

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАЗРЫХЛЕНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ

Е.В. ПОЛЯКОВА, С.М. ИВАНОВ, Т.В. ШМЕЛЕВА, А.А. СИЗОВ, О.Н. ВОЛЫНКИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: tiktr@mail.ru

В статье рассматривается конструкция новой машины для регенерации отходов и вопрос определения жесткостных характеристик узла колковых барабанов в модуле предварительного разрыхления машины.

The design of the new car for waste regeneration and the question of determination of the pinning drums rigidity characteristics in the preliminary shredding module of the machine is considered in the article.

Ключевые слова: модуль, разрыхление, регенерация, отходы, колебания, жесткость, колковый барабан, ступенчатый вал.

В практике работы лабораторий отечественных хлопкопрядильных фабрик при исследовании волокнистых отходов разрыхлительно-трепальных агрегатов и чесальных машин на засоренность последовательно используют прибор для определения засоренности ПЗС и анализатор хлопка АХМ. В первом приборе основным рабочим органом является колковый барабан, колки которого находятся на отрицательной разводке по отношению к неподвижным колкам корпуса, а во втором – пильчатый барабан. Таким образом, в первой стадии разрыхления волокнистая масса подвергается ударному воздействию, вследствие чего из нее удаляются крупные сорные примеси, а во второй стадии – расчесыванию с удалением мелкого сора, пуха и пыли.

По аналогии с совокупностью данных приборов в СКИБ ИГТА разработана машина для непрерывной регенерации отходов (МНРО), представленная на рис.1 [1], которая содержит секцию питания, образованную бункером 1, имеющим в нижней выходной части два бесконечных транспортерных полотна 2 с питающим валиком 3; секцию или модуль предварительного разрыхления, включающий установленные на отрицательную разводку колковые барабаны 4 и установленные к ним на отрицательную разводку неподвижные колки 5

и смонтированные под ними колосники; секцию промежуточного слоеформирования, состоящую из конденсорной системы 7, уплотнительного валика 8 и пары питающих валиков 9.

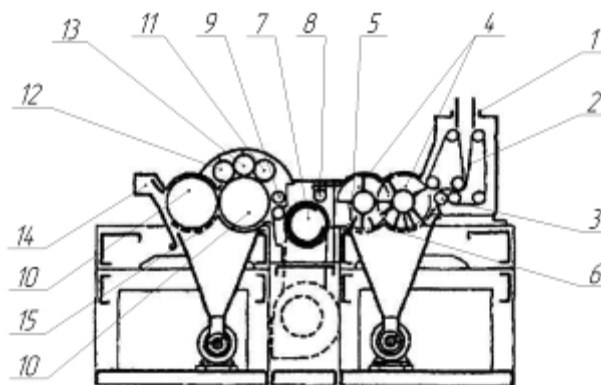


Рис. 1

Далее во взаимодействии с валиками 9 расположена секция (модуль) окончательной тонкой очистки и волокноотделения, состоящая из группы рабочих 11, 12 и чистительного 13 валиков, установленных над первым по ходу продукта пильчатым барабаном 10 и волокноотделяющее устройство 14, а под пильчатыми барабанами 10 и 15 – колосниковые решетки.

При теоретическом исследовании колебаний машины приходится оперировать системами, включающими в себя многие

десятки и даже сотни дифференциальных уравнений, решение которых невозможно без применения вычислительной техники. Для этого используем агрегирование, то есть расчет колебаний всего узла в сборе, а не отдельных деталей, входящих в узел. Однако этот метод применим только в том случае, если для исследователя не являются важными взаимные колебания деталей друг относительно друга, а интересует только общая картина динамики узла.

При этом возникает вопрос об определении жесткостных характеристик узла и изыскания возможных способов повышения устойчивости колкового барабана. Если жесткость отдельных деталей определяется по известным формулам сопротивления материалов, то взаимное влияние жесткостей входящих в узел элементов еще не достаточно изучено.

При расчете на жесткость колковый барабан можно рассматривать как ступенчатый вал (рис. 2) [2], [3].

Принимаем, что ступенчатый вал имеет упругую линию, описываемую формулой:

$$y = f \sin \frac{\pi x}{l}, \quad (1)$$

где y – прогиб в соответствующей координате x ; f – максимальный прогиб вала; x – текущая координата; l – длина вала.

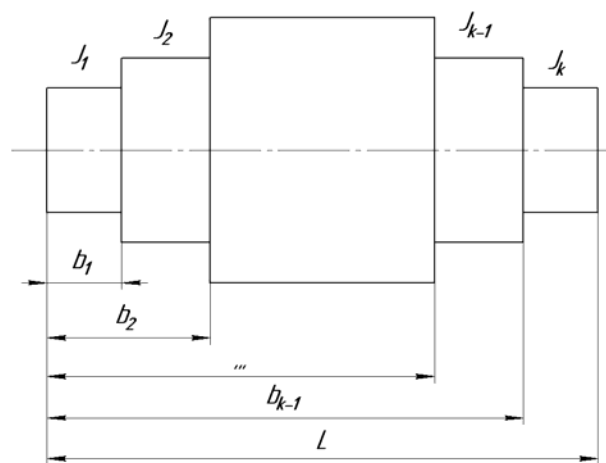


Рис. 2

Определяем потенциальную энергию изгиба такого вала как сумму энергий отдельных участков:

$$U = \frac{1}{2} \int_0^l EJ \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx = f^2 \frac{\pi^4 E}{2l^4} \times \left[J_1 \int_0^{b_1} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + J_2 \int_{b_1}^{b_2} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + \dots + J_{k-1} \int_{b_{k-2}}^{b_{k-1}} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + J_k \int_{b_{k-1}}^l \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx \right], \quad (2)$$

где E – модуль упругости 1-го рода; J – момент инерции сечения вала.

Проинтегрировав и введя обозначения, получим:

$$\frac{b_i}{l} = \frac{\sin^2 \frac{\pi b_i}{l}}{2\pi} = \Phi \left(\frac{b_i}{l} \right), \quad (3)$$

где b_i – расстояние от начала вала до начала i -го участка.

Получим:

$$U = f^2 \frac{\pi^4 E}{2l^2} \times \left[(J_1 - J_2) \Phi \left(\frac{b_1}{l} \right) + (J_2 - J_3) \Phi \left(\frac{b_2}{l} \right) + \dots + (J_{k-1} - J_k) \Phi \left(\frac{b_{k-1}}{l} \right) + J_k \right]. \quad (4)$$

Потенциальная энергия вала постоянного сечения равна:

$$U_0 = EJ_{\text{пр}} f^2 \frac{\pi^4}{2l^4}. \quad (5)$$

$$J_{\text{пр}} = (J_1 - J_2) \Phi\left(\frac{b_1}{l}\right) + (J_2 - J_3) \Phi\left(\frac{b_1}{l}\right) + \dots + (J_{k-1} - J_k) \Phi\left(\frac{b_{k-1}}{l}\right) + J_k. \quad (6)$$

С помощью полученной формулы (6) был составлен алгоритм расчета для определения влияния изменений определенных параметров колкового барабана на его приведенную жесткость.

На рис. 3 схематично изображен колковый барабан с указанием на нем размеров.

Исходные данные: $L=1,28$ м; $M=5$; $d_1=0,035$ м; $d_{y1}=0$; $d_2=0,08$ м; $d_{y2}=0,076$; $d_{y3}=0,129$ м; $d_4=0,08$ м; $d_{y4}=1,079$ м; $d_5=0,035$ м; $d_{y5}=1,132$ м; $T=3$; $d_{от}=0,065$ м; $E_b=2 \cdot 10^{11}$ Па.

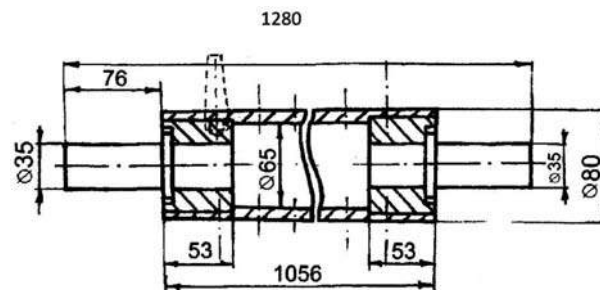


Рис. 3

В табл. 1 и 2 представлены зависимости жесткости от диаметра вала.

Таблица 1

Изменение внешнего диаметра $d_1=d_5=0,35$ на 1 %	EJ	Изменение толщины стенки на 1 %	EJ
100	2,2791795E+0005	100	2,2791795E+0005
99	2,2791140E+0005	99	2,2787147E+0005
98	2,2790505E+0005	98	2,2782526E+0005
97	2,2789890E+0005	97	2,2777793E+0005
96	2,2789293E+0005	96	2,2773364E+0005
95	2,2788714E+0005	95	2,2768822E+0005
94	2,2788153E+0005	94	2,2764308E+0005
93	2,2787610E+0005	93	2,2759820E+0005
92	2,2787084E+0005	92	2,2755359E+0005
91	2,2786575E+0005	91	2,27509224E+0005

Изменяя диаметр вала $d_1=d_5=0,035$ м (от исходного размера уменьшая на 1%), можно проследить по полученным результатам расчета незначительное изменение приведенной жесткости колкового барабана. Наглядно убедиться в этом можно,

анализируя графики, приведенные на рис. 4 (график 1 соответствует табл. 1, график 2 – табл. 2 и т.д.). Изменение толщины стенки колкового барабана в сторону уменьшения на 1% также незначительно повлияло на его приведенную жесткость (табл. 2).

Таблица 2

Изменение $d_2=d_3=d_4=0,08$ на 1 %	EJ	Изменение внутренней полости $d_{от}=0,065$ на 1 %	EJ
100	2,2791795E+0005	100	2,2791795E+0005
99	2,1894362E+0005	99	2,2102182E+0005
98	2,1023715E+0005	98	2,1391778E+0005
97	2,0179317E+0005	97	2,0660171E+0005
96	2,9360635E+0005	96	1,9906941E+0005
95	2,8567140E+0005	95	1,9131667E+0005
94	2,7798311E+0005	94	1,8333923E+0005
93	2,7053632E+0005	93	1,7513279E+0005
92	2,6332592E+0005	92	1,6669301E+0005
91	2,5634684E+0005	91	1,5801551E+0005

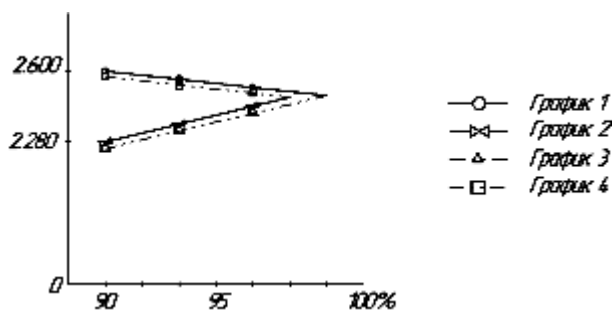


Рис. 4

Уменьшение на 1% внешнего диаметра колкового барабана $d_2=d_3=d_4=0,08$ м, график 3) и увеличение на 1% внутренней полости колкового барабана (график 4) значительно влияют на его приведенную жесткость, что можно проследить на рис. 4.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволит подобрать оптимальные размеры колкового барабана для эффективной работы всего узла предварительного рыхления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2134316 РФ, МКИ D01G 15/72, 11/00. Машина для регенерации отходов волокнистого материала / Зарубин В.М., Иванов С.М. и др. Ивановская государственная текстильная академия. – 98115471/12, заявл. 11.08.98; опубл. 10.08.99 Бюл. №22 – 4 с, ил.
2. Максютенко И.Н. Исследование динамики узлов главного барабана и остова малогабаритной чесальной машины для хлопка: Дис....канд. техн. наук. – Л., 1974.
3. Парамонов С.Д. и др. Основы современных методов расчета на прочность в машиностроении. – М.: Машгиз, 1952.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 01.10.10.