

12-18-2019

## Analysis of deformation of the tape in the area of its supply to the discretizing drum

A.Dj Djuraev

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

N.A. Urakov

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

O.A Mirzaev

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>

---

### Recommended Citation

Djuraev, A.Dj; Urakov, N.A.; and Mirzaev, O.A (2019) "Analysis of deformation of the tape in the area of its supply to the discretizing drum," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 6 : No. 2 , Article 13.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol6/iss2/13>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК 677.052.9

## АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЛЕНТЫ В ЗОНЕ ЕЁ ПОДАЧИ К ДИСКРЕТИЗИРУЮЩЕМУ БАРАБАНЧИКУ

А.Дж.Джуроев, Н.А.Ураков, О.А.Мирзаев,

*Tashkent Institute of Textile and Light Industry*

**Аннотация.** В статье рассматривается характер деформирования питающей ленты волокна в зоне между питающим цилиндром и столиком, ее подача к дискретизирующему барабанчику. Показано, что столик получает движение от конической пружины. Приведено движение ленты в зависимости от ее трения и деформации, получаемой от столика с упругими основами. Получены зависимости величин деформации при различных значениях коэффициента трения и угла контакта, а также изменения деформации вдоль дуги контакта ленты с питающим столиком при различных значениях начальной деформации и отношениях с контактируемым материалом.

**Аннотация.** Мақолада таъминловчи цилиндр ва таъминловчи столча орасидаги толали пилта хомашёсини талаб қилинган меъёрга келтириши кўриб чиқилган. Пневмамеханик йигирув машинасига таклиф қилинаётган қайишқоқ асосли таъминловчи столчасининг ҳаракати таҳлил қилинган. Таъминловчи столча ҳаракатни конуссимон пружинадан олиши кўрсатилган. Пилтанинг қайишқоқ асосли таъминловчи столчадан ҳаракатидаги ишқаланиши ва деформацияси келтирилган. Деформация катталигини ишқаланиш коэффициенти ва контакт бурчагига, ҳамда деформацияни турли қийматларидан ва коантакт қилувчи материалга оид боғланишлар олинди.

**Annotation.** The article expresses the nature of the deformation of the raw fiber tape in the area between the feed cylinder and the table, its feed to the sampling drum. It is shown that the table receives movement from the conical spring. The movement of the tape, depending on its friction and deformation obtained from the table with elastic bases is given. The dependences of the strain values for different values of the friction coefficient and the contact angle, as well as changes in the deformation along the arc of the contact of the tape with the feeding cable for different values of the initial deformation and the relationship with the material in contact are obtained.

**Keywords:** funnel, table, taper spring, elastic sleeve, deformation, power zone, cylinder, friction coefficient, exhaust hood.

**Введение.** Плотность волокон увеличивается при прохождении через воронку, так как сечение воронки уменьшается. Возникающие поперечные деформации создают поперечные напряжения, которые вызывают силу трения на стенках уплотняющей воронки, предотвращающие их воздействия на крайние слои волокон в ленте. Однако силы трения могут создавать скрытую вытяжку, для предотвращения которой необходимо выходное отверстие уплотняющей воронки, установленной как можно ближе к зажиму питающего цилиндра со столиком. В зоне подачи волокнистой ленты рифленый питающий цилиндр, а также сам дискретизирующий барабанчик, представляется как барабаны с переменным радиусом с учетом переменного сечения волокон на их поверхности. Теория по определению параметров таких механизмов основана на управлении профилем, а также производительностью. В нашем случае рассматривается движение волокнистой массы в рабочей зоне прядильной машины.

**Основная часть.** С целью увеличения равномерности подачи ленты, снижения повреждаемости волокон, обеспечения необходимой плотности ленты, в конце её подачи рекомендуется эффективная конструкция столика. При этом в питающем столике прядильного устройства, выполненном в виде рычага с плоской рабочей поверхностью, один конец которого шарнирно соединен с корпусом устройства, на другом конце между столиком и корпусом установлена амортизирующая пружина, шарнир между рычагом и корпусом выполнен составным в виде оси, жестко соединенной с корпусом, и надетой на неё резиновой втулкой, а амортизирующая пружина выполнена конической (рис.1).

Конструкция питающего столика прядильного устройства включает рычаг 2, установленный в корпусе 1 прядильного устройства посредством шарнира. Шарнир выполнен составным и включает ось 3, жестко соединенную с корпусом 1. На ось 3 надета упругая (резиновая) втулка 4, на которой установлен один конец рычага 2. На другом конце между рычагом 2 и корпусом 1 установлена коническая пружина 5 (рис.1). Над криволинейной частью рычага 2 установлен питающий цилиндр 6, а в конце зоны питания дискретизирующий барабанчик 7. В процессе работы волокнистая масса в виде ленты (хлопковые волокна) поступает к зоне подачи между питающим столиком - рычагом 2 и питающим цилиндром 6. В то же время по мере перемещения ленты по поверхности питающего столика - рычага 2 размеры ленты уменьшаются, т.е. она зажимается и принимает форму пространства между цилиндром 6 и рычагом 2. При этом происходит некоторая деформация пружины 5, то есть питающий столик поворачивается на некоторый угол, освобождая путь для перемещения ленты. С изменением количества волокон как по длине, так и по ширине ленты, увеличивается деформация пружины 5 с меньшим значением за счет конусности пружины 5. При этом соответственно деформируется и упругая втулка 3 шарнира рычага 2. За счет соответствующих деформаций пружины 5 и упругой втулки 3 шарнира рычага 2 фактически питающий столик копирует форму изменения ленты за счет изменения её плотности в процессе подачи в зону дискретизации. В то же время установленные жесткости пружины 5 и упругой втулки 3 обеспечивают необходимые размеры сечения ленты в процессе её равномерной подачи. Это приводит в конечном итоге к повышению качественных показателей пряжи.

**Аналитическая часть.** Материал (ленту) моделируем в виде сплошной среды и рассматриваем процесс растяжения ленты в зоне вытяжки, реализуемой цилиндром. Обозначим через  $T(s)$  натяжение ленты ( $s$ -длина дуги) (рис.1). Вытяжка ленты происходит вдоль дуг цилиндра, за начало отсчета дуги принимаем точку  $B$ . Стационарное движение в произвольной дуге контакта ленты на поверхности цилиндра записываем в виде

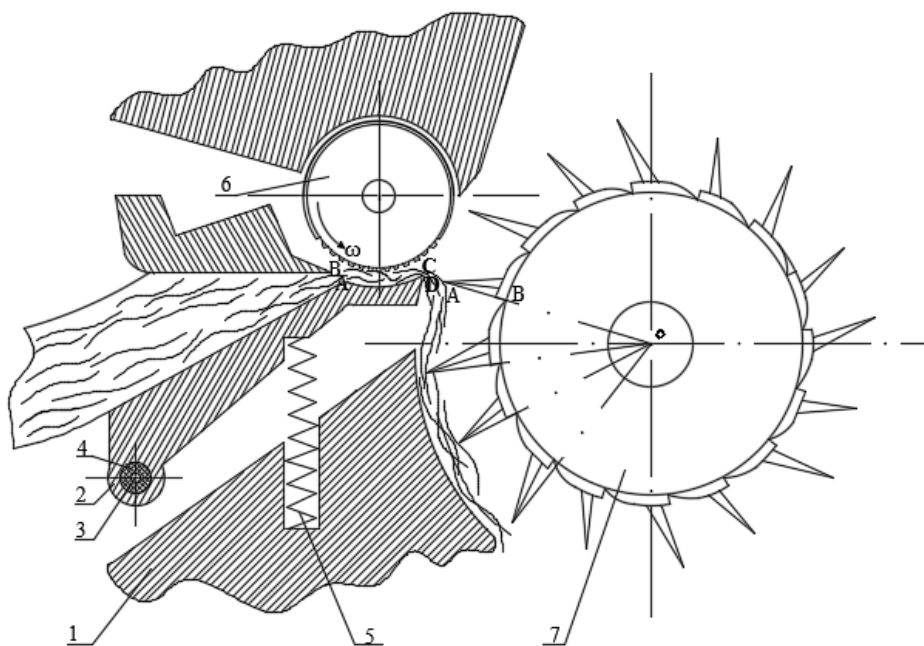


Рис. 1. Схема взаимодействия питающего столика с цилиндром

$$L(T) \frac{\partial T}{\partial s} - \tau = 0 \quad (1)$$

$$L(T) \frac{T}{R} - q = m \frac{v^2}{R}, \quad (2)$$

где  $L(T) = 1 + \varepsilon$ ,  $\varepsilon = \frac{T}{ES}$  – деформация ленты при растяжении,  $\tau, q$  – удельные касательное и нормальное усилия, действующие на единицу длины дуги цилиндра и на поверхность столика  $AD$ ,  $m$  – линейная плотность ленты,  $v = R\omega$  – линейная скорость цилиндра,  $R$  – радиус питающего цилиндра,  $\omega$  – угловая скорость цилиндра;  $S$  – площадь поперечного сечения ленты,  $E$  – модуль Юнга материала ленты. На поверхности контакта выполняется закон сухого трения Кулона, т.е. полагаем

$$\tau = fq, \quad (3)$$

где  $f$  – коэффициент трения. Вводя переменную  $\varphi = \frac{S}{R}$ , с учетом (3) из (1) и (2) получим одно уравнение для определения натяжения  $T$ .

В стационарном режиме движения ленты выполняются условия  $m_0 v_0 = mv$ , где  $m_0$  и  $v_0$  – линейная плотность и скорость ленты в зоне подачи, тогда уравнение (2) запишется в виде

$$L(T)T - Rq = Q_0 R\omega, \quad (4)$$

где  $Q_0 = m_0 v_0$ , учитывая зависимость (3) и (4) уравнения (1), приведем к виду:

$$(1 + \varepsilon) \left( \frac{dT}{d\varphi} - fT \right) = Q_0 R\omega f \quad (5)$$

Из равенства  $m_0 v_0 = mv$  следует

$$v = v_0 \frac{m_0}{m} = \frac{p_0 S_0}{pS} v_0,$$

$S_0$  – площадь поперечного сечения ленты в зоне подачи. Здесь отношения плотностей  $\frac{p_0}{p}$  выражаются через деформацию  $\varepsilon$  по формуле

$$\frac{p_0}{p} = \varepsilon + 1; \quad (6)$$

Тогда имеем

$$v = R\omega = v_0 \frac{S_0}{S} (1 + \varepsilon) \quad (7)$$

Полагая, что  $S_0 = lh_0$ ,  $S = Lh$ ,  $l$  – ширина отверстия зоны подачи,  $L$  – длина цилиндра,  $h_0$  и  $h$  – соответственно толщина слоев зоны подачи и сжатия, получаем

$$h = h_0 \frac{l}{L} \frac{v_0}{R\omega} (1 + \varepsilon) \quad (8)$$

Рассмотрим равенство  $T = ES\varepsilon = ES_0 \frac{v_0}{R\omega} (1 + \varepsilon)\varepsilon$ , и полагая  $\varepsilon^2 \approx 0$ , получаем  $T =$

$$ES\varepsilon = ES_0 \frac{v_0}{R\omega} \varepsilon$$

перепишем последнее уравнение относительно  $\varepsilon$

$$(1 + \varepsilon) \left( \frac{d\varepsilon}{d\varphi} - f\varepsilon \right) = -f \frac{Q_0 R^2 \omega^2}{ES_0 v_0} = -f \frac{p_0 v_0 S_0 R^2 \omega^2}{p_0 a^2 S_0 v_0} = -fn^2,$$

где  $n = R\omega/a$ ,  $a = \sqrt{E/p_0}$  последнее уравнение при  $\varepsilon^2=0$  представим в виде

$$\frac{d\varepsilon}{d\varphi} - f(1 + n^2)\varepsilon = -fn^2 \quad (9)$$

При интегрировании уравнения (9) считаем, что деформация продукта при поступлении в зону зажима известна, т.е. полагаем  $\varepsilon = \varepsilon_1$  при  $\varphi = 0$ .

Решение уравнения (9) при этом условии имеет вид

$$\varepsilon = (\varepsilon_1 - \lambda^2) \exp f(n^2 \varphi / \lambda^2) \quad (10)$$

Здесь

$$\lambda^2 = n^2 / (n^2 + 1)$$

Из формулы (10) видно, что при  $\varepsilon_1 > \lambda^2$  деформация продукта в зоне зажима с ростом угла  $\varphi$  увеличивается, что может привести к неравномерному распределению волокон в указанной выше зоне и сильному расхождению волокон друг от друга. В дальнейшем рассмотрим случай уменьшения деформации по углу  $\varphi$ , где выполняется неравенство  $\varepsilon_1 < \lambda^2$ . Кроме того, деформация продукта при выходе из зоны зажима  $\varphi = \varphi_s$  должна быть положительной, чтобы соблюдалось условие отсутствия накопления волокон при выходе из указанной зоны. Таким образом, требуется выполнение условия

$$(\varepsilon_1 - \lambda^2) \exp f(n^2 \varphi_k / \lambda^2) + \lambda^2 > 0) \quad (11)$$

Пользуясь зависимостью (11), установим зависимость (12)

$$h < h_k = h_0 \frac{v_0}{R\omega L} \{ \lambda^2 [1 - \exp(-fn^2 \varphi_k \lambda^2)] + 1 \} \quad (12)$$

Равенство (10) устанавливает выбор расстояния между питающим столиком и цилиндром при известных значениях скорости подачи  $v_0$ , угловой скорости цилиндра  $\omega$ , а также геометрических параметров  $R$ ,  $h_0$ ,  $l$  и  $L$ .

**Экспериментальная часть.** Плотность продукта и его толщина определяются по формулам

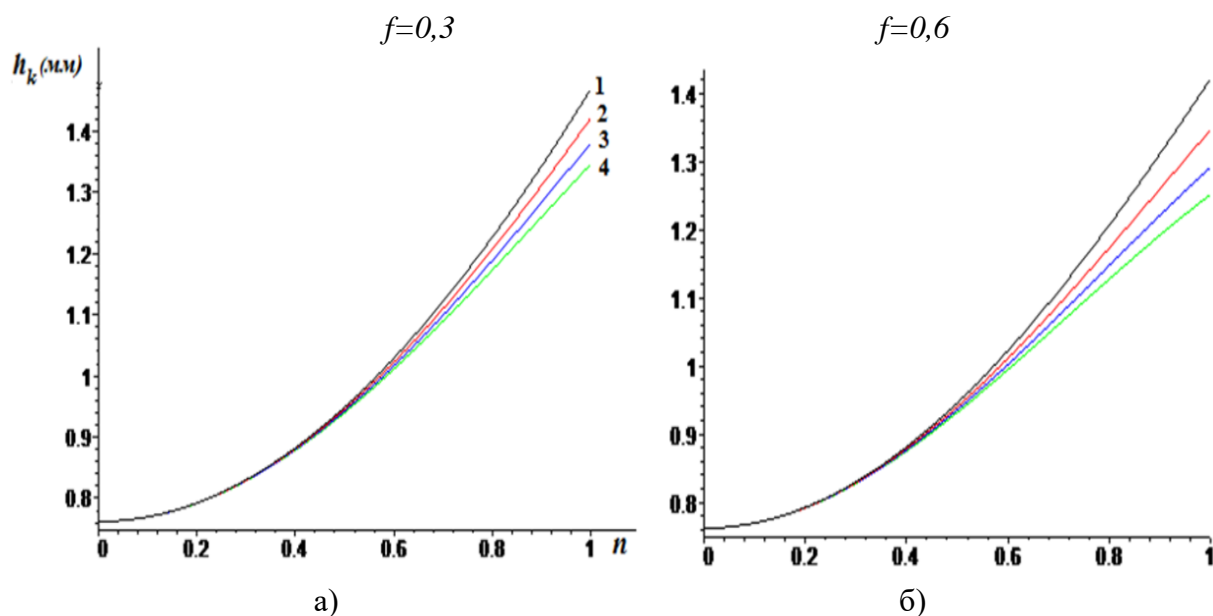


Рис. 2. Зависимости величины  $h_k$  от отношения  $n=v_0/a$  при различных значениях коэффициента трения  $f$  и угла  $\varphi_k$  (град): 1 -  $\varphi_k = 15$ , 2 -  $\varphi_k = 30$ , 3 -  $\varphi_k = 45$ , 4 -  $\varphi_k = 60$

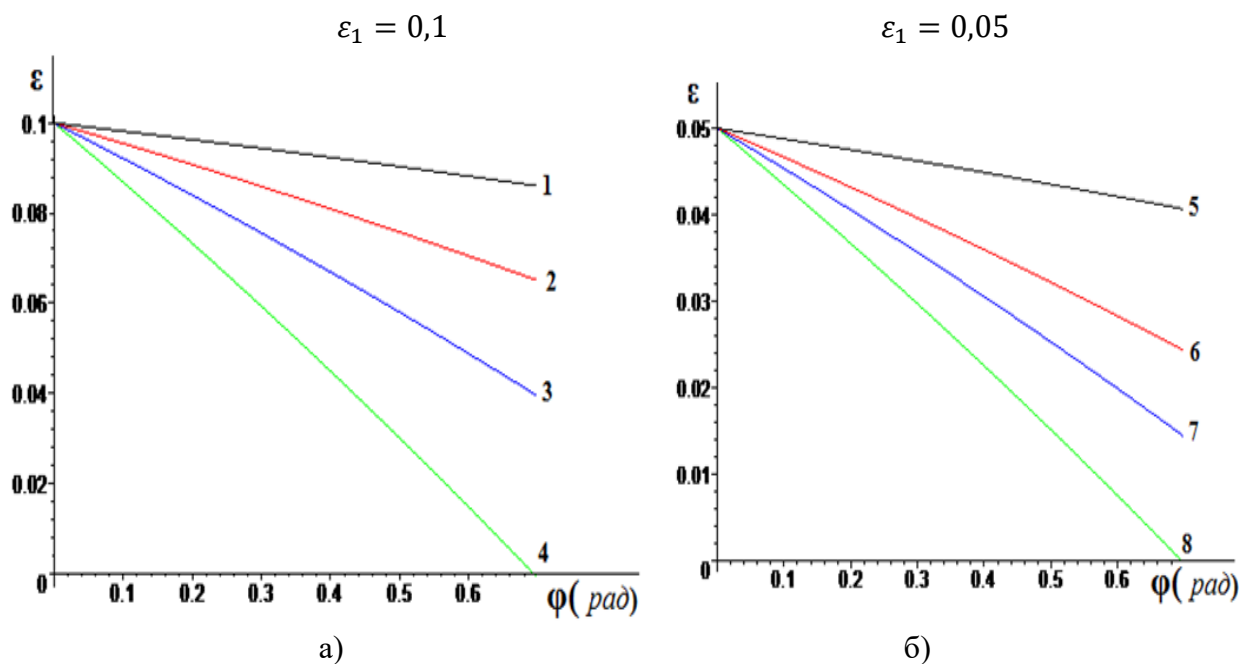


Рис.3. Изменения деформации вдоль дуги контакта продукта с питающим столиком при различных значениях начальной деформации  $\varepsilon_1$  и отношения  $n$ : а - при начальной деформации  $\varepsilon_1 = 0,1$  б - при начальной деформации  $\varepsilon_1 = 0,05$

1 –  $n = 0,4$ , 2 –  $n = 0,5$ , 3 –  $n = 0,6$ , 4 –  $n = 0,73$ , 5 –  $n = 0,3$ , 6 –  $n = 0,4$ , 7 –  $n = 0,45$ ,  
8 –  $n = 0,512$

Для обеспечения движения потока продукта через зону зажима без нарушения равномерности ленты на практике используются вращающиеся питающие столики с упругими элементами.

На рис. 2 представлены графические зависимости величины  $h_k$  и отношения  $n = R\omega/a$  при различных значениях коэффициента трения  $f$  и угла  $\varphi = \varphi_k$ .

В расчетах принято:  $h_0 = 2$  мм,  $l = 9$  мм,  $R = 10$  мм,  $L = 21$  мм,  $\omega = 0,9$  с<sup>-1</sup>.

$$p = \frac{p_0}{1+\varepsilon} \approx p_0(1 - \varepsilon), \quad h = h_0 \frac{l}{L} \frac{v_0}{R\omega} (1 + \varepsilon) \quad (13)$$

На рис. 3 представлены графические зависимости деформации  $\varepsilon$ , плотности  $p$  и толщины слоя в зоне зажима от угла охвата ее питающим цилиндром при различных отношениях  $n = v_0/a$ . В расчетах принято  $E=5$  Па,  $p_0 = 8,5$  кг/м<sup>3</sup>,  $\omega = 0,9$  с<sup>-1</sup>,  $v_0 = 0,006$  м/с,  $R=0,01$  м,  $h_0 = 0,002$  м,  $l=0,009$  м,  $L=0,021$  м,  $\varphi_k = 40^\circ$ ,  $f=0,3$ .

**Выводы:** Таким образом, проанализировано движение потока волокнистой ленты через зону зажима без нарушения равномерности ленты качающимися питающими столиками с упругими элементами. Определены графические закономерности изменения деформации вдоль дуги контакта ленты с питающим столиком при различных значениях начальной деформации  $\varepsilon_1$  и отношения  $n$ .

## References

1. Morikawa T., Horiuchi T. Quality of yarns produced by Open-end BD-440 Spinning Machines and of final products // Journal of the Textile Machinery of Japan, 2014. Vol.20. P.58-66.
2. Marc Arsenaault. Mechanism and Machine Theory // Mechanism and Machine Theory, volume 129 (2018) 175–190 p.
3. Patent UZ № FAP 0047. Pitayushiy stolik pryadilnogo ustroystva. Djuraev A.Dj., Jumaniyazov K., Matismoiloa S., Mirzaev O., Dovgan A. Rasmiy axborotnoma, 2014. № 8.
4. Кармишин А.В., Мяченков В.И., Репин А.А., Фролов А.Н. Эдинй метод решений задач устойчивости и колебаний оболочек вращения В.кн.: Теория и оболочек. - М.: «Наука», 2015. 141-146 С.
5. Shin I.G., Shodmonkulov Z.A., Axmedov K.I., Nurullaeva X.T., Islamova G.X., Muminov M.R. Teknik mexanika: darslik - T., 2018. 211-215 S.
6. Павлов Ю.М. и др. Теория процессов технологии и оборудования прядения хлопка и других химических волокон: Учебник. - Иваново: ИГТА, 2000. С.392.
7. Мяченко В.И. Теоретическое исследование процесса дискретизации волокнистых материалов // «Инженерный журнал МТТ», 2014. №6. С.143.
8. Патент UZ № FAP 00845. Игольчатый барабанчик пневмомеханической прядильной машины Джураев А.Дж., Жуманиязов К., Матисмоилов С., Мирзаев О., Довган А. Расмий ахборотнома, 2013. № 10.
9. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента: учебник – М.: Легкая индустрия, 2005.С.144-146.
10. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. -М.: «Мир», 2005 г. С.122.
11. Зейдал А.Н. Математическая обработка результатов экспериментов. -М.: «Наука», 1998 г. С.95.
12. Kirschner E-Zur. Gleichmassigkeit von Offen-End-Garden – Einfluss des Bandeinzuges // Journal of Germany «Melliand Textileberichte», 2011. №3. P.21-26.
13. Y.V. Pavlov i dr. Teoriya protsessov, texnologiya i oborudovaniye pryadeniya xlopka i ximicheskix volokon. Ivanovo, IGGL 2011. Uchebnik, 392 c.