

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ОЧИСТИТЕЛЯ С НОВОЙ КОМПАНОВКОЙ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Д. А. Маматова,

А. К. Нематов

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Аннотация

Приведены результаты полнофакторных экспериментов конструкции очистителя с новой компоновкой приводных механизмов. В статье приведены результаты производственных испытаний рекомендуемой конструкции очистителя хлопка с новой компоновкой приводных механизмов, включающие ременные передачи с переменными передаточными отношениями (ППО).

Ключевые слова: Очиститель хлопка-сырца, мелкий и крупный сор, колковый и пильный барабаны, ременная передача, натяжной составной ролик, резина, втулка, эффект очистки, полнофакторный.

Введение

Известно, что существующий агрегат УХК имеет трехступенчатую зону очистки хлопка от крупного и мелкого сора, общее количество рабочих органов составляет 32. При этом, имеются 15 невзаимосвязанные кинематические цепи. Следовательно, в агрегате УХК применялись 15 электродвигателей, их движения не были взаимосвязаны [1,2,3]. Следует отметить, что анализ приведенных кинематических цепей показывает разность нагруженности каждого рабочего органа, т.е. разнообразия характера изменения угловых скоростей несмотря последовательности технологического процесса. При этом каждый рабочий орган кинематически оторваны друг от друга, т.е. линейная скорость движения в рабочих органах умножаются и расширение происходит последовательно. В свою очередь это приводит поврежденности волокон и семян, при движении хлопка их накоплению и застреванию. С целью ликвидации этих нежелательных явлений уменьшение кинематических цепей, обеспечение взаимосвязанности законов движения каждого рабочего органа являются важными. В рекомендуемой кинематической схеме нового привода количество основных кинематических цепей уменьшены до трех. При этом движение валов щеток рассмотрено автономно. Следовательно, в новой кинематической схеме агрегата УХК движение передают только 3 электродвигатели. При этом законы движения рабочих органов в каждой секциях очистки крупного и мелкого сора выбраны соответствующими потоку движения хлопка (рис.1).

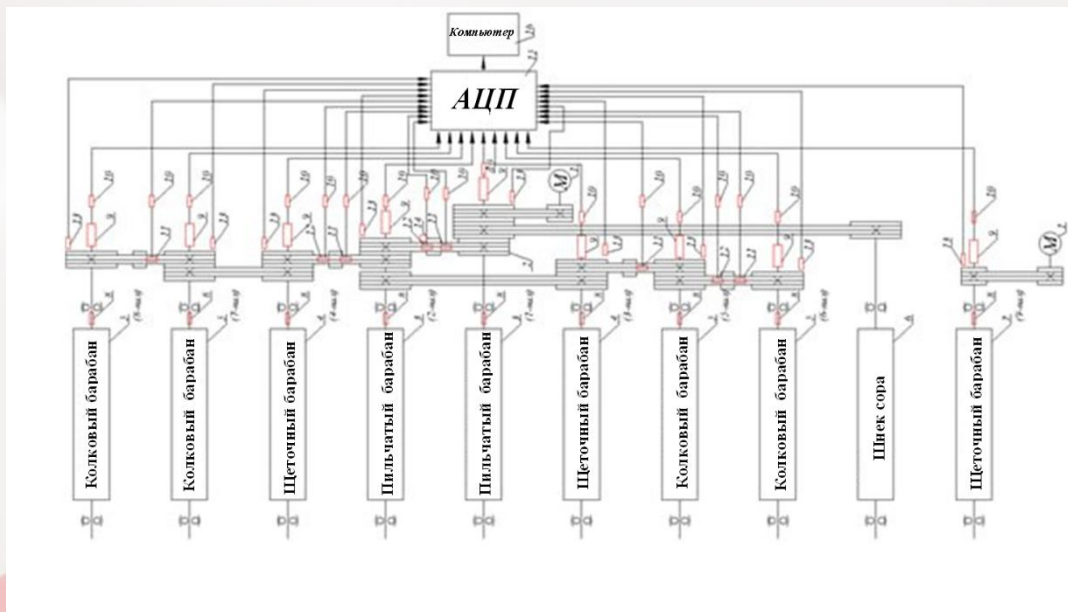


Рис 1, а. Рекомендуемая схема очистительной секции

1-электродвигатель, 2-ременная передача, 3-пильчатый барабан (валы 1-2),

4-щеточный барабан (валы 3-4), 5-колковый барабан (валы 5-6-7-8)

6-шнек сора 7-щеточный барабан (вал-9) 8-тензорезистор марки ВНФ350-3НА наклеенный на вал, 9- токосъёмник марки MSC-22-04А, 10-датчик (усилитель) марки XFW-HX711, 11- тензорезистор марки BF1000 наклеенный натяжного ролика, 12- датчик марки I2CПС 3-5В, (флюоресцентный модуль датчика расстояний) 13- датчик Холла марки LM393 ролика, 14-демпфер марки VAG 03C145299Q натяжного ролика, 15-микроконтроллер марки Arduino (АЦП) UNO R3, 16-компьютер

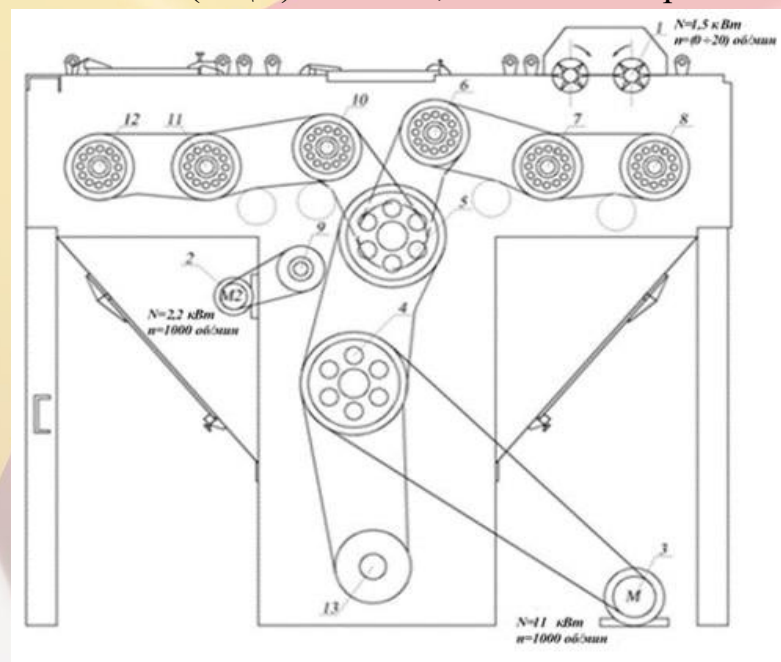


Рис. 1, б. Кинематическая схема бокового вида очистителя хлопка с новой компоновкой привода

В машине для очистки хлопка от крупного и мелкого сора типа УХК установлены 3 электродвигатели, которые имеют мощность 1.5кВт, 2.2 кВт и 11кВт. Задача электродвигателя мощностью 1.5кВт является передача движения питающим валикам. При этом электродвигатель соединена источнику при помощи устройства инвентора. Электродвигатель мощностью 2.2кВт приводить в движение только отделительной щётки 9. Задача электродвигателя мощностью 11кВт является передача движений остальным рабочим органом агрегата. При этом движение передается нижнему пыльчатому барабану 4, от него верхнему пыльчатому барабану 5 и шнеку сора 13 (рис.1,б). Верхний пыльчатый барабан 5, одновременно, приводить в движение направляющих щёточных барабанов 6 и 10 в отдельности. Левый щёточный барабан 10 приводить в движение колкового барабана 11 и движение от него передаётся последовательно колковому барабану 12. Движение передаемое правому щёточному барабану 6 таким образом передаётся колковым барабанам 7, 8. На рис. 1.7, а приведена кинематическая схема хлопкоочистительного агрегата УХК с рекомендуемым механизмом привода, а на рис. 1.7, б приведен вид спереди этой кинематической схемы. Следует отметить, что почти все рабочие органы кинематически взаимосвязаны. Вместе с тем, в ременных передачах применены эксцентричные натяжные ролики. При этом они влияют на законы изменения угловых скоростей соответствующих рабочих органов, ускоряют очистительный процесс. Соответствующие ведомые шкивы изготовлены составными. Они выполняют свойства упругой муфты, позволяют гашение колебаний крутящих моментов соответствующих частях кинематической цепи. В свою очередь это приводит к уменьшению нагруженности опор и расхода мощности [4].

Анализ результатов полнофакторных экспериментальных исследований. Приемлемые значения режимов работы и параметров определены использованием метода математического планирования многофакторных экспериментов [5]. Для проведения исследования эксцентриситеты натяжных роликов входных и выходных ременных передач и производительность выбраны в качестве факторов, влияющих на эффективность очистки и коэффициента неравномерности вращения. Основываясь вышеприведенных теоретических исследований и одно факторных экспериментов уровень отмеченных факторов и значения промежуточных изменений обозначены в таблице.1.

таблица.1 Уровни факторов и интервал их изменения

Факторы и их обозначения	Единица измерения	Факторы				
		Кодированное обозначение	Интервал изменения	Уровни		
				нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
Производительность	т/с	X_1	2	5	7	9
Эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи входного колкового барабана	Мм	X_2	1	1,5	2,5	3,5
Эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи выходного колкового барабана	Мм	X_3	0,5	0,5	1,0	1,5

Рассматривая влияние факторов в критерий оценки освещающий полином второй степени, эксперименты проводились по плану Харт-3. При проведении полнофакторных экспериментов в качестве критерия оценки приняты эффективность очистки хлопка ($Y_1, \%$) и коэффициент неравномерности вращения ($Y_2, \%$). План проведения многофакторных экспериментов и их результаты приведены в таблице 2.

таблица. 2 План проведения многофакторных экспериментов и их результатов

X_1	X_2	X_3	Y_1			Y_2		
			1	2	3	1	2	3
-1	-1	-1	+87.910	+87.930	+87.360	+0,0192	+0,0190	+0,0192
+1	-1	-1	+87.880	+88.480	+87.930	+0,0074	+0,0073	+0,0074
-1	+1	-1	+89.800	+89.940	+89.390	+0,0263	+0,0262	+0,0264
+1	+1	-1	+88.330	+88.260	+87.710	+0,0165	+0,0166	+0,0166
-1	-1	+1	+89.800	+89.920	+89.330	+0,0204	+0,0202	+0,0204
+1	-1	+1	+88.480	+88.370	+87.830	+0,0106	+0,0105	+0,0106
-1	+1	+1	+91.800	+91.230	+90.660	+0,0295	+0,0294	+0,0296
+1	+1	+1	+87.430	+87.460	+86.900	+0,0217	+0,0217	+0,0218
-1	+0	+0	+90.200	+90.600	+90.030	+0,0204	+0,0202	+0,0204
+1	+0	+0	+89.350	+88.990	+88.430	+0,0106	+0,0105	+0,0106
+0	-1	+0	+90.530	+90.010	+89.450	+0,0094	+0,0093	+0,0094
+0	+1	+0	+90.010	+90.560	+90.000	+0,0185	+0,0185	+0,0186
+0	+0	-1	+90.600	+89.990	+89.450	+0,0114	+0,0113	+0,0114
+0	+0	+1	+89.950	+90.580	+90.030	+0,0146	+0,0145	+0,0146

Сведения, полученных в экспериментах обработаны по программе "PLANEX". При этом для оценки одинаковости дисперсии использованы критерий Кохрена, значений коэффициентов регрессии критерий Стьюдента, адекватности моделей регрессии критерий Фишера. Полученные в экспериментах сведения обработаны по программе

“PLANEX” разработанного для ПК научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства и получены следующие регрессионные уравнения выражающие адекватности критерий оценки.

-эффективность очистки хлопка (%):

$$Y_1 = +90,519 - 0,802X_1 + 0,276X_2 + 0,294X_3 - 0,9197X_1^2 - 0,560X_1X_2 - 0,522X_1X_3 - 0,426X_2^2 - 0,175X_2X_3 - 0,419X_3^2 \quad (1)$$

-коэффициент неравномерности угловой скорости вращения входного колкового барабана:

$$Y_2 = +0,0117 - 0,049X_1 + 0,0046X_2 + 0,0016X_3 + 0,0037X_1^2 + 0,0005X_1X_2 + 0,0005X_1X_3 + 0,0022X_2^2 + 0,0005X_2X_3 + 0,0013X_3^2 \quad (2)$$

По статистическим анализам проведенных 95 % ной вероятностной достоверности и проверке полученных уравнений на адекватности получены следующие результаты [6,7]:

(1) для уравнения $F_p = 0,18 < F_T = 2,49$;

(2) для уравнения $F_p = 1,63 < F_T = 2,65$;

где, F_p и F_T – значения критерия Фишера, приведенных в расчётах и таблице.

Из полученных этих данных видно, что для двух уравнений расчетное значение критерия Фишера меньше значения, приведенного в таблице. Следовательно, они выражают адекватности рассмотренного процесса. Из графика построенного на основании регрессионных уравнений (1) и (2) видно, что с увеличением производительности (X_1) чистота хлопка (Y_1) (эксцентриситет натяжного ролика выходного ременной передачи 1мм) при эксцентриситете 1,5 мм натяжного ролика входной ременной передачи уменьшается от 90,35 до 88,50 процентов, при эксцентриситете 2,5 мм от 91,20 процентов до 89,04 процента, при эксцентриситете 3,5 мм от 91,21 до 88,74 процента. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) при эксцентриситете натяжного ролика входной ременной передачи уменьшается при эксцентриситете 1,5 мм от 0,01469 до 0,00469, при эксцентриситете 2,5 мм от 0,01797 до 0,00817, при эксцентриситете 3,5 мм от 0,02369 до 0,01409. При эксцентриситете натяжного ролика выходной ременной передачи 0,1 мм чистота хлопка (Y_1) (при эксцентриситете 2,5 мм натяжного ролика входной ременной передачи) при эксцентриситете 0,5 мм натяжного ролика выходной ременной передачи уменьшается от 90,45 до 88,26 процентов, при 1,0 мм от 91,20 до 89,04 процентов, при 1,5 мм от 91,48 процентов до 89,30 процентов. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) при эксцентриситете 0,5 мм натяжного ролика выходной ременной передачи уменьшается от 0,01531 до 0,00698, при эксцентриситете 1,0 мм от 0,01797 до 0,00817, при эксцентриситете 1,5 мм от 0,01998 до 0,01058.

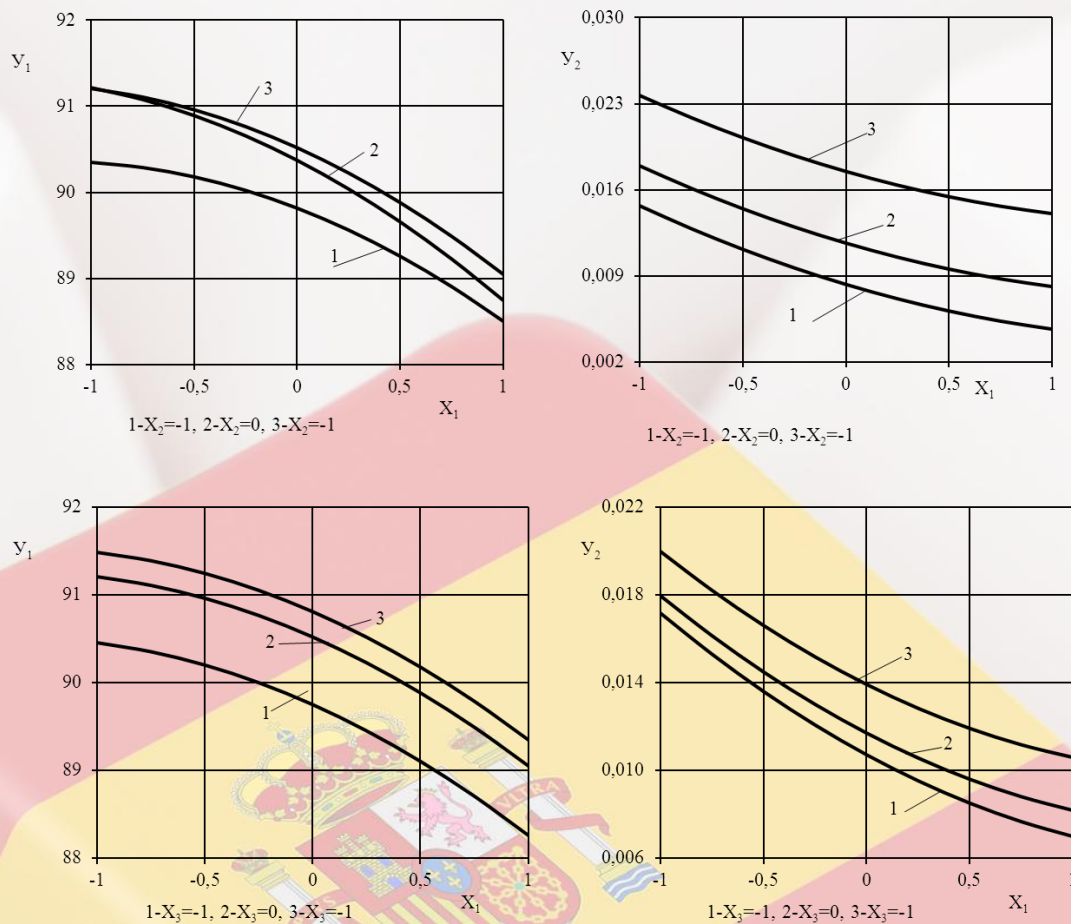


Рис.2. Графики изменения очистки хлопка (Y_1) и коэффициента неравномерности вращения (Y_2) в зависимости от производительности (X_1)

Из графиков 3, построенных на основании регрессионных уравнений (1) и (2) видно, что с увеличением эксцентриситета (X_2) натяжного ролика ременной передачи чистота хлопка (Y_1) (при эксцентриситете 1,5 мм (X_3) натяжного ролика ременной передачи) при производительности 5 т/ч увеличивалась от 90,36 до 91,53 процента, при 7 т/ч от 89,83 до 90,68 процента, при 9 т/ч от 88,52 до 89,60 процента. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) при производительности 5 т/ч увеличивался от 0,01469 до 0,02369 процента, при 7 т/ч от 0,00832 до 0,01752 процента, при 9 т/ч от 0,00469 до 0,01409 процента. При эксцентриситете 0,1 мм (X_3) натяжного ролика выходной ременной передачи чистота хлопка (Y_1) (при производительности работы (X_1) 7 т/ч) когда эксцентриситет 0,5 мм увеличивалось от 89,22 до 90,23 процента, при эксцентриситете 1,0 мм от 89,83 до 90,68 процента, при эксцентриситете 1,5 мм от 89,96 до 90,66 процентов. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) увеличивается при эксцентриситете 0,5 мм от 0,00738 до 0,01648, при эксцентриситете 1,0 мм от 0,00832 до 0,01752, при эксцентриситете 1,5 мм от 0,01048 до 0,01978.

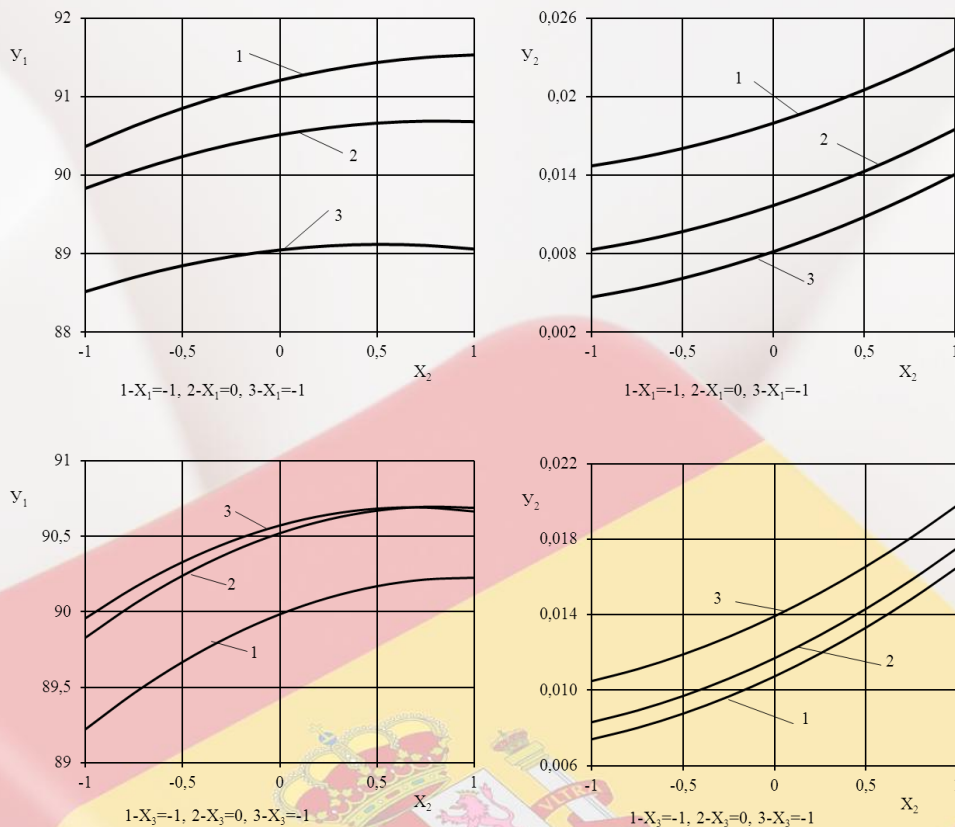


Рис.3. Графики изменения очистки хлопка (Y_1) и коэффициента неравномерности вращения (Y_2) в зависимости от эксцентриситета натяжного ролика (X_2) входной ременной передачи

Из графиков (Рис.4), построенных на основании регрессионных уравнений (1) и (2) видно, что с увеличением эксцентриситета (X_3) натяжного ролика ременной передачи чистота хлопка (Y_1) (при эксцентриситете 1,5 мм (X_2) натяжного ролика входной ременной передачи) при производительности работы 5 т/ч увеличивается от 90,74 до 91,47 процента, при 7 т/ч от 90,17 до 91,57 процента, при 9 т/ч от 88,08 до 88,95 процента. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) при производительности 5 т/ч при эксцентриситете натяжного ролика 1,5 мм входной ременной передачи увеличивался от 0,01718 до 0,01998, при 7 т/ч от 0,01071 до 0,01391, при 9 т/ч от 0,00716 до 0,01058. При эксцентриситете 1,5 мм натяжного ролика входной ременной передачи (при производительности 5 т/ч) увеличивался от 89,11 до 90,04 процента, при эксцентриситете 2,5 мм от 89,98 до 90,57 процента, при эксцентриситете 3,5 мм от 90,01 до 90,57 процента. Коэффициент неравномерности вращения (Y_2) входной ременной передачи натяжного ролика увеличивался при эксцентриситете 1,5 мм от 0,00738 до 0,01048, при эксцентриситете 2,5 мм от 0,01071 до 0,01391, при эксцентриситете 3,5 мм от 0,01648 до 0,01978.

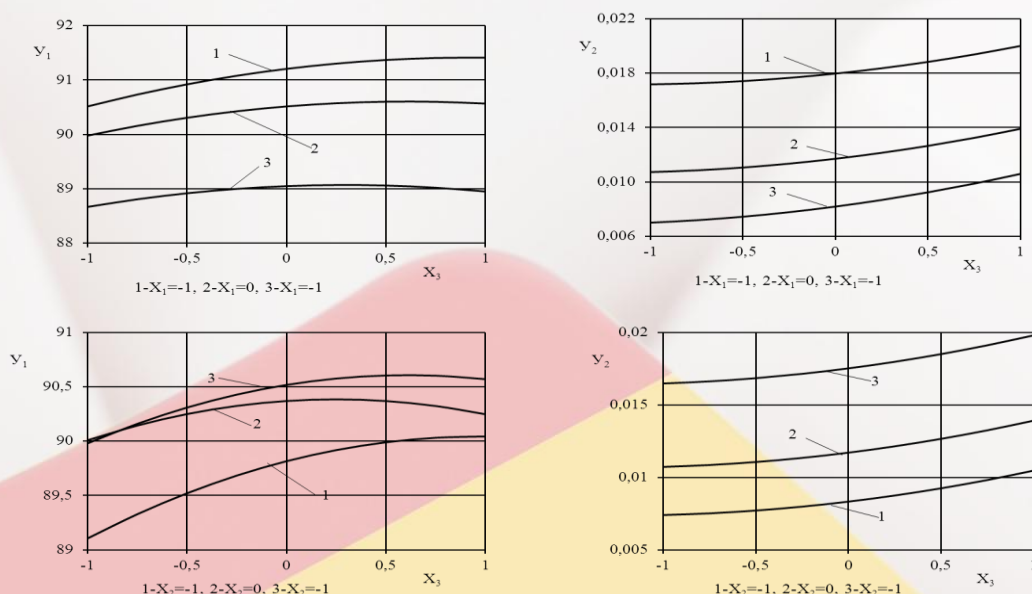


Рис.4. Графики изменения очистки хлопка (Y_1) и коэффициенты неравномерности (Y_2) в зависимости от эксцентриситета натяжного ролика (X_3) выходной ременной передачи

При определении значений параметров, обеспечивающих качество работы в требуемой степени уравнения (1) и (2) решались вместе по действию «поиска решения» программы Excel на компьютере ПК «Pentium». При решении уравнений регрессии вместе принять критерий Y_1 т.е, эффективность чистки хлопка максимальной критерий Y_2 т.е, коэффициент неравномерности вращения в пределах 0,01-0,02. Полученные результаты приведены в таблице 3.

таблица.3 Принятые значения параметров рабочих органов комбинированного агрегата

X_1		X_2		X_3	
Кодированный	Натуральный	Кодированный	Натуральный	Кодированный	Натуральный
-0,32185	6,356294	0,106513	2,606513	0,4145	1,207238

Таким образом, при высокой чистоты хлопка чтобы, коэффициент неравномерности вращения не превышал требуемой степени необходимо, чтобы производительность была 6,35 т/ч, эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи входного колкового барабана равнялся 2,6 мм и эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи выходного колкового барабана равнялся 1,2 мм. В этих значениях факторов очистительный эффект хлопка составляет 90,83% и коэффициент неравномерности вращения входного колкового барабана равен 0,015.

Выводы

Рекомендованы эффективная конструктивная схема очистителя хлопка от мелкого сора и усовершенствованная схема приводных механизмов очистителя хлопка от крупного и мелкого сора.

По результатам полнофакторных экспериментальных исследований, чтобы коэффициент неравномерности угловой скорости вращения входного колкового барабана не превышал от требуемого при высокой чистоты хлопка рекомендуются: производительность 6,35т/ч, эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи входного колкового барабана 2,6мм, эксцентриситет натяжного ролика ременной передачи выходного колкового барабана 1,2 мм.

Литература:

1. Mamatova.D, Djuraev.A, Nematov.A. "Scientific basis of improving cotton grinding machines, transmission mechanisms constructions and calculation of parameters", Monograph, ISBN: 978-93-90884-38-3, Published by Novateur Publication 466,Sadashiv Peth, M.S.India-411030, 2022, pp.155.
2. Нематов, А., & Маматова, Д. (2022). Разработка эффективных конструктивных схем ременных передач в приводах очистителей хлопка. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 3, 24-30.
3. Mamatova, D., Nematov, A., & Nurullayeva, K. (2022). Full-factory experimental studies. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development Volume-02, APRIL-2022*, pp. 34-44.
4. Ермаков С.М. "Математическая теория оптимального эксперимента". [Текст] С.М.Ермаков, А.А.Жиглевский. -М.: Наука, 1987, 320 с.
5. Mamatova, D., Djuraev, A., Mamatov, A., & Nematov, A. (2020). Experimental Results On Justification Of Parameters Of A Cotton Cleaner With A New Drive Design. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(01), 3562-3570.
6. Нематов, А. К., & Маматова, Д. А. (2021). Математическая модель колебаний ведомой ветви ремня при взаимодействии с составным натяжным роликом передачи. In "Online-conferences" platform pp. 544-546.
7. Плеханов, А. Ф., Маматова, Д. А., Джураев, А., Сарттарова, Л. Т., & Дикенова, Д. Б. (2019). Обоснование параметров ременной передачи с составным натяжным роликом с упругими элементами. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, (5), 196-203.