

**УДК 677.052.48.3/5**

**НА ОСНОВЕ ВАЖНЕЙШИХ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
В ЗОНЕ ПИТАНИИ ДИСКРЕТИЗИРУЮЩЕГО БАРАБАНЧИКА В ПРЯДИЛЬНОЙ  
КАМЕРЕ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ**

*PhD., доцент. Ураков Нуриддин Абраматович.*

+99890-187-20-55

E-mail: [u\\_nuruddin88@mail.ru](mailto:u_nuruddin88@mail.ru)

*Студентка. Жуманазарова Ситора Шоназар қизи*

*Термезском инженерно-технологическом институте*

*PhD, доцент. Мирзаев Отабек Абдукаримович.*

*Кариинский инженерно экономический институт*

+99899-026-65-50

**Аннотация:** В статье рассматриваются результаты обоснования основных параметров рабочих органов зоны дискретизации пневмомеханических прядельных машин. Представлены результаты эксперимента работы органов зон питания пневмомеханических прядельных машин в зависимости от их параметров. Приведены оптимальные значения угла наклона игольчатого дискретизирующего барабанчика для получения качественной пряжи в зависимости от угла наклона передней части дискретизирующего барабанчика, приведенного коэффициента упругости основы питающего столика и коэффициентов вариации по разрывной нагрузке при угле наклона передней части дискретизирующего барабанчика от приведенного коэффициента упругости основы питающего столика.

**Ключевые слова:** цилиндрическая обечайка, камера, борода, турбина, матрица планирования, точность, критерий, дисперсия, регрессия, адекватность, прядельная камера, игольчатый барабанчик.

**Abstract:** The article discusses the results of the study of the sampling process, depending on the working bodies of the feeding zones of the pneumatic spinning machines. The results of the experiment of the feeding zones of rotor spinning machines, depending on their main working bodies, are presented. Optimal parameters of the needle sampling drum angle for gaining high-quality yarn from the slope angle of the front part of the sampling drum from the reduced elastic coefficient of the steel stator base and coefficients of breaking for the breaking load at the angle of inclination of the bottom part of the sampling drum from the reduced elastic coefficient of the warp base are given.

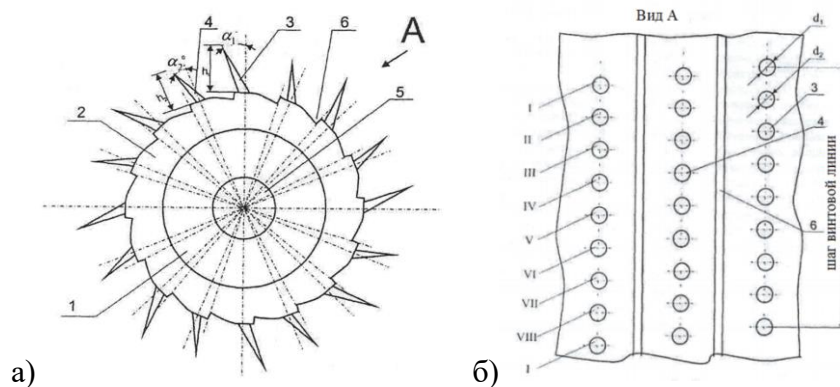
**Key words:** cylindrical shell, chamber, beard, turbine, planning matrix, accuracy, criterion, dispersion, regression, adequacy, spinning chamber, needle drum.

Для повышения эффективности работы процесса выделения пыли из волокон, включая улучшение вывода волокон в турбину прядельной камеры пневмомеханической прядельной машины, рекомендуется новая конструкция [1].

Игольчатый барабанчик 1 пневмомеханической прядельной машины содержит цилиндрическую обечайку 2 и смонтированные на ней иглы 3 и 4 по восьмизаходным

винтовым линиям (витков), образующих игольчатую поверхность, ось вращения 5. При этом иглы 3 первого, третьего, пятого, седьмого витков (I, III, V, VII - заходов), выполненные высотой  $h_1 = 2,2$  мм и имеющие наклон в сторону вращения барабанчика 1, образуют угол  $\alpha_1 = 25^\circ$  с радиусом барабанчика 1, а иглы 4 второго, четвертого, шестого, восьмого витков (II, IV, VI, VIII - заходов) выполнены высотой  $h_1 = 1,9$  мм, с углом наклона  $\alpha_2 = 22^\circ$ . Между рядами игл 3 и 4 параллельно продольной оси барабанчика выполнены уступы 6 с поперечным сечением, имеющим форму прямого угла прямоугольного треугольника, короткий катет которого направлен по радиусу барабанчика и обращен в сторону его вращения [2].

В процессе работы волокнистая лента подается в зону дискретизации, где в начале взаимодействия игл 3 и 4 с волокнами ленты образуется борода волокон. При этом скорость подачи ленты в зону дискретизации в несколько раз меньше, чем линейная скорость игл 3 и 4 барабанчика 1. Причем, основная масса волокон воздушным потоком поступает в рабочую зону, где иглы 3 и 4 игольчатого барабанчика 1, захватывая волокна, отделяют их от основной массы за счет большей скорости игл 3 и 4 барабанчика 1 по сравнению со скоростью подачи волокнистой массы (бородка). Для увеличения эффективности и обеспечения равномерности процесса дискретизации игольчатый барабанчик 1 выполнен восьмизаходным (восемь витков), причем иглы 3 нечетных витков выполнены высотой  $h_1 = 2,2$  мм, и с углом наклона  $\alpha_2 = 25^\circ$ , а иглы четных 4 витков (заходов) выполнены высотой  $h_2 = 1,9$  мм и углом наклона  $\alpha_2 = 22^\circ$ . При этом из-за меньшего значения центробежной силы коротких волокон (меньшая масса) они, в основном, захватываются иглами 4 четных витков (заходов) игольчатой гарнитуры игольчатого барабанчика 1 прядильной машины, так как волокна с меньшими значениями центробежной силы располагаются близко к оси вращения игольчатого барабанчика 1. В свою очередь, волокна с большим значением центробежной силы (большая длина и масса), в основном, захватываются и расчесываются иглами 3 нечетных витков игольчатой гарнитуры на поверхности обечайки 2 игольчатого барабанчика 1. Учитывая размеры коротких волокон, диаметры ( $d_1$ ) основания игл 4 выбраны на 10-15% меньшее, чем диаметры ( $d_2$ ) оснований игл 3. Уступы 6 в поперечном сечении в форме прямого угла прямоугольного треугольника коротким катетом во время вращения образуют внутри прядильной камеры воздушный поток, который не допускает проникновения волокон к основанию игл, обеспечивая расчесывание волокнистой массы и способствуя выводу расчесанного волокна в камеру турбины. Уступы 6 с поперечным сечением, имеющим форму прямого угла прямоугольного треугольника, коротким катетом во время вращения образуют внутри прядильной камеры воздушный поток, который не допускает проникновения волокон к основанию игл и обеспечивает расчесывание волокнистой массы вершинами игл, что приводит к более щадящему режиму расчесывания волокнистой массы и способствует выводу расчесанного волокна в камеру турбины [3].



**Рис. 1. Схема игольчатого дискретизирующего барабанчика прядильной машины: а– вид сверху; б – отверстия для игл барабанчика**

Точность и надежность оценок коэффициентов регрессии зависят от свойств применяемого плана эксперимента; поэтому оптимальный вариант плана имеет большое значение [4,5,6].  
*Методика и результаты исследования.* В нашем случае матрица планирования эксперимента и результаты эксперимента приведены в табл.1.

**Таблица 1**

**Уровни факторов и интервалы варьирования эксперимента**

Фактор	Единица измерения	Уровень факторов			
		Интервал варьирования	-1	0	1
$X_1$ - скорость питающего цилиндра, об/мин	об/мин	1	6,5	7,5	8,5
$X_2$ - коэффициент упругости основы питающего столика в зависимости от нагрузки на его пружины	Нмм	2.5	15	17.5	20
$X_3$ -угол наклона игл дискретизирующего барабанчика, $\alpha^0$	$\alpha^0$	$5^0$	$20^0$	$25^0$	$30^0$

**Таблица 2**

**Матрица планирования и результаты эксперимента**

а) Удельные разрывные нагрузки пряжи										
Отклики										
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{y}_{i1}$	$\bar{y}_{i2}$	$\bar{y}_{i3}$	$\bar{y}_u$	$S_u^2$	$\bar{y}_{Paz}$	$R_0(\%)$
1	-	-	-	10,5	10,9	10,4	10,6	0,07	10,42	1,64
2	+	-	-	10,8	10,4	10,9	10,7	0,07	10,68	0,155
3	-	+	-	10,71	11,5	11,2	11,13	0,159	11,35	1,93
4	+	+	-	11,5	11,6	11,8	11,63	0,024	11,609	0,2077

5	-	-	+	10,7	10,8	10,9	10,8	0,01	10,883	0,771
6	+	-	+	11,4	10,9	10,8	11,04	0,10	11,14	0,974
7	-	+	+	11,9	12,1	11,8	11,93	0,024	11,809	1,04
8	+	+	+	11,8	12,3	12,3	12,14	0,084	12,067	0,549
								0,542366666		
б) Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %										
Отклики										
№	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	$\bar{Y}_{21}$	$\bar{Y}_{22}$	$\bar{Y}_{23}$	$\bar{Y}_{2u}$	$S_u^2$	$\bar{y}_{P_{0.95}}$	R <sub>0</sub> (%)
1	-	-	-	7,8	7,7	7,9	7,8	0,01	7,875	0,9616
2	+	-	-	8,4	8,3	8,8	8,5	0,07	8,425	-0,882
3	-	+	-	7,1	6,4	6,6	6,7	0,13	6,625	1,12
4	+	+	-	6,9	6,3	6,6	6,6	0,09	6,675	1,13
5	-	-	+	7,3	6,9	6,8	7,0	0,07	6,925	-1,071
6	+	-	+	6,8	6,9	7,3	7,0	0,07	7,075	1,071
7	-	+	+	6,2	6,8	6,2	6,4	0,12	6,4	-0,156
8	+	+	+	6,0	6,1	6,5	6,2	0,07	6,2	0
								0,63		

Вычислим значения дисперсии  $S_u^2$  по формуле (1):

$$S_u^2 = (\bar{y}_{u1} - \bar{y}_u)^2 + (\bar{y}_{u2} - \bar{y}_u)^2, \quad (1)$$

где  $u = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ .

$$S_1^2 = 0,07 \quad S_2^2 = 0,07 \quad S_3^2 = 0,159 \quad S_4^2 = 0,024 \quad S_5^2 = 0,01 \quad S_6^2 = 0,104 \quad S_7^2 = 0,024 \quad S_8^2 = 0,084$$

Полагая,  $S_{u(\max)}^2 = S_5^2 = 0,159$ ;  $\sum_{u=1}^8 S_u^2 = 0,5423666665$ , вычислим значение  $G_R$  (2)

$$G_R = \frac{S_{u(\max)}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} = \frac{0,159}{0,5424} = 0,2932 \quad (2)$$

$$G_R = 0,2932; G_T = [P_D = 0,95; f = m - 1 = 3 - 1 = 2; N = 8;] = 0,52$$

Проверка показала, что удельная и разрывная нагрузки пряжи, имеющие нормально распределенные значения и дисперсии опытов, однородны, так как расчетные  $G_R$  и табличные фактические значения  $G_T$  критерия Кохрена находятся в отношении  $G_R < G_T$ .

Коэффициенты регрессии были найдены с учетом матрицы планирования по формулам

$$a) \quad b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \bar{y}_u, \quad b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{y}_u, \quad b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} \bar{y}_u, \quad b_{ijk} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} X_{ku} \bar{y}_u$$

$$b_0 = 11,24625000; \quad b_1 = 0,128749998; \quad b_2 = 0,4630; \quad b_3 = 0,229; \quad b_{12} = 0,04542; \quad b_{13} = -0,020417; \\ b_{23} = 0,09542; \quad b_{123} = -0,05375;$$

Уравнения регрессии для удельной разрывной нагрузки в кодированных переменных  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  для каждого выходящего параметра записываем в виде

$$Y_1 = 11,2462500 + 0,12874999 X_1 + 0,462916666 X_2 + 0,229 X_3 + \\ + 0,04542 X_1 X_2 - 0,020417 X_1 X_3 + 0,09542 X_2 X_3 - 0,05375 X_1 X_2 X_3$$

Сначала рассматриваем одинаковый доверительный интервал  $\Delta b$  для всех коэффициентов регрессии по формуле (3)

$$\Delta b = t_{\alpha,k} \frac{S_y}{\sqrt{N}}, \quad (3)$$

где  $t_{\alpha,k}$  - критерий Стьюдента,  $\alpha$  - уровень значимости,  $k = N(m-1)$  - число степеней свободы.

При  $\alpha = 0,05; N = 8; m = 3; f = N(m-1) = 8(3-1) = 8 \cdot 2 = 16$ . Пользуясь табличными данными ( $t_{0,05,16} = 2,12$ ), имеем

$$S^2\{Y\} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2 = \frac{0,542367}{8} = 0,0678; \Delta b = t_{\alpha,f} \frac{\sqrt{S_{yc}}}{\sqrt{N}} = 2,31 \cdot \frac{\sqrt{0,0678}}{\sqrt{8}} = 0,1989.$$

Если  $t_R > t_T$ , то гипотеза о значимости коэффициентов регрессии не отвергается. Как было отмечено выше, значимыми коэффициентами для уравнения регрессии являлись коэффициенты  $b_0$ ,  $b_2$  и  $b_3$ . Если в уравнении регрессии не учитывать другие коэффициенты, то имеем следующую линейную зависимость, где выходящий параметр – удельная разрывная нагрузка пряжи

$$Y_1 = 11,2462500 + 0,462916666 X_2 + 0,229 X_3 \quad (4)$$

*Проверка адекватности линейных моделей.*

Если принять регрессионное уравнение в виде (4), то дисперсия в опытах тождественно будет равна нулю [7,8].

$$\Delta b = t_{\alpha,k} \frac{S_y}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

Для проверки адекватности линейной модели по критерию Фишера находим остаточную дисперсию по формуле

$$S_{oc}^2 = \frac{\sum_{u=1}^8 (\hat{y}_u - \bar{y}_u)^2}{N - k - 1} = \frac{\sum_{u=1}^8 (\hat{y}_u - \bar{y}_u)^2}{4} = 0,02894,$$

где  $\hat{y}_u$  - расчетное значение показателя в  $u$  - том варианте,  $\bar{y}_u$  - фактическое значение показателя,  $N$  - число вариантов,  $k$  - число факторов.

Из анализа табличных данных следует, что наибольшее расхождение между расчетными и фактическими данными наблюдается для первого и третьего вариантов, где факторы  $X_2$  - (коэффициент жесткости при кручении зависит от нагрузки пружины) и  $X_3$  - (угол наклона передней части дискретизирующего барабанчика) принимают минимальные значения. В остальных вариантах расхождения незначительные [9,10].

Рассматриваем адекватность полученного уравнения

$$F_{\text{Pac}} = \frac{S_{\text{oc}}^2}{S_{\text{ycl}}^2} = \frac{0,02894}{0,067795} = 0,42696 \text{ и проверяем критерий Фишера } F_{\alpha, k_1, k_2} \text{ по табличным}$$

данным, здесь  $\alpha$  - уровень значимости, полагая  $k_1 = N - k - 1 = 4, k_2 = N(m - 1) = 16$ ,  $F_{0,05,4,16} = 3,01$  из таблицы находим  $F_{0,05,4,16} = 3,01$ .

Таким образом, учитывая, что  $F_{\text{Pac}} < F_{T-0,05,4,16}$ , уравнение можно считать адекватным с 95%-ной доверительной вероятностью.

$$Y = 11,2462500 + 0,462916666X_2 + 0,229X_3 \quad (6)$$

Результаты обработки (6) эксперимента на ЭВМ представлены в приложении (табл.1).

По итогам реализации опытов и статической обработки результатов эксперимента были получены регрессионные многофакторные математические модели параметров  $Y_2$  - коэффициент вариации по разрывной нагрузке, адекватный с 95% - ной доверительной вероятностью [11].

Дисперсия каждого варианта испытания оценивалась по формуле

$$S_u^2 \{y\} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}), \text{ а однородность дисперсий в опытах проверялась согласно критерия}$$

Кохрена

$$G = \frac{S_u^2 \max \{y\}}{u = \sum_{i=1}^N S_u^2 \{y\}}, \quad (7)$$

где  $S_2^{\max} \{y\}$  - максимальная дисперсия,  $\sum_{u=1}^N S_u^2 \{y\}$  - сумма дисперсий.

Табличные значения критерия Кохрена в нашем случае

$$G_T = [P_D = 0,95; f = m - 1 = 3 - 1 = 2; N = 8;] = 0,52.$$

$$\sum_{u=1}^N S_u^2 \{y\} = 0,63$$

$$S_1^2 = 0,01 \quad S_2^2 = 0,07 \quad S_3^2 = 0,13 \quad S_4^2 = 0,09 \quad S_5^2 = 0,07 \quad S_6^2 = 0,07 \quad S_7^2 = 0,12 \quad S_8^2 = 0,07$$

Полагая,  $S_{u(\max)}^2 = S_3^2 = 0,13$ :  $\sum_{u=1}^8 S_u^2 = 0,63$ , для проверки гипотезы об однородности

дисперсий в опытах матрицы применяем критерий Кохрена:

$$G_R = \frac{S_{u(\max)}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} = \frac{0,13}{0,63} = 0,2064 \quad (8)$$

По условию известно, если  $G_R = 0,2064 < G_T = 0,52$ , то дисперсии однородны и параметры факторного эксперимента обладают свойствами воспроизводить мосты, а критерии оптимизации имеют нормальное распределение [12].

Коэффициенты регрессии были найдены с учетом матрицы планирования по формулам

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \bar{y}_u, \quad b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{y}_u, \quad b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} \bar{y}_u, \quad b_{ijk} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} X_{ku} \bar{y}_u$$



$$b_0 = 7,025; b_1 = 0,049999; b_2 = -0,55; b_3 = -0,375; b_{12} = -0,125; b_{13} = -0,100; \\ b_{23} = 0,2000000001; b_{123} = 0,07499999;$$

Уравнения регрессии в кодированных переменных  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  для каждого выходящего параметра (коэффициент вариации по разрывной нагрузке) записываем в виде

$$Y_2 = 7,025 + 0,050X_1 - 0,55X_2 - 0,375X_3 - 0,1250000001X_1X_2 - \\ - 0,100000001X_1X_3 + 0,200001X_2X_3 + 0,0750X_1X_2X_3 \quad (9)$$

Сначала вычислим доверительный интервал  $\Delta b$  по формуле (3) при  $\alpha = 0,05; N = 8; m = 3; f = N(m - 1) = 8(3 - 1) = 8 \cdot 2 = 16$ .

Пользуясь табличными данными ( $t_{0,516}=2,12$ ), по формуле (3) имеем

$$S^2\{Y\} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2 = \frac{0,63}{8} = 0,07875; \Delta b = t_{\alpha, f} \frac{\sqrt{S_{yc}}}{\sqrt{N}} = 2,31 \cdot \frac{\sqrt{0,07875}}{\sqrt{8}} = 0,2143$$

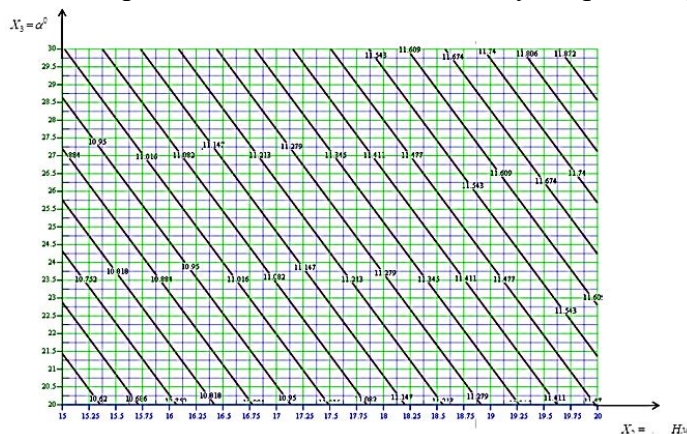
Сопоставляя расчетные и табличные значения критерия Стьюдента, находим, что только коэффициенты регрессии  $b_0, b_2; b_3; b_{12}; b_{13}, b_{23}$  значимы.

$$\hat{y} = 7,025 - 0,55X_2 - 0,375X_3 - 0,1251X_1X_2 + 0,200001X_2X_3 \quad (10)$$

Если принять регрессионное уравнение в виде

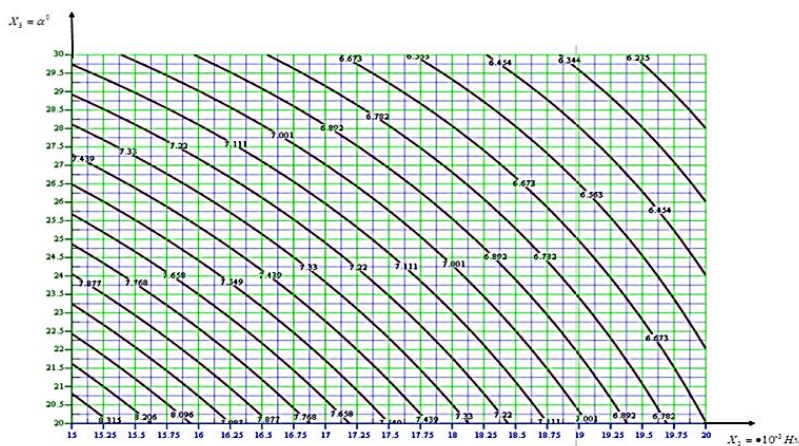
$$\Delta b = t_{\alpha, k} \frac{S_y}{\sqrt{N}}, \quad (11)$$

то дисперсия опытов тождественно будет равна нулю.



**Рис.2. Зависимости удельной разрывной нагрузки пряжи от угла наклона передней части дискретизирующего барабанчика ( $X_3$ ) от приведенного коэффициента упругости основы питающего столика ( $X_2$ )**

В приведенном выше случае все  $N = 2^k$  коэффициенты регрессии были вычислены по  $N$  значениям  $y$ , следовательно, здесь нет степени свободы, выявленной при проверке адекватности модели. В этом случае условие адекватности выполняется полностью, и план эксперимента называют насыщенным.



**Рис.3. Зависимости коэффициентов вариации по разрывной нагрузке при угле наклона передней части дискретизирующего барабанчика ( $X_3$ ) от приведенного коэффициента упругости основы питающего столика ( $X_2$ )**

Таким образом, из проведенного исследования табличных и графических данных следует, что наибольшее расхождение между расчетными и фактическими данными наблюдается для первого и третьего вариантов, где факторы скорость питающего цилиндра об/мин, коэффициент упругости основы питающего столика в зависимости от нагрузки на его пружины принимаем 20 Н мм;  $X_3$ - угол наклона игл дискретизирующего барабанчика принимает минимальные значения и его величина равна  $20^0$ . Скорость питающего цилиндра  $X_1$  для получения качественной пряжи принимаем 7,5 об/мин.

## Литература

1. Патент UZ № FAP 00845. Игольчатый барабанчик пневмомеханической прядильной машины Джураев А.Дж., Жуманиязов К., Матисмоилов С., Мирзаев О., Довган А. Расмий ахборотнома, 2013. № 10.
2. Джураев А.Дж., Ураков Н.А., Мирзаев О.А., Алмардонов О.М., Усманов Х.С. Анализ нагруженности питающего цилиндра в узле питания прядильных машин // Москва. Universum: Технические науки журнал №3 2021, бет /49-53
3. Juraev, A., and N. Urakov. "DEVELOPMENT OF DESIGNS AND JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF A SCRETTER DRUM WITH A DAMPER OF A SPINNING MACHINE." Science and innovation 1.A4 (2022): 231-239.
4. Мирзаев О.А., Ураков Н. Поддачи ленты в пневмомеханических прядильных машинах // Молодежь и наука: шаг к успеху Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых том 3 -Курск 2017. -С. 378-382.
5. Джураев А., Мирзаев О., Ахмедов К., Ураков Н. Разработка высокоэффективных конструкций и создание методов расчета параметров рабочих органов зоны дискретизации прядильных машин. -Т.: «Fan va temobgiya», 2019,164 стр.
6. Патент UZ № IAP 06730. Дискретизирующий барабанчик пневмомеханической прядильной машины / Джураев А.Дж. Ураков Н.А., Мирзаев О.А., Ахмедов К.И. // Расмий ахборотнома. -2022. -№ 6.



7. Джураев А., Мирзаев О. Питающий столик дискретизирующие секции // Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильное и легкой промышленности Иванова -2013 г. -С. 132-134.
8. Juraevich, Juraev Anvar, and Urakov Nuriddin Abramatovich. "DEVELOPMENT OF DESIGNS AND JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF A SCRETTING DRUM WITH A DAMPER OF A SPINNING MACHINE." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 10.5 (2022): 1093-1101.
9. Джураев, А. Д., Ураков, Н. А., Мирзаев, О. А., Алмардонов, О. М., & Усманов, Х. С. (2021). АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ ПИТАЮЩЕГО ЦИЛИНДРА В УЗЛЕ ПИТАНИЯ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН. *Universum: технические науки*, (12-3 (93)), 48-53.
10. Джураев, А. Д., Муродов, Т. Б., Матисмаилов, С. Л., Мирзаев, О. А., & Ураков Н.А. (2020). Дискретизирующий барабанчик для пневмомеханических прядильных машин. Патент на изобретение, № IAP06301, 30.
11. Djuraev Anvar, Rajabov Ozod Analysis of the Interaction of Fibrous Material with a Multifaceted Grid of the Cleaner. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-1, May 2019.
12. Патент № IAP 05854. IAP 2016 0153 29.04.2016. Питающий цилиндр прядильного устройства / А.Джураев, О.А.Мирзаев, Н.А.Ураков, Р.И.Умаров.