад, диаметр барабанчика 69,3 мм при  $m=3,5 \cdot 10^{-6}$  кг, а при  $\varphi=0,698$  рад диаметр дискретизирующего барабанчика составляет 58,92 мм. Необходимо представить, что возрастание массы захваченных волокон зубом барабанчика приводит к повышению его диаметра.

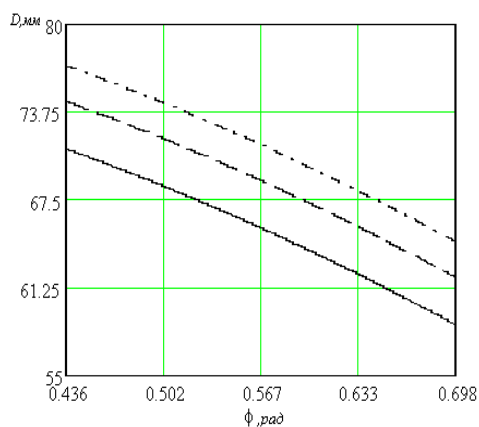


Рис. 2

Это следует из-за того, что увеличивается влияние сил веса на трение волокна о поверхность зуба. При массе захваченных зубом волокон  $5,2 \cdot 10^{-6}$  кг диаметр барабанчика 76,65 мм при  $\varphi=0,436$  рад. С возрастанием угла  $\varphi$  до 0,698 рад диаметр барабанчика уменьшается до 63,91 мм. Из анализа процесса дискретизации вытекает, что угол  $\varphi$  сначала будет наименьшим, а с поворотом дискретизирующего барабанчика этот угол увеличивается. Как отмечено выше, пределы изменения  $\varphi$  находятся в пределах 0,35...0,75 рад. Следует отметить, чем больше угол  $\varphi$ , тем меньше вероятность захвата волокон из волокнистой ленты, подаваемой питающим цилиндром. Поэтому основная рабочая зона находится в пределах угла  $\varphi$  0,35...0,55 рад.

В результате анализа установлено, что для обеспечения необходимого процесса дискретизации линейная скорость волокон после их захвата, должна быть больше 4,27...4,5 м/с. Количество захваченных волокон, то есть их суммарная масса, не должна превышать  $(3,5...4,5) \cdot 10^{-6}$  кг, а в

зоне дискретизации не должна превышать  $(94,5...153,1) \cdot 10^{-6}$  кг.

Исследования показали, что чем больше масса волокон, захваченных зубом дискретизирующего барабанчика, тем больше его диаметр. На рис. 3 приведены графические зависимости изменения диаметра дискретизирующего барабанчика от увеличения коэффициента трения волокон о переднюю поверхность зуба барабанчика (— при  $m=3,3 \cdot 10^{-6}$  кг; ··· при  $m=4,3 \cdot 10^{-6}$  кг; — при  $m=5,2 \cdot 10^{-6}$  кг). Коэффициент трения волокон о поверхность зуба дискретизирующего барабанчика зависит в основном от свойств волокна, от влажности, площади контакта, массы волокон, передней поверхности зуба и др.

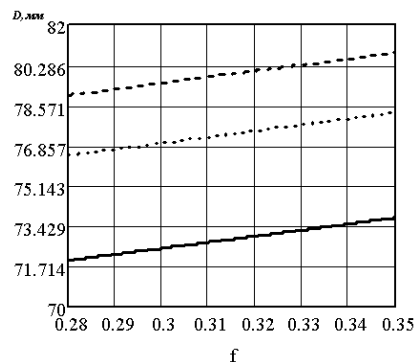


Рис. 3

С учетом вышеизложенного коэффициент трения волокон о переднюю поверхность зуба дискретизирующего барабанчика изменяется в пределах 0,28...0,35. Возрастание силы трения волокон о переднюю поверхность зуба барабанчика положительно влияет на процесс захвата и извлечение волокон из ленты, то есть интенсифицируется процесс дискретизации волокон.

Из графиков видно, что с увеличением коэффициента трения от 0,28 до 0,35 и  $m = 3,3 \cdot 10^{-6}$  кг диаметр барабанчика возрастает от 71,78 до 73,5 мм, а при  $m = 5,2 \cdot 10^{-6}$  кг диаметр барабанчика возрастает от 78,6 до 80,41 мм. Это объясняется тем, что чем больше масса волокон, тем больше площадь контакта их с передней поверхностью зуба барабанчика и тем выше сила трения. Для обеспечения требуемого диаметра дискретизирующего барабанчика в пределах

65...75 мм, то есть для поддержания линейной скорости движения волокон в пределах 9,27...4,5 м/с коэффициент трения должен быть в пределах 0,22...0,3.

Для рассматриваемого процесса вытягивания-дискретизации важную роль играет центробежная сила захваченных зубьями волокон. На рис. 4 представлены построенные на основе расчетов графические зависимости значений диаметра барабанчика от изменения угла расположения вектора центробежной силы относительно передней грани зуба (— при  $m=3,3 \cdot 10^{-3}$  кг, ···· при  $m=4,3 \cdot 10^{-3}$  кг, — — при  $m=5,2 \cdot 10^{-3}$  кг).

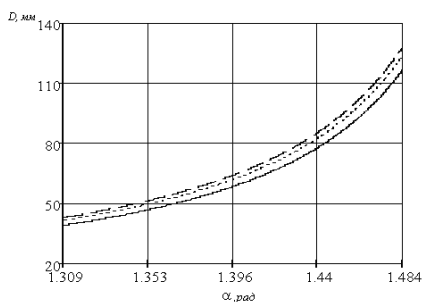


Рис. 4

Известно, что центробежная сила в основном зависит от квадрата угловой скорости и радиуса дискретизирующего барабанчика, а также от массы вытаскиваемых волокон. С возрастанием угла  $\alpha$  от 1,3 до 1,5 рад диаметр барабанчика увеличивается от 42 до 117 мм. Следует отметить, что в начале дискретизации угол  $\alpha$  значительно меньше. В основной рабочей зоне дискретизации  $\alpha$  постоянно возрастает до указанных значений. Из зависимостей, представленных на рис. 4, видно, что закономерность увеличения диаметра является линейной, причем интенсивность увеличения  $D$  возрастает с повышением значений  $\alpha$  и целесообразными значениями являются 1,4...1,43 рад.

Можно отметить, что влияние угловой скорости является значительным, а масса захваченных зубьями волокон является не существенным фактором (рис. 4).

На рис. 5 видно, что увеличение массы волокон, захваченных зубьями, приводит к незначительному снижению диаметра дискретизирующего барабанчика, а влияние

угловой скорости барабанчика существенно увеличивает диаметр барабанчика. Так, при увеличении массы волокон до  $5,2 \cdot 10^{-6}$  кг при  $\omega_3 = 628$  рад/с диаметр увеличивается от 115 до 126,5 мм, а при угловой скорости 732 рад/с диаметр увеличивается от 84,2 до 94,3 мм, что нежелательно из-за возможного увеличения дисбаланса. Для уменьшения диаметра дискретизирующего барабанчика до 67...71 мм необходимо увеличить его угловую скорость и уменьшить массу волокон. На рис. 5 приведены графические зависимости влияния массы волокон, захваченных зубьями барабанчика на его диаметр (— при  $\omega_1=628$  рад/с, ···· при  $\omega_2=680$  рад/с, --- при  $\omega_3=732$  рад/с).

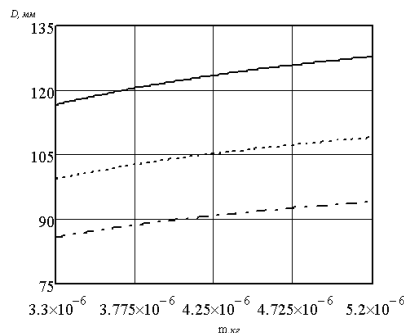


Рис. 5

На основе анализа графиков установлено, что для обеспечения диаметра дискретизирующего барабанчика 67...71 мм его угловая скорость должна быть в пределах 650...750 рад/с.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что большое влияние на эффективность процесса прядения и качество пневмомеханической пряжи оказывают размер и форма прядильной камеры, материал, из которого она изготовлена, способы ее поверхностной обработки и частота вращения.

На основе анализа условий дискретизации получены формулы для диаметра дискретизирующего валика, его зависимость от влияющих на него факторов, рекомендованы их наилучшие значения.

Изучена закономерность движения волокна по поверхности зуба гарнитуры дис-

кретизирующего барабана и установлено, что с увеличением зоны дискретизации сила натяжения волокна и его скорость возрастают.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шеманаев В.Д., Ефимова А.К. и др. Проектирование хлопкопрядильных производств. – Иваново: ИГТА, 2011.
2. Проспекты оборудования и CD диски фирм Truetzschler, Rieter, Balkantekstila, Marzolu, Zinzer.
3. Шейко Н.В. Исследование некоторых аэродинамических характеристик крутильно-формирующего устройства машин БД-200 // Реф. ЦНИИТЭИлегпищемаша. – 1976. Вып. 1. С.10...15.
4. Джурраев А.Дж., Мирзаев О.А., Матисмаилов С.Л. Анализ технологии зоны питания пневмомеханических прядильных машин при использовании двухзаходного дискретизирующего барабана // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2013, №2. С.60...62. (05.00.00; № 17).
5. Тарг С.М. Краткий курс теоретический механики. – М.: Высшая школа, 2007. С. 497.
6. Джанпаизова В.М., Мырхалыков Ж.У., Таишенов Р.С. Исследование процесса вытягивания в зоне дискретизации пневмомеханической прядильной машины // Успехи современного естествознания. – 2015, № 1-8. С. 1330...1334.

#### REFERENCES

1. Shemanaev V.D., Efimova A.K. i dr. Proektirovanie khlopkopryadil'nykh proizvodstv. – Ivanovo: IGTA, 2011.
2. Prospekty oborudovaniya i SD diski firm Truetzschler, Rieter, Balkantekstila, Marzolu, Zinzer.
3. Sheyko N.V. Issledovanie nekotorykh aerodinamicheskikh kharakteristik krutil'no-formiruyushchego ustroystva mashin BD-200 // Ref. TsNIITEIlegpishchemasha. – 1976. Vyp. 1. S.10...15.
4. Dzhuraev A.Dzh, Mirzaev O.A., Matismailov S.L. Analiz tekhnologii zony pitaniya pnevmomekhanicheskikh pryadil'nykh mashin pri ispol'zovanii dvukhzakhodnogo diskretiziruyushchego barabana // Problemy tekstilya. – Tashkent, 2013, №2. S.60...62. (05.00.00; № 17).
5. Targ S.M. Kratkiy kurs teoreticheskoy mekhaniki. – M.: Vysshaya shkola, 2007. S. 497.
6. Dzhanpaizova V.M., Myrkhalykov Zh.U., Tashmenov R.S. Issledovanie protsessa vytyagivaniya v zone diskretizatsii pnevmomekhanicheskoy pryadil'noy mashiny // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2015, № 1-8. S. 1330...1334.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 22.01.20.