

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛНОФАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
РЕКОМЕНДУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ СОСТАВНОГО БЕРДА БАТАННОГО
МЕХАНИЗМА**

Джураев, Анвар Джураевич

д-р техн. наук, профессор, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: anvardjuraev1948@mail.ru

Дремова, Надежда Васильевна,

доцент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Республика Узбекистан, Ташкент

E-mail: nadejda_ser@mail.ru

Мадрахимов, Шавкат Халимович

PhD, доцент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Республика Узбекистан, Ташкент

АННОТАЦИЯ

В статье приводится конструктивная схема рекомендуемого составного берда с упругим элементом. Представлены результаты полнофакторных экспериментов конструкции составного берда батанного механизма. Определены рекомендуемые значения параметров составного берда.

Ключевые слова: ткацкий станок, батанный механизм, бердо, упругий элемент, жесткость, частота вращения, главный вал, прочность нити основы, полнофакторный эксперимент, входной фактор, оптимизация, уравнения регрессии, графические зависимости.

ABSTRACT

The article provides a structural diagram of the recommended composite reed with an elastic element. The results of full-factorial experiments on the design of a composite reed of a batan mechanism are presented. The recommended values for the parameters of the compound reed have been determined.

Keywords: loom, batan mechanism, reed, elastic element, rigidity, rotational speed, main shaft, warp thread strength, full-factor experiment, input factor, optimization, regression equations, graphic dependences.

Разработка эффективной конструктивной схемы берда батанного механизма ткацкого станка

Для повышения надежности конструкции и повышение производительности батанного механизма ткацкого станка решена путем снижения сил реакции в кинематических

парах за счет использования в конструкции берда механизма батана упругих резиновых амортизаторов [64,65].

Сущность конструкции заключается в том, что батанный механизм ткацкого станка состоит из кулачка и сопряженного с ним контркулачка два ролика, установленные шарнирно на трехплечем рычаге, при этом третье плечо рычага является лопастью батана, к которому укреплен батанный брус имеющий продольный паз, куда нижним слачком установлено бердо посредством резиновой прокладки, имеющей сечение трапецеидальной формы. Предлагаемый батанный механизм ткацкого станка увеличивает его надежность за счет снижения реакций в кинематических парах, обеспечивает мягкий режим работы за счет малых деформаций резиновой прокладки позволяет необходимой высотой, колебания берда в процессе прибоя точной нити.

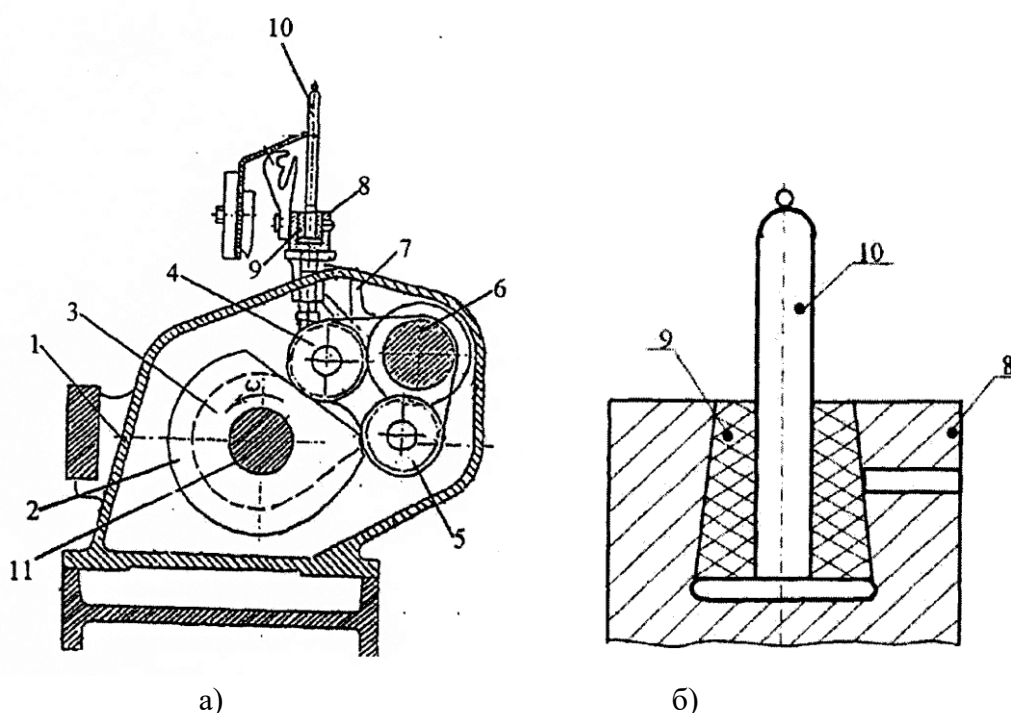


Рис.1. Рекомендуемая конструктивная схема берда с упругими амортизаторами, а) общий вид; б) (детали 8,9,10) увеличено.

Предлагаемая конструкция поясняется чертежами, где на рис.1.10. а) представлена общая схема батанного механизма ткацкого станка, на б) схема установки берда на брус.

Батанный механизм ткацкого станка содержит корпус 1, кулачок 2, контркулачок 3, установленные на главном валу 11. Ролики 4 и 5 шарнирно установлены в трехплечем рычаге 7 и контактируют с профилями (поверхностями) кулачков 2 и 3. Рычаг 7 установлен на батанном валу 6 шарнирно. Третье плечо рычага 7 соединен жестко с бруском 8. В продольный паз бруса 8 установлен бердо 10 посредством резиновой прокладки 9, имеющая сечение трапецеидальной форму. Упругие резиновые прокладки 9 изготовлены из маслостойкой марки резины.

Батанный механизм работает следующим образом. Вращательное движение кулачка 2 и спаренный с ним контркулачка 3 получают от главного вала 11. При этом трехплечий рычаг (толкатель) получает качательное движение за счет постоянного контакта роликов 4 и 5 с профилями кулачков 2 и 3. Это движение передается брусу (плечу 7 рычага 8 с бердом 10).

В рабочем режиме бердо 10 осуществляет прибой уточной нити. При этом за счет малой деформации резиновой прокладки 9 происходит некоторый выстой и колебание берда 10, что обеспечивает необходимой прибой уточной нити и позволяет получение ткани с необходимой плотностью.

Результаты полнофакторных экспериментов рекомендуемой конструкции составного берда батанного механизма

При оптимизации параметров технологических машин важным является использование полнофакторного эксперимента [3,4,5]. Поэтому были проведены полифакторные эксперименты для обоснования параметров рекомендуемого батанного механизма с составным бердом с амортизатором. При обосновании параметров в этом методе будут приведены минимальное количество экспериментов [6,7].

При этом учитывая основные влияния на процесс тканеформирования и крутящий момент на главном валу были выбраны следующие факторы:

- жесткость резинового амортизатора берда;
- частота вращения главного вала батанного механизма.

Входящие факторы:

при этом X_1 - жесткость резинового амортизатора, 10^3Н/м ;

X_2 – частота вращения главного вала, об/мин.

Значения входных факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Название фактора	Обозначение	Истинное значение фактора			Предел изменения
			-1	0	1	
1	Жесткость резинового амортизатора составного берда, 10^3Н/м .	X_1	0,7	1,0	1,3	0,3
2	частота вращения главного вала, об/мин.	X_2	500	600	700	100

Полученные результаты экспериментов были обработаны с использованием программы «регрессионный анализ». При этом оценки идентичности дисперсии был использован критерий примера, при оценки значений регрессионных коэффициентов использован критерий Стьюдента, адекватность регрессионной модели оценили по теории Фишера [4,5].

В качестве выходного фактора была принята прочность нити основы, определяющая качество получаемой ткани.

Для изучения влияния входящих факторов на качество получаемой ткани были проведены эксперименты. Эксперименты проводились При в трехкратной повторности. При количестве входных факторов 2, количество экспериментов будет $2^3=4$, количество повторности $m=3$, общее количество экспериментов составляет 8. Экспериментальные результаты выходного фактора и дисперсии приведены в таблице 2.

Таблица 2.

№	Входящие факторы		Выходной фактор Y_1		Y_{cp}
	X_1	X_2	Y_1	Y_2	
1	-	-	132,5	132,45	132,47
2	+	-	137,67	137,65	137,67
3	-	+	142,9	143,1	143,05
4	+	+	148,2	148,2	148,2

При обработке результатов эксперимента Y_{cp} среднее значение для каждого эксперимента, который определяется из выражения:

$$Y_{1cp} = \frac{Y_1 + Y_2}{2} = \frac{132.5 + 132.45}{2} = 132.47$$

С учетом средних значений Y_{cp} определяется дисперсия

$$S_1^2 = \frac{(Y_1 - Y_{1cp})^2 + (Y_2 - Y_{1cp})^2}{m - 1}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

№	Входящие факторы		Выходной фактор Y_1		Y_{cp}	S^2
	X_1	X_2	Y_1	Y_2		
1	-	-	132,5	132,45	132,47	0.0108
2	+	-	137,67	137,65	137,67	0.0100
3	-	+	142,9	143,1	143,05	0.0175
4	+	+	148,2	148,2	148,2	0.0133

Расчет граничных значений определяем с использованием статического критерия Смирнова-Грабса.

При этом максимальные и минимальных выходного фактора определяем, используя критерий Смирнова-Грабса (таблица 4).

Таблица 4.

№	Y_{max}	Y_{min}
1	132,5	132,3
2	137,69	137,5
3	143,15	142,5
4	148,4	148,2

Результаты получим используя формулы [6],

$$V_{R max} = \frac{(Y_{max} - Y_{cp})}{S^2} \cdot \sqrt{\frac{m}{m - 1}}$$

$$V_{R \min} = \frac{(Y_{cp} - Y_{min})}{S^2} \cdot \sqrt{\frac{m}{m-1}}$$

где, m - количество повторных экспериментов.

Здесь $Y_{cp} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_i = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_m}{m}$ среднее значение

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{m-1} = \sum_{i=1}^m (Y_i - Y_{cp})^2 = \frac{(Y_1 - Y_{cp})^2 + (Y_2 - Y_{cp})^2 + \dots + (Y_m - Y_{cp})^2}{m-1}$$

Полученные значения сопоставлены значениям V_T и представленных в специальной таблице (Рд вероятность доверительная)

$$V_T = 4,03$$

Проверка однородности дисперсии проверяется критерием Кохрена [7]:

$$G_R = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{n=1}^n S_u^2(y)} = 0,1339 \quad G_T = 0,94 \quad S_u^2 = 0,51$$

Учитывая, что $G_R < G_T$ дисперсии являются однородными.

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{Y=1}^n Y_{cp}^2 = \frac{Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2}{n} = 142,13$$

Коэффициенты линейных слагаемых

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{Y=1}^n X_{icc} Y_{cp}^2 = \frac{X_{i1} Y_1^2 + X_{i2} Y_2^2 + \dots + X_{in} Y_n^2}{n}$$

$$b_1 = \frac{1}{N} (x_{11} \bar{Y}_1 + x_{12} \bar{Y}_2 + x_{13} \bar{Y}_3 + x_{14} \bar{Y}_4) = 1,931$$

$$b_2 = \frac{1}{N} (x_{21} \bar{Y}_1 + x_{22} \bar{Y}_2 + x_{23} \bar{Y}_3 + x_{24} \bar{Y}_4) = 3,932$$

$$b_{13} = \frac{1}{N} (x_{11} x_{21} \bar{Y}_1 + x_{12} x_{22} \bar{Y}_2 + x_{13} x_{23} \bar{Y}_3 + x_{14} x_{24} \bar{Y}_4) = 0,2619$$

Тогда многофакторная регрессионная модель имеет вид:

$$Y_R = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2$$

$$Y_R = 142,13 + 1,971 x_1 + 3,932 x_2 + 0,2619 x_1 x_2$$

Для получения окончательной модели проверяем значимость коэффициентов.

Для этого используем критерии Стьюдента:

$$S(b_1) = \sqrt{\frac{1}{N} S^2(\bar{y})} = 0,0219117$$

$$S^2(\bar{y}) = \frac{1}{Nm} \sum_{n=1}^n S_u^2(y) = 0,003612$$

При этом рассчитываем значения:

$$t_R(b_1) = \frac{|b_1|}{S(b_1)} = 96,312$$

$$t_R(b_2) = \frac{|b_3|}{S(b_1)} = 211,9181$$

$$t_R(b_{12}) = \frac{|b_{12}|}{S(b_1)} = 8,3421$$

Табличные значения критерия Стьюдента:

$$t_T[P_D = 0,95; f = 4 \cdot (2 - 1)4] = 1,09$$

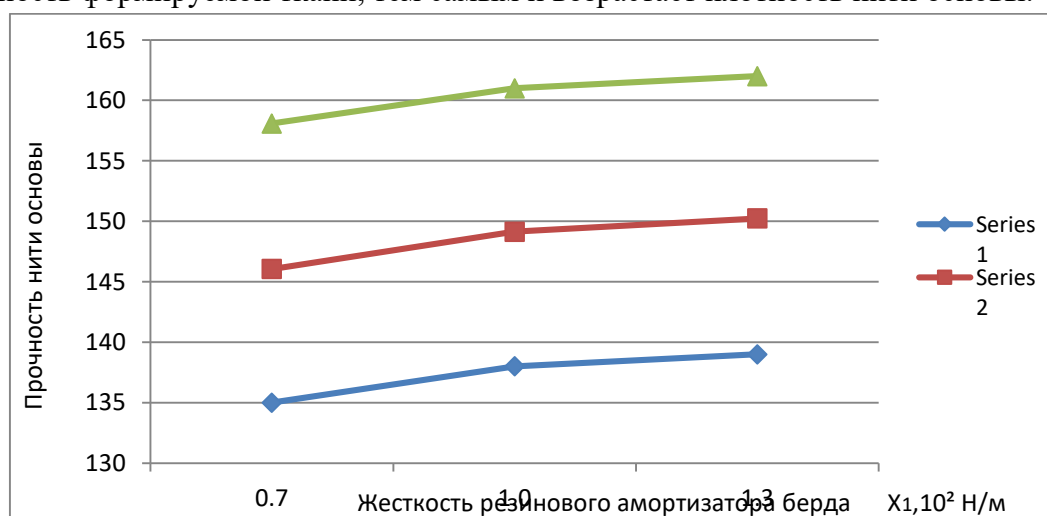
Регрессионные уравнения имеют вид:

$$Y_R = 142,13 + 1,971x_1 + 3,932x_2 + 0,2619x_1x_2$$

Согласно полученного регрессионного уравнения были построены графики зависимости выходного фактора от изменения входящих факторов, которые представлены на рис. 2 построенных графиков показывают, что с увеличением частоты вращения главного вала плотность основы возрастает (рис.2, б-графики). Так, при жесткости резинового амортизатора составного берда $0,7 \cdot 10^3$ Н/м при частоте вращения главного вала 700 об/мин прочность нити основы доходит до 163,2, а при жесткости амортизатора берда $1,3 \cdot 10^3$ Н/м, прочность снижается до 151,8. Это объясняется тем, что при увеличении частоты вращения главного вала возрастает плотность формирования ткани, тем самым и возрастает прочность нити основы.

Анализ построенных графиков показывает, что при минимальных значениях x_2 прочность нити основы возрастают показатели закономерности и при $x_1 = 1,3 \cdot 10^3$ Н/м доходит до 162,5. При увеличении частоты вращения главного вала батанного механизма до 700 об/мин, прочность нити основы максимально доходит до 137,6 (рис. 2, а – графики).

На рис. 2 б приведены. Анализ построенных графиков показывают, что с увеличением частоты вращения главного вала, плотность основы возрастает (см. рис.2, б – графики). Так при жесткости резинового амортизатора составного берда $0,7 \cdot 10^3$ Н/м при частоте вращения главного вала 700 об/мин, прочность нити основы доходит до 163,2, а при жесткости амортизатора берда $1,3 \cdot 10^3$ Н/м, прочность снижается до 151,8. Это объясняется тем, что при увеличении частоты вращения главного вала возрастает плотность формируемой ткани, тем самым и возрастает плотность нити основы.



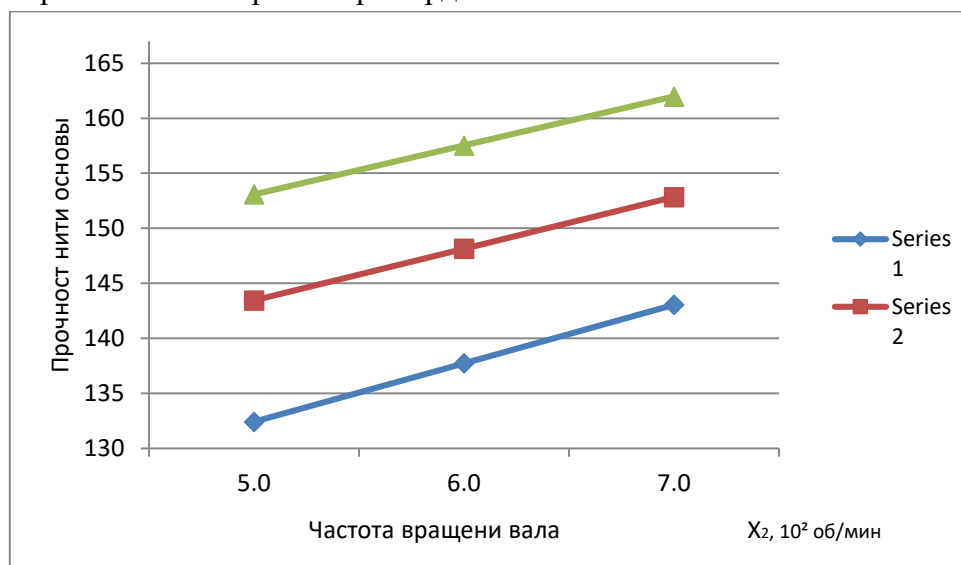
а)

Δ - $X_2=500$ об/мин

□ - $X_2=600$ об/мин

◇ - $X_2=700$ об/мин

а) Графическая зависимость изменения прочности основы ткани от изменения жесткости резинового амортизатора берда батанного механизма



б)

Δ - $X_1=0,7 \cdot 10^3$ Н/м

□ - $X_1=1,0 \cdot 10^3$ Н/м

◇ - $X_1=1,3 \cdot 10^3$ Н/м

а) Графическая зависимость изменения прочности основы ткани от изменения частоты вращения главного вала батанного механизма с составным бердом

Рис. 2. Графические зависимости изменения прочности основы ткани от изменения жесткости резинового амортизатора и частоты вращения главного вала.

Выводы: Рекомендована совершенствованная конструктивная схема механизма батана с составным бердом. Получены наилучшие параметры берда на основе полнофакторных экспериментов.

Литература:

1. Джураев А.Д., Дремова Н. В., Мадрахимов Ш.Х., Унирова С.И. , Батанный механизм ткацкого станка. Патент IAP 06731 Бюллетень № 2 2022г.
2. Дремова, Н. В., Ахмедбекова, А. В., & Ортиков, О. А. (2022). Исследование параметров малых колебаний батанного механизма ткацкого станка. *Science and Education*, 3(5), 533-538.
3. Аляндин П.А. Новорадовская Т.С. Планирование и анализ исследовательского эксперимента применительно к легкой промышленности, М.: «Легкая промышленности», 1989, стр 59
4. Техомиров В.Б. Физико-технические основы получения нетканых материалов, М.: «Легкая индустрия». 1989, стр 59.

5. Отраслевая методика определения экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. ММ-1,41153-83/НИАТ.-Н.НТТЭ 1986, 295 с.
6. «Методические рекомендации по расчету экономической эффективности нового и модернизированного оборудования. Дополнение к Отраслевой методике по определению экономической эффективности использования новой техники изобретений, и рационализаторских предложений. - М.:Н.НТТЭ 1989»
- 7.Тихомиров В.Б.. Планирование и анализ эксперимента при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности. М.: Легкая индустрия. 1974 г. стр. 14.