

FULL-FACTORY EXPERIMENTAL STUDIES

Dilrabo Mamatova

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Abbosjon Nematov

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Khosiyat Nurullayeva

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

E-mail: mda4580@inbox.ru**Annotation**

The article presents the results of full-factorial experiments to optimize the parameters of the belt drive, as well as the results of production tests of the cleaning machine, the drive of which uses the recommended belt drive. Full-factorial experiments substantiated the values of the frequency of rotation of the peg drum, the eccentricity of the tension roller and the stiffness coefficient of the elastic element, which provides a high cleaning effect.

Keywords: Raw cotton cleaner, fine and coarse litter, peg and saw drums, belt drive, compound tension roller, rubber, bushing, cleaning effect, full-factorial.

Введение

Целью экспериментального исследования является изучение действий параметров ременной передачи с переменными параметром, установленных передаточному механизму колкового барабана очистителя хлопка от мелкого сора 1ХК. Целесообразным считается проведение экспериментальных исследований с учетом выбора частоты вращения, определяющего основной работы колкового барабана и устанавливающих параметров рабочих органов передаточного механизма, т.е. эксцентриситета натяжного ролика и коэффициентов упругих элементов в составе ролика. В результате теоретических поисков, за счет деформации резин, колковый барабан двигаясь в необходимом переменном режиме улучшает очистку хлопка от мелкого сора. К задачам проведенных экспериментальных исследований входила эффективности работы, определяющей показатель работы. Для получения приемлемости технологических процессов диктует необходимости глубокого изучения этих процессов и правильного выбора действующих параметров.

В результате теоретических и экспериментальных исследований рекомендуемая ременная передача применена в передаточном механизме хлопкоочистительной машины УХК (1ХК) [1]. При применении новой конструкции ременной передачи с переменным передаточным отношением, установленной в передаточном механизме хлопкоочистительной машины от мелкого сора с целью уменьшения количества экспериментов, в экспериментальных исследованиях использовали математическое планирование экспериментов [2].

При этом в качестве факторов, влияющих хлопкоочистительный процесс приняты: частота вращения колкового барабана; эксцентриситет эластичного элемента; изменение упругости эластичного элемента (резина) составного натяжного ролика. Эти факторы, или входные факторы, влияющие к очистительному процессу были закодированы.

При этом x_1 -частота вращения колкового барабана, об/мин; x_2 -эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом, мм; x_3 -коэффициент упругости эластичного элемента (резины), Н/м. Значения выходных факторов приведены в таб.1.Среды входящих факторов, фактор x_3 был учтен на основе научных поисков.

Результаты полнофакторных экспериментов

Эксперименты проведены в хлопкоочистительном агрегате, в приводе которого была использована рекомендуемая ременная передача. Из проведенных экспериментальных исследований было известно, что применение эластичного элементе влияло очистительному эффекту. В таблице 1 представлены интервалы изменения входных факторов [3,4,5].

Таблица 1 Границы факторов и интервалы их изменения

Название факторов	Кодирование знаков	Настоящие значение факторов					Интервал изменения
		-1,682	-1	0	+1	+1,682	
Частота вращения колкового барабана, об/мин	X_1	387	400	440	480	507	40
Эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом, мм	X_2	0,36	1	3	5	6,4	2
Коэффициент упругости эластичного элемента (резины), Нм/рад	X_3	84	100	150	200	234	50

Для проведения эксперимента были выбраны три типа эластичности резины. В качестве нижнего значения выбран 84 Нм/рад, верхнего -234Нм/рад. При этом (150÷200) Нм/рад была наблюдаема хорошая эффективность. В факторы x_2 -эксцентриситета натяжного ролика в качестве значения была выбрана 1 мм, верхнего -5 мм.

Таким образом, были приняты три фактора, влияющих на очистительный процесс.

В качестве выходного фактора-был принят очистительный эффект и его настоящей знак был отмечен буквой у. Экспериментальные результаты и дисперсии выходного параметре приведены в табл.2.

На основе матрицы планирования в каждом условии были проведены три повторных экспериментов. При этом количество экспериментов определялись по следующему выражению

$$N = 2^k + 2k + n_0 = 2^3 + 6 + 6 = 20, \quad (1)$$

где N – количество экспериментов; k – количество факторов; n_0 – количество экспериментов при среднем значении.

Полученные расчеты средне арифметического значения повторных значений очистительного эффекта, были введены в последнюю столбцу табл.2. При этом среднее арифметические значения определялись из следующего выражения

$$\bar{Y} = \frac{Y_{i1} + Y_{i2} + Y_{i3}}{3}. \quad (2)$$

На общих основаниях переходим от естественных значений факторов к кодированному. Для получения регрессионного модуля, выражающего стационарного уровня проводится центральный композиционный эксперимент, планированный по следующей матрицы.

Таблица 2 Матрица планированная центрального композиционного эксперимента

U	X ₁	X ₂	X ₃	(X ₁) ²	(X ₂) ²	(X ₃) ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	\bar{Y}_u
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	36,50
2	+	+	-	+	+	+	+	-	-	35,06
3	+	-	+	+	+	+	-	+	-	40,56
4	+	-	-	+	+	+	-	-	+	37,50
5	-	+	+	+	+	+	-	-	+	35,53
6	-	+	-	+	+	+	-	+	-	34,90
7	-	-	+	+	+	+	+	-	-	39,53
8	-	-	-	+	+	+	+	+	+	35,06
9	-1,68	0	0	2,822	0	0	0	0	0	35
10	1,68	0	0	2,822	0	0	0	0	0	41,1
11	0	-1,68	0	0	2,822	0	0	0	0	38,9
12	0	1,68	0	0	2,822	0	0	0	0	35,2
13	0	0	-1,68	0	0	2,822	0	0	0	39,2
14	0	0	1,68	0	0	2,822	0	0	0	39,9
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,8
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,2
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,8
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,6
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,3
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,9

На основании таблицы, используя выше приведенных формул для определения коэффициентов регрессии находим следующие значений

$$\sum_1^{20} Y = 772,54 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_1 Y = 14,85 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_2 Y = -16,88 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_3 Y = 10,75 \quad ;$$

$$\sum_1^{20} x_{13} Y = -0,6 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_{23} Y = -5,46 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_{11}^2 Y = 509,4 \quad ; \quad \sum_1^{20} x_{22}^2 Y = 504,6 \quad ;$$

$$\sum_1^{20} x_{33}^2 Y = 517,9 \quad ; \quad \sum_1^3 \sum_1^{20} x_{ij}^2 Y_j = 884,92$$

Теперь составляем регрессионные уравнения и рассчитываем коэффициентов регрессии.

Регрессионные уравнения:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 \quad (3)$$

Потом определяем коэффициентов регрессии:

$$b_0 = a_1 \sum_{j=1}^N y_j - a_2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 y_j = 0,1663 \cdot 772,54 - 0,0568 \cdot (509,4 + 504,6 + 517,9) = 41,46 ;$$

$$b_1 = a_3 \sum_{j=1}^N x_1 y_j = 0,0732 \cdot 14,85 = 1,087 ; \quad b_2 = a_3 \sum_{j=1}^N x_2 y_j = 0,0732 \cdot (-16,88) = -1,23 ;$$

$$b_3 = a_3 \sum_{j=1}^N x_3 y_j = 0,0732 \cdot 10,75 = 0,78 ; \quad b_{12} = a_4 \sum_{i=1}^{20} x_{1j} y_i = 0,125 \cdot (-2,34) = -0,29 ;$$

$$b_{13} = a_4 \sum_1^{20} x_{13} y = 0,125 \cdot (-0,6) = -0,075 ; \quad b_{23} = a_4 \sum_1^{20} x_{23} y = 0,125 \cdot (-5,46) = -0,68 ;$$

$$b_{11} = a_5 \sum_1^{20} x_{11}^2 y + a_6 \sum_1^3 \sum_1^{20} x_{ij}^2 y - a_7 \sum_1^{20} y = 0,0625 \cdot 509,4 + 0,0069 \cdot (509,4 + 504,6 + 517,9) -$$

$$- 0,0568 \cdot 772,54 = -1,47$$

$$b_{22} = a_5 \sum_1^{20} x_{22}^2 y + a_6 \sum_1^3 \sum_1^{20} x_{2u}^2 y_u - a_7 \sum_1^{20} y_u = 0,0625 \cdot 504,6 + 0,0069 \cdot (509,4 + 504,6 + 517,9) -$$

$$- 0,0568 \cdot 772,54 = -1,77$$

$$b_{33} = a_5 \sum_1^{20} x_{33}^2 y + a_6 \sum_1^3 \sum_1^{20} x_{3u}^2 y - a_7 \sum_1^{20} y = 0,0625 \cdot 517,9 + 0,0069 \cdot (509,4 + 504,6 + 517,9) -$$

$$- 0,0568 \cdot 772,54 = -0,94$$

Исходя из расчетов, регрессионные уравнение имеет следующий вид:

$$Y = 41,46 + 1,087x_1 - 1,23x_2 + 0,78x_3 - 0,29x_1x_2 - 0,075x_1x_3 - 0,068x_2x_3 - 1,47x_1^2 - 1,77x_2^2 - 0,94x_3^2 \quad (4)$$

Значения выходного фактора, определенные решением регрессионного уравнения приведены в таблице 3.

Таблица 3 Значения выходного параметра, полученные решением регрессионного уравнения

№	\bar{Y}_i	Y_{Ri}	$\bar{Y}_i - Y_{Ri}$	$(\bar{Y}_i - Y_{Ri})^2$
1	36,50	37,5	-1	1
2	35,06	36,79	-1,73	2,993
3	40,56	40,66	-0,1	0,01
4	37,50	36,94	0,56	0,314
5	35,53	36,05	-0,52	0,27
6	34,90	34,34	0,56	0,314
7	39,53	38,06	1,47	2,16
8	35,06	36,22	-1,16	1,34
9	35	36,57	-1,57	2,46
10	41,1	40,22	0,88	0,77
11	38,9	38,54	0,36	0,13
12	35,2	35,24	-0,04	0,0016
13	39,2	37,5	1,7	2,89
14	39,9	40,12	0,019	0,0004
15	41,8	41,46	0,34	0,12
16	41,2	41,46	-0,26	0,068
17	40,8	41,46	-0,66	0,43
18	41,6	41,46	0,14	0,02
19	41,3	41,46	-0,16	0,026
20	41,9	41,46	0,44	0,19
Общий:				15,507

Рассчитываем дисперсию выходного параметра

$$S^2\{Y\} = \frac{\sum_{i=1}^6 (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1} = \frac{0,854}{6 - 1} = 0,17$$

Используя вышеприведенных выражений определяются дисперсии регрессионных коэффициентов:

$$|S\{b_0\}| = \sqrt{S^2\{b_0\}}; \quad S^2\{b_0\} = a_1 \cdot S^2\{Y\} = 0,1663 \cdot 0,17 = 0,028; \quad S\{b_0\} = 0,17;$$

$$|S\{b_i\}| = \sqrt{S^2\{b_i\}}; \quad S^2\{b_i\} = a_3 \cdot S^2\{Y\} = 0,0732 \cdot 0,17 = 0,012;$$

$$S\{b_i\} = 0,11; \quad |S\{b_{ij}\}| = \sqrt{S^2\{b_{ij}\}}; \quad S^2\{b_{ij}\} = a_4 \cdot S^2\{Y\} = 0,125 \cdot 0,17 = 0,021;$$

$$S\{b_{ij}\} = 0,14;$$

$$|S\{b_{ii}\}| = \sqrt{S^2\{b_{ii}\}}; \quad S^2\{b_{ii}\} = a_5 \cdot S^2\{Y\} = 0,0625 \cdot 0,17 = 0,01; \quad S\{b_{ii}\} = 0,1.$$

При помощи критерия Стьюдента проверяется значимость коэффициентов регрессии для определенных коэффициентов регрессии. Определяем расчетных значений критерия Стьюдента

$$t_R\{b_0\} = \frac{|b_0|}{S\{b_0\}} = \frac{41,46}{0,17} = 243,9; \quad t_R\{b_1\} = \frac{|b_1|}{S\{b_1\}} = \frac{1,087}{0,11} = 9,9;$$

$$t_R\{b_2\} = \frac{|b_2|}{S\{b_i\}} = \frac{1,23}{0,11} = 11,18; \quad t_R\{b_2\} = \frac{|b_2|}{S\{b_i\}} = \frac{0,78}{0,11} = 7,1;$$

$$t_R\{b_{12}\} = \frac{|b_{12}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,29}{0,14} = 2,07; \quad t_R\{b_{13}\} = \frac{|b_{13}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,075}{0,14} = 0,54;$$

$$t_R\{b_{23}\} = \frac{|b_{23}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,068}{0,14} = 0,49; \quad t_R\{b_{11}\} = \frac{|b_{11}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{1,47}{0,1} = 14,7;$$

$$t_R\{b_{22}\} = \frac{|b_{22}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{1,77}{0,1} = 17,7; \quad t_R\{b_{33}\} = \frac{|b_{33}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{0,94}{0,1} = 9,4.$$

Расчетные значения критерия Стьюдента сопоставлены выбранными табличными значениями. В этих условиях должен быть выполнен следующее требование

$$t_p > t_m, \quad t_m [P_D = 0,95; f\{S_M^2\} = 6 - 1 = 5] = 2,57 \quad (5)$$

Если, заданное требование выполняется, то расчетные коэффициенты считаются значимыми, в обратном случае, если требование не выполняется, этот коэффициент регрессии считается не значимым и в дальнейших расчетах не участвует. Исходя из результатов расчетов, так как значения $t_{Rb_{12}}$, $t_{Rb_{13}}$ и $t_{Rb_{23}}$ меньше от табличных значений, то они считаются незначимым, остальные значения коэффициентов являются значимыми и следующие расчеты продолжают.

При этом регрессионное уравнение имеет вид:

$$Y = 41,46 + 1,087x_1 - 1,23x_2 + 0,78x_3 - 1,47x_1^2 - 1,77x_2^2 - 0,94x_3^2; \quad (6)$$

Полученное регрессионное уравнение на основании критерия Фишера проверяется на адекватность. Расчетное значение критерия Фишера определяется из следующего выражения

$$F_R = \frac{S_{ad}^2(Y)}{S^2(Y)}; \quad (7)$$

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_1^{20} (y_u - \bar{y}_0)^2 - \sum_1^6 (y_{oi} - \bar{y}_0)^2}{20 - 6 - 5} = \frac{0,44 - 0,377}{9} = 0,005; \quad (8)$$

$$F_{расч} = \frac{S_{ad}^2}{S_{\{y\}}^2} = \frac{0,005}{0,079} = 0,074. \quad (9)$$

При сопоставлении табличного значения критерия Фишера F_m с расчетными значением F_p условие $F_p = 0,074 < 3,48 = F_m$ выполнено и определена адекватности меры. Табличное значение критерия Фишера получим по следующему требованию из приложения

$$F_m [P_d = 0,95; f \{S_{над}^2 \{Y\}\} = 20 - 6 - (6 - 1) = 9; f \{S_M^2\} = 6 - 1 = 5] = 3,48 \quad (10)$$

Следовательно, выбранный регрессионный модель считается адекватным и его можно использовать в следующих исследованиях.

Регрессионные коэффициенты в регрессионном уравнении имеют большого значение при характеристики выходного фактора.

Если значение регрессионного коэффициента входного фактора будет большим, то влияние этого фактора к выходному фактору будет считаться большим. Противоположно, если значение коэффициента будет маленьким, то влияние тоже будет небольшим. Знаки перед коэффициентами указывают как они действуют, т.е. если знак (+) положительное влияние значению выходного фактора, если (-) то влияние отрицательное.

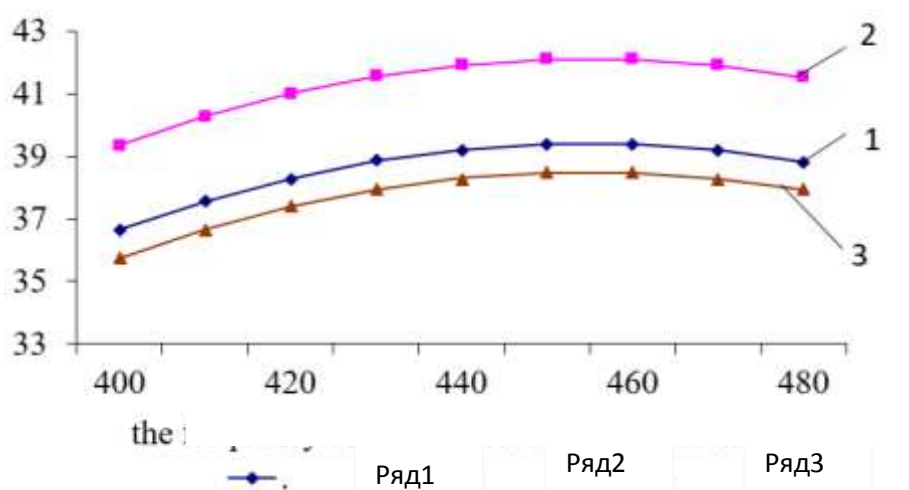


Рис.1. График изменения очистительного эффекта в зависимости от частоты вращения колкового барабана

В целях ясности исследования, численное решение уравнений выполнено на ЭВМ с применением программы EXCEL и получены графические зависимости параметров (рис.1,2,3).

Графики, построенные на основании регрессионных уравнений показывают, что изменение частоты вращения колкового барабана влияет на очистительную эффективность хлопка сырца. В графике 1 приведено влияние входных параметров при нежных значениях $x_{\Sigma}=1\text{мм}$ и $x_{\gamma}=100\text{ Нм/рад}$ на очистительный эффект хлопка. При частоте вращения колкового барабана 400 об/мин очистительный эффект составил 36,6%, наблюдается, что при дальнейшем увеличении частоты вращения очистительный эффект тоже увеличился. Когда частота вращения колкового барабана была 456 об/мин, был достигнут наибольший очистительный эффект 39,2%. При увеличении частоты вращения от 456 об/мин до 480 об/мин очистительный эффект снижается до 38,8%.

На графике 2 приведены результаты изменения очистительного эффекта в зависимости от входных факторов при их значений $x_{\Sigma}=3\text{мм}$ и $x_{\gamma}=150\text{ Нм/рад}$. При частоте вращения колкового барабана 400 об/мин очистительный эффект составлял 38,9%. При дальнейшем увеличении частоты вращения очистительный эффект тоже увеличивается. Когда частота вращения колкового барабана была 456 об/мин, очистительный эффект был наибольшим и составлял 41,8%. При увеличении частоты вращения до 480 об/мин очистительный эффект снижался и составлял 41,1%.

В графике 3 приведены результаты изменения очистительного эффекта в зависимости от входных параметров при наибольших значениях $x_{\Sigma}=5\text{мм}$ и $x_{\gamma}=200\text{ Нм/рад}$. При этом, когда частота вращения колкового барабана была 400 об/мин очистительный эффект был самый низкий и составлял 35,8%, при дальнейшем увеличении частоты вращения колкового барабана очистительный эффект тоже увеличивался. При частоте вращения 456 об/мин очистительный эффект увеличивался до 38,7%. При увеличении частоты вращения до 480 об/мин очистительный эффект составлял 38%.

Анализ графика 1 показывает, что при частоты вращения 456 об/мин очистительный эффект доходил до наибольшего значения 41,8%.

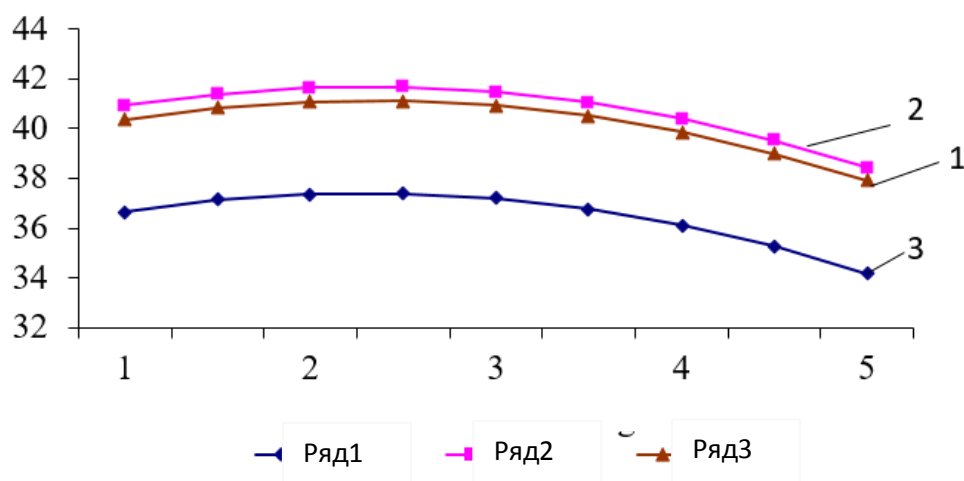


Рис.2. График изменения очистительного эффекта в зависимости от эксцентриситета натяжного ролика с упругим элементом

Влияние эксцентриситета натяжного ролика с упругим элементом на очистительный эффект можно видеть из графической зависимости. На графике 1 приведены результаты

влияния входных параметров при следующих нижних значениях $x_1=400$ об/мин и $x_3=100$ Нм/рад на очистительная эффект. Из графиков видно, что когда эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом был 1 мм очистительный эффект был 40,1%, при нижних значения входных параметров, когда эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом равнялся 2,5 мм очистительный эффект достиг наибольшего значения 39,9%. При увеличении эксцентриситета натяжного ролика с упругим элементом от 2,5 мм до 5 мм очистительный эффект начал уменьшаться. Когда эксцентриситет ролика достиг 5 мм, очистительный эффект составлял 38%.

Влияние входных параметров при средних значениях $x_1=440$ об/мин и $x_3=150$ Нм/рад можно виде из графика 2. При этом, когда эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом был 1 мм очистительный эффект составлял 40,9%, при увеличении эксцентриситета ролика до 2,5 мм очистительный эффект тоже увеличивался до 41,8 % и наблюдался наибольший очистительный эффект. При увеличении эксцентриситета ролика от 2,5 мм до 5 мм очистительный снижался до 38,6%.

Влияние наибольших значений $x_1=450$ об/мин и $x_3=200$ Нм/рад на очистительный эффект приведено на графике 3. Если эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом был 1 мм очистительный эффект составлял 36,5%, при увеличении эксцентриситета ролика до 2,5 мм очистительный эффект тоже увеличился и был достигнут максимального значения, при увеличении эксцентриситета ролика от 2,5 мм на до 5 мм очистительный эффект начал уменьшаться. Когда эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом равнялся 5мм очистительный эффект был самым низким и составлял 34,2%.

Когда коэффициент упругости эластичного элемента равнялся 100Нм/рад очистительный эффект был низким и составлял 36,5%. При увеличении коэффициента упругости эластичного элемента очистительный эффект начал повышается. Когда коэффициент упругости увеличился на 175 Нм/рад очистительный эффект достигался до 38,4%. При дальнейшем увеличении коэффициента упругости до 200 Нм/рад очистительный эффект немного снизился и составил 38,1%.

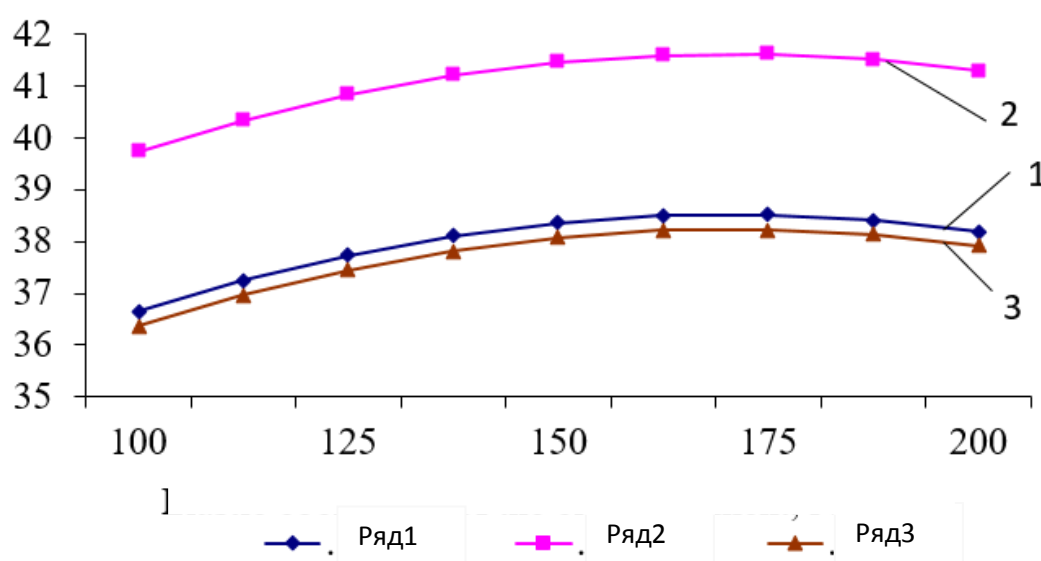


Рис. 3. Влияние изменения коэффициента упругости эластичного элемента на очистительный эффект можно видеть из графиков

На графике 3 приведен характер изменения очистительного эффекта в зависимости от входных факторов, значения которых $x_1=400$ об/мин и $x_2=1$ мм. На графике 2 приведены результаты изменения очистительного эффекта при средних значениях входных факторов $x_1=440$ об/мин и $x_2=3$ мм. При значении коэффициента упругости 100 Нм/рад очистительный эффект был низким и составил 39,8%. При дальнейшем увеличении коэффициента упругости очистительный эффект повысился. Когда коэффициент упругости равнялся 175 Нм/рад очистительный эффект поднялся до 41,8%. Однако, в дальнейшем увеличении коэффициента упругости до 210 Нм/рад очистительный эффект снизился и составлял 41,3%.

На графике 3 приведены зависимости изменения очистительного эффекта при высоких значениях входных факторов: $x_1=480$ об/мин и $x_2=100$ Нм/рад очистительный эффект был низким и составлял 36,4%. При увеличении коэффициента упругости до 175 Нм/рад очистительный эффект тоже повысился и при данном коэффициенте упругости эластичного элемента получен наибольший очистительный эффект. Анализ графических данных показывает, что при увеличении коэффициента упругости до 200 Нм/рад очистительный эффект снизился и дошел до 36%.

Из вышеизложенных следует, что коэффициент упругости эластичного элемента влияет на очистительный эффект. Наибольший очистительный эффект был достигнут при коэффициенте упругости 175 Нм/рад и это значение является оптимальным [6,7,8].

Выводы

На основе из полнофакторных экспериментов следует, что при использовании очистительных машин с рекомендуемыми параметрами можно достиг высокий очистительный эффект. Следовательно, найдены оптимальные значения параметров очистительной машины: частота вращения колкового барабана 456 об/мин, эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом 2,5 м, коэффициент упругости эластичного элемента 175 Нм/рад. При этих параметрах достигнут наибольший очистительный эффект, который составлял 41,8%.

Список использований литературы

1. А.Ж.Джураев, Д.А.Маматова “Разработка конструктивных схем и методы расчета ременных передач с переменными параметрами”, Монография-Ташкент.: “Наука и технология”, 2019, -с. 232.
2. Маматова Д.А., Джураев А. The basis of theoretical parameters in belt drive with variable transmission ratio International journal of advanced research in science, engineering and technology. India, Volume 5, Issue 9, September 2018. pp. 6770-6777.
3. D.A. Mamatova, A. Djuraev, “Analysis of Changes in Tension in Leading Branch Belt Drive”, Journal of Textile Science & Engineering The USA 2017, OMICS Group ISSN: 2165-8064 Volume 7, Issue 1, pp. 1-3.
4. D.A. Mamatova, A. Djuraev, “Analysis of Belting Stiffness Transmission Impact on Rotating Mass Motion Law of Technological Machines”, Journal of Machinery Manufacturing and Automation (JMMA) China. 2016, Vol.Iss.1, pp.15-20.

5. D.A. Mamatova, A. Djuraev “The analysis of change belt tension in the slack side of belt transmission”, European Science Review Austria. "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. No. 1-2, 2017, pp.204-207.
6. D.A. Mamatova, A. Djuraev Theoretical definition of the stiffness of the composite element of the composite driven pulley of the transmission. European Applied Sciences Europaische fachhochschule #9 Germany-2015, pp. 40-42.
7. Эргашов М, Дремова Н В, Нуруллаева Х Т Методика оценки влияния взаимодействия и отражения продольных волн от поверхности рабочего органа Universum 2021 5(86_3), с.501-53.
8. Джураев, РН Таджибаев, ХТ Нуруллаева, З Тошбоев. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала, патент IAP № 03338.