

## ОЦЕНКА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПАРТИЙ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ПУТЕМ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЛОКНА ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЫЛЕОТЛОЖЕНИЯ

Сусоева И.В., Букалов Г.К.

В статье выполнено экспериментальное исследование связи гигиенической обстановки на хлопкопрядильной фабрике ООО СП «Кохлома», характеризующейся интенсивностью пылеотложения со значением показателей хлопкового волокна. Анализ регрессионных статистических моделей связи показателей хлопкового волокна на интенсивность пылеотложения на поверхности оборудования показал, что модели адекватны.

Ключевые слова: гигиеническая обстановка, интенсивность пылеотложения, показатели хлопкового волокна

Пылеотложения на текстильных предприятиях приводят к ухудшению условий труда и может служить причиной профессиональных болезней пылевой этиологии: пневмокониозы, пылевые бронхиты и пр. Поэтому исследование влияния от места производства текстильного сырья и интенсивности пылеотложения является актуальной.

Одной из причин возникновения профессиональных заболеваний на текстильных предприятиях может являться отсутствие информации о зависимости гигиенических параметров от показателей используемого текстильного сырья в технологическом процессе, которые влияют на интенсивность пылевыделения. От интенсивности пылевыделения зависит и интенсивность пылеотложения, которая влияет и на пожарную опасность производства.

Исследование связи показателей хлопкового волокна и интенсивности пылеотложения проводилось в прядильном цехе хлопкопрядильной фабрики ООО СП «Кохлома» г. Костромы. Перерабатывалось хлопковое волокно производства Киргизия, Узбекистан, Таджикистан. В производственном процессе используется оборудование для тонкой очистки хлопкового волокна: «UNIfloc A 11» (рисунок 1), «UNIfloc B 11» (рисунок 1), «UNImixB 70» (рис. 1), «UNIflex B 60» (рисунок 1); чесальные машины С 51 с питающим бункером «AEROfeed A 70» (рисунок 1); ленточные машины SB-D 15 и RSB – D35 (рисунок 1); пневмомеханические прядильные машины ВТ-903 (рисунок 1), входящее в установку полной технологической цепочки хлопкопрядильного оборудования фирм «Шляфхорст» и «Трютцшлер». Интенсивность пылеотложения определялась экспериментально, путем сбора и взвешиванием проб осевшей пыли за определенное время.



а



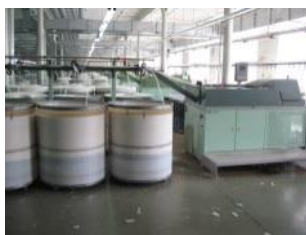
б



в



г



д

е

ж

Рисуно 1. Технологическая цепочка хлопкопрядильного оборудования:

а - оборудование для тонкой очистки хлопкового волокна «UNIflocA 11»

б - оборудование для тонкой очистки хлопкового волокна «UNIcleanB 11»

в - оборудование для тонкой очистки хлопкового волокна «UNImixB 70»

г - оборудование для тонкой очистки хлопкового волокна «UNIflexB 60»

д - чесальные машины С 51 с питающим бункером «AEROfeedA 70»

е - ленточные машины SB-D 15

ж - пневмомеханические прядильные машины BT-903

Оборудование, используемое в производственном процессе представлено виде блок – схемы (рисунок 2).

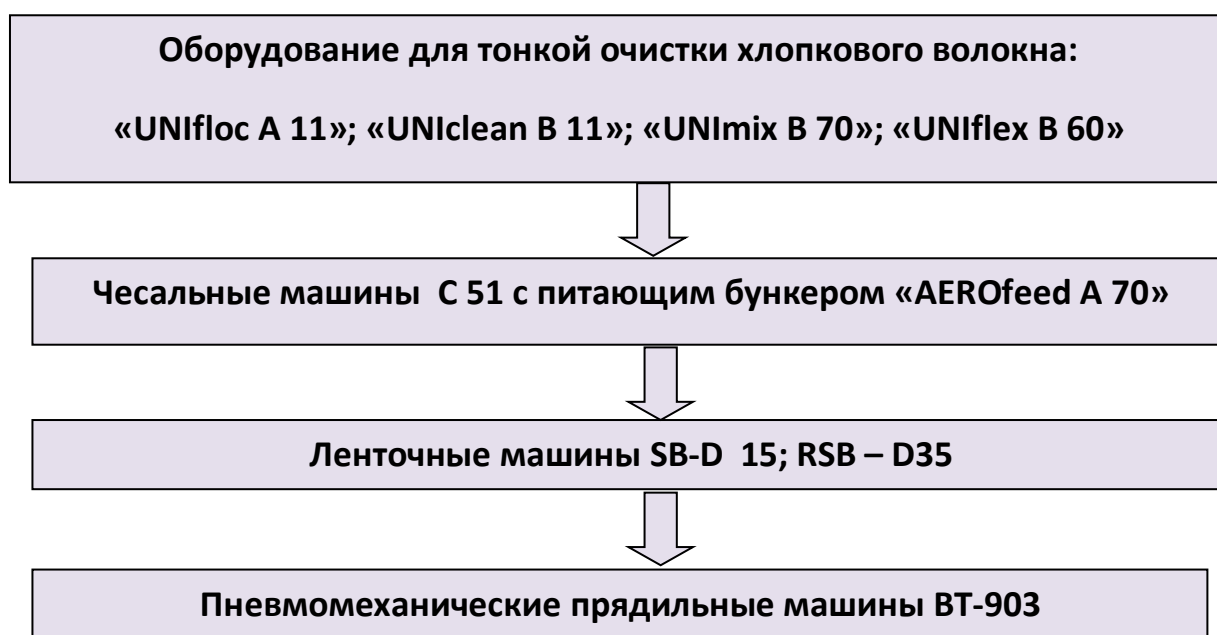


Рисунок 2. Блок - схема использования оборудования

Технологический процесс получения хлопчатобумажной пряжи проходит в несколько этапов:

Погрузчик, фирмы «Тойота», подает кипы хлопка с хлопкового склада в помещение суточного запаса, где он распаковывается и ставится в ставки под кипоразборник Унифлок – 2 линии.

Унифлок производит равномерный отбор хлопка со ставки и пневмотранспортом подает на металлодетектор, который определяет наличие металлических предметов в хлопке. Металлические частицы попадают в уловитель металла, а порция хлопка в емкость на Униклин.

В Униклине происходит рыхление и предварительная очистка хлопка, рыхление орешков, которые пневмотранспортом направляются на сепаратор прессы. Сепаратор отделяет орешки и короткие волокна, которые попадают в шахту прессы, а запыленный воздух от сепаратора направляется на фильтрационную установку Лува №1.

Далее хлопок от Унифлина пневмотранспортом направляется на Унимикс, где происходит интенсивное смешивание хлопка, запыленный воздух от Унимикса направляется в Луву №1. От Унимикса хлопок пневмотранспортом направляется в Унифлекс, где происходит рыхление и очистка хлопка, выделение орешки и непрядомое волокно пневмотранспортом направляется на сепаратор, где орешки и волокна попадают в шахту прессы, а запыленный воздух в Луву №1.

Хлопок из Унифлекса пневмотранспортом направляется на конденсор обеспыливания, где из смешанной и разрыхленной массы хлопка удаляют пылевые частицы и подают их в воздушных потоках на Луву №1. Хлопок пневмотранспортом отправляют в питающие бункеры «AEROfeed A 70» чесальных машин С 51 HI.Per (7 единиц).

В чесальной машине происходит процесс чесания, в результате которого происходит окончательная очистка хлопка, параллелизация волокон и формирование ленты. Выделенные сорные примеси и орешки пневмотранспортом направляются на сепаратор прессы, а запыленный воздух на Луву №1.

Чесальная лента с чесальных машин подается вручную к первому ленточному переходу. Одновременно к ленточной машине первого перехода SB – D 10 подставляется 6 тазов чесальной ленты. На ленточной машине первого перехода происходит процесс сложения, вытягивания и выравнивания ленты.

С ленточной машины первого перехода лента в количестве шести тазов подставляется к ленточной машине второго перехода, где происходит окончательное выравнивание ленты и выпуск ленты для дальнейшей переработки на пневмомеханических прядильных машинах ВТ 903.

Лента цепным конвейером из подготовительного цеха подается в прядильных цех к пневмомеханическим прядильным машинам. В процессе пневмомеханического прядения формируется пряжа, которая наматывается на конусообразную катушку в форме бобин. Оработанный технологический воздух, содержащий непрядомые волокна, сорные примеси и пыль направляется от восьми машин на фильтрационную установку Лува №3, а от двенадцати единиц – Лува №2.

В Лувах №2 и №3 на фильтре оседают волокна, сорные примеси и пыль, которые снимаются соплами с высокой степенью разряжения и пневмотранспортом направляются на Луву №1.

Пряжа в бобинах на цепном пространственном конвейере поступает в упаковку, разбраковывается и пакуется в пакеты на пакетовкладчиках. Упакованная пряжа отправляется на склад готовой продукции. Отправка осуществляется либо своим автотранспортом, либо автотранспортом сторонней организации.

Технологическая схема производства хлопчатобумажной пряжи на оборудовании ООО СП «Кохлома» представлена на рисунке 3.

Предполагается, что интенсивность пылеосаждения зависит от качественных и количественных показателей хлопкового волокна. На качественные и количественные показатели вырабатываемого хлопкового волокна во многом влияют уровень развития техники и технологии первичной переработки хлопка-сырца, включающей процессы подготовки материала (сушка и очистка) и окончательной операции (пакетирование). Исследование этих показателей и их влияние на интенсивность пылеосаждения послужат основой для более точного прогнозирования гигиенической оценки технологического процесса.

Для исследования влияния параметров волокна на интенсивность пылеосаждения использовались статистические методы, которые позволяют исследовать влияние различных факторов независимо друг от друга. Для получения достоверных результатов и повышения точности решения задач прогнозирования обеспечения безопасности, особое значение имеет способ получения данных о параметрах, строении и свойствах исходного сырья. Для получения данных параметров использовалась измерительная система типа USTER HVI, установленная в лаборатории фабрики «Кохлома» г. Кострома.

Исследовались следующие показатели хлопкового волокна (табл. 1):

- микронейр (micronaire, mic): характеристика тонины и зрелости хлопкового волокна, определяемая по воздухопроницаемости пробы волокна;
- верхняя средняя длина (upperhalfmeanlength, UHM): средняя длина наиболее длинных волокон, составляющих по массе половину испытываемой пробы, выраженная в миллиметрах или дюймах;
- индекс равномерности по длине (uniformityindex, unf): характеристика, определяемая отношением средней длины волокон к верхней средней длине, выраженная в процентах;
- индекс коротких волокон (shortfiberindex, SFI): доля коротких волокон в пробе с длиной менее 0,5 дюйма (12,7 мм), выраженная в процентах;
- коэффициент отражения (reflectance, Rd): Количество света, отраженное поверхностью испытываемой пробы хлопкового волокна, выраженное в процентах;
- площадь сорных примесей (trasharea, area): суммарная площадь сорных частиц, определяемая инструментально на системе HVI путем сканирования поверхности пробы, выраженная в процентах от площади поверхности испытанной части пробы;
- число сорных примесей (trashcount, Cnt): число отдельных сорных частиц в пробе диаметром 0,01 дюйма (0,25 мм) и более;
- удельная разрывная нагрузка (strength, Str): прочность хлопкового волокна, выраженная в градуировке HVI калибровочного хлопка (HVI CalibrationCotton), гс/текс (сН/текс);
- удлинение при разрыве (elongation, Elg): удлинение волокна к моменту его разрыва на динамометре системы HVI, выраженное в процентах.

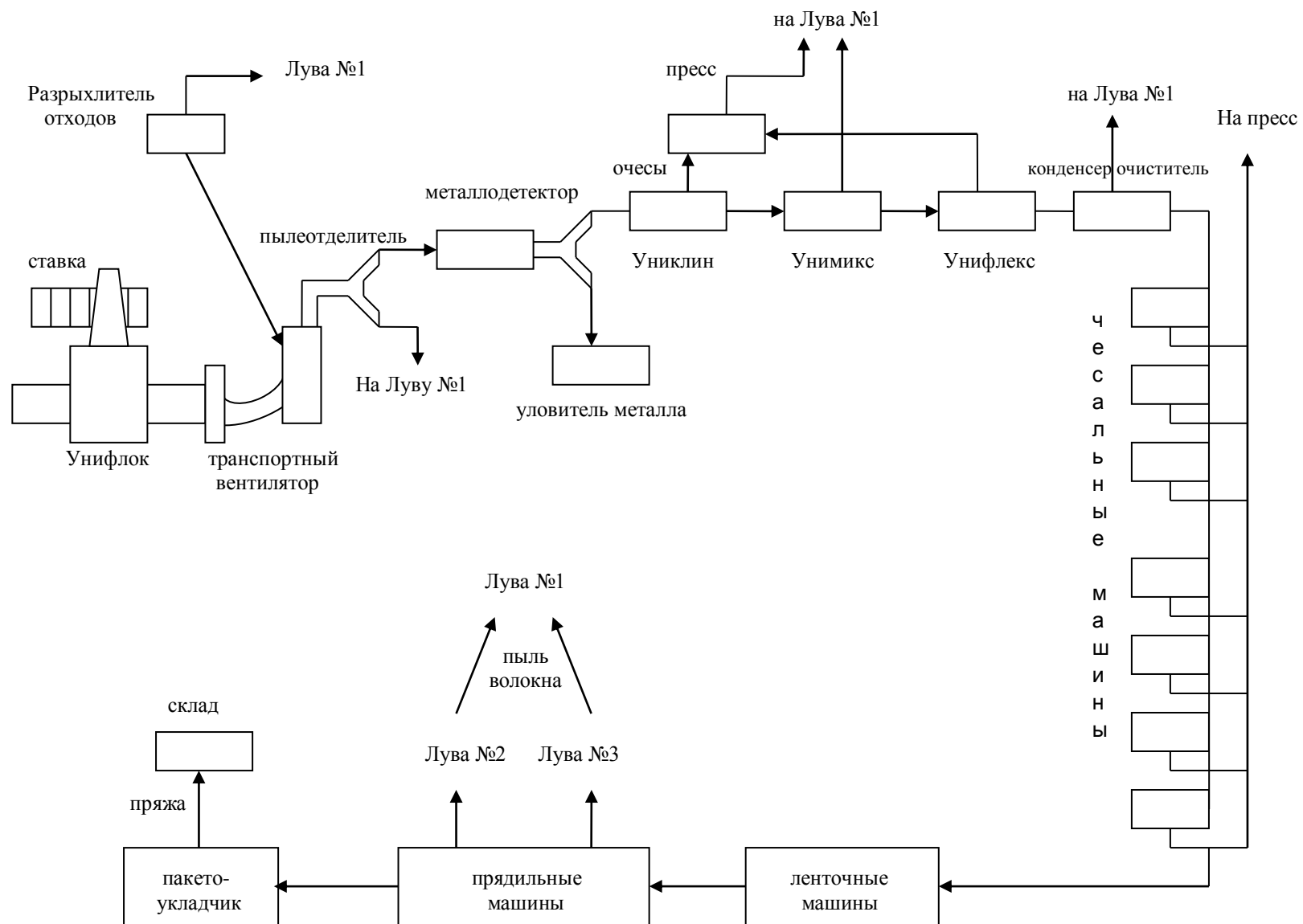


Рисунок 3. Технологическая схема получения хлопчатобумажной пряжи

Таблица 1

## Средние значения показателей хлопкового волокна

№ оп ы та	Микро ро- нейр( Mic)	Ин- декс зрело- сти (Mat)	Верх- няя сред- няя длина( Len)	Коли- чество воло- кон в пробе (Amt)	Индекс равно- мерно- сти по длине (Unf)	Индекс коротких волокон( SFI)	Удель- ная разрыв рыв- ная нагруз- ка (Str)	Удли- нение при разры- ве(Elg)	Влаж- ность образ- ца (Moist)	Коэф- фици- ент отра- жения( Rd)	Число сорных приме- сей (TrCnt)	Площадь сорных приме- сей
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4,89	0,92	1,122	691	82,8	9,2	32,3	6,6	7,0	83,3	21	0,2
2	4,81	0,91	1,09	707	81,1	10,8	31,5	6,3	7,3	79,9	22	0,28
3	4,73	0,91	1,096	603	83,1	9,0	31,4	6,6	6,8	77,1	32	0,33

Определения интенсивности пылеотложения производилось на горизонтальной поверхности оборудования.

Рассмотрим влияние показателя микронейра  $X_m$  на интенсивность пылеотложения на поверхности оборудования  $Y_{Nv}$  (табл. 2). Для этого был проведен активный эксперимент. Использовалась линейная однофакторная регрессионная модель (модель первого порядка). Число опытов в матрице планирования эксперимента  $N = 5$ . Каждый опыт в матрице планирования повторялся  $m = 3$  раз (т.е. оценивались показатели хлопкового волокна производства Таджикистан ( $m = 1$ ), Киргизия ( $m = 2$ ), Узбекистан ( $m = 3$ )).

Таблица 2

## Значения выходного параметра

$X_m$	$v$									
	$m$	$Y_{Nv}$					Сумма $\sum_{v=1}^N Y_{Nv}$	Среднее значение $\bar{Y}_{Nv}$	Дисперсия $S_N^2\{Y_{Nv}\}$	Расчетный критерий $W_R$
		1	2	3	4	5				
4,89	1	0,534	0,541	0,602	0,573	0,596	2,85	0,57	$1 \cdot 10^{-3}$	2,5
4,81	2	0,324	0,319	0,315	0,391	0,329	1,61	0,33	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2,4
4,72	3	0,756	0,812	0,782	0,823	0,791	3,96	0,78	$9 \cdot 10^{-4}$	2,81

При обработке данных однофакторного эксперимента выполнялась следующая последовательность операций.

$Y_{Nv}$  — интенсивность пылеотложения в зависимости от показателей хлопкового волокна (показатель микронейр), указанных в табл. 1.

В табл. 1 приведены значения выходного параметра в  $v$  опыте каждого  $m$ -го опыта матрицы, когда  $N=5$ ,  $m=3$ .

1. Исключение резко выделяющихся данных. Рассмотрим при анализе первого опыта матрицы  $m=1$ , когда  $X=4,89$ ,  $Y_{Nvmax} = 0,602$ ,  $Y_{Nvmin} = 0,534$ .

Рассчитанные по формулам [1, II.1, II.2] значения  $\bar{Y}_m$  и  $S_m^2\{Y\}$  приведены в табл. 1. Используя формулы [1, II.3, II.4], определяем расчетное значение критерия Смирнова-Грбса:

$$V_{Rmax} = \frac{(Y_{Nvmax} - \bar{Y}_{Nv})}{S_N\{Y_{Nv}\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}} = \frac{0,602 - 0,57}{0,03} \sqrt{\frac{3}{3-1}} = 1,28$$

$$V_{Rmin} = \frac{(Y_{Nvmin} - \bar{Y}_{Nv})}{S_N\{Y_{Nv}\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}} = \frac{0,57 - 0,534}{0,03} \sqrt{\frac{3}{3-1}} = 1,4.$$

Затем  $V_{Rmax}$  и  $V_{Rmin}$  сравнивают с табличным критическим значением критерия  $V_T$ , который определяется по [1, Приложение 1] при условии, что доверительная вероятность  $p_D$  или уровень значимости  $\alpha = 1 - p_D$  и число измерений и число измерений (число повторных опытов в матрице)  $m$ , т.е.  $V_T [p_D; m]$ . Согласно [1, Приложение 1] находим, что  $V_T [p_D = 0,95; m = 3] = 1,412$ . Так как  $V_{Rmax} < V_T$ ;  $V_{Rmin} < V_T$ , то рассмотренные значения  $Y_{Nvmax} = 0,602$ ,  $Y_{Nvmin} = 0,534$  не являются резко выделяющимися и остаются для дальнейшей статистической обработки.

2. Проверка гипотезы о нормальном распределении случайных величин  $Y_{Nv}$ . Проверка этой гипотезы для каждого  $m$ -го опыта матрицы (например, для  $m=1$ , когда  $X=4,89$ ) включает: определение среднего по формуле [1, (II.1)]

$$\bar{Y}_{Nv} = \frac{1}{N} \sum_{v=1}^N Y_{Nv} = \frac{0,534 + 0,541 + 0,602 + 0,573 + 0,596}{5} = 0,57;$$

дисперсии по формуле [1, II.2].

$$S_N^2\{Y_{Nv}\} = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N (Y_{Nv} - \bar{Y}_{Nv})^2 = \frac{1}{5-1} [(0,534 - 0,57)^2 + \dots + (0,596 - 0,57)^2] = 1 \cdot 10^{-3}.$$

Определение расчетного значения критерия  $W_R$  при проверке экспериментальных данных на нормальность по формуле [1, (III.7)]

$$W_R = \frac{Q^2}{S_N^2\{Y_{Nv}\}} = \frac{0,05^2}{1 \cdot 10^{-3}} = 2,5,$$

где:

$$Q = q_m(Y_m - Y_1) + \dots + q_{m,i+1}(Y_{m,i+1} - Y_i)$$

$k = \frac{m}{2}$  - при четном числе  $m$ ;  $k = \frac{m-1}{2}$  при нечетном числе  $m$ ;  $Y_m \geq Y_{m-1} \geq \dots \geq Y_1$ , или  $0,602 > 0,596 > 0,573 > 0,541 > 0,534$ . Значения  $q_{m,i+1}$  для  $i=1 \dots k$ ;  $m = 3 \dots 50$  приведены в [1, Приложение 10], используя [1, Приложение 10], находим

$$Q = 0,7071(0,602 - 0,534) = 0,05$$

Сравнение расчетного значения  $W_{R1}$  с табличным  $W_T$  [1, Приложение 11], которое определяется для заданной доверительной вероятности и известного числа повторных опытов (измерений)  $m$ . Для  $W_T [p_D = 0,95; m = 3] = 0,767$ . Так как расчетное значение  $W_{R1}$  превышает табличное  $W_T$  для выбранной доверительной вероятности, то гипотеза о нормальном распределении случайных величин не отвергается.

В табл. 1 приведены значения  $W_{Ri}$  для других опытов матрицы. Эти значения также превышают табличные, и поэтому первое условие о возможности применения регрессионного анализа удовлетворяется.

3. Проверка гипотезы об однородности дисперсий в опытах матрицы. Так как число повторных опытов ( $m=3$ ) одинаково для всех опытов матрицы, то для проверки однородности дисперсий применяется критерий Кочрена [1, (П.59)], расчетное значение которого

$$G_R = \frac{S_N^2 \{Y_{Nv}\}}{\sum_{v=1}^N S_N^2 \{Y_{Nv}\}} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} = 0,62$$

Расчетное значение  $G_R$  сравнивается с табличным значением  $G_T$ , которое определяется по [1, Приложение 7] в зависимости от числа опытов в матрице  $N$  и числа степеней свободы дисперсии  $f\{S_N^2\} = m - 1$  для заданной доверительной вероятности. В нашем случае  $G_T [p_D = 0,95; N = 5; f = 3 - 1 = 2] = 0,68$ . Так как  $G_R < G_T$ , то гипотеза об однородности дисперсий, т.е. равнозначности и воспроизводимости опытов, не отвергается.

4. Определение средней дисперсии выходного параметра в опытах матрицы. Если в опытах матрицы дисперсии однородны и число повторных опытов одинаково, то средняя дисперсия определяется по формуле [1, (Ш.10)]. Число степеней свободы этой дисперсии по формуле [1, (Ш.11)]. Средняя дисперсия характеризует средний разброс значений выходного параметра относительно средних значений при каждом уровне факторов, т.е. ошибку опытов в эксперименте. Дисперсия воспроизводимости равна

$$S_{(1)}^2 \{Y\} = \frac{1}{N} \sum_{v=1}^N S_N^2 \{Y_{Nv}\} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{5} = 8 \cdot 10^{-4}.$$

5. Определение подходящего вида регрессионной модели.

Интервал варьирования факторов постоянный и равен  $I_x = 4,89 - 4,81 = 4,81 - 4,72 = 0,8$ . Поэтому определяем неразделенные разности первого порядка по формуле [1, (Ш.12)]:

$$\Delta_1 = 0,57 - 0,32 = 0,25; \Delta_2 = 0,80 - 0,57 = 0,23.$$

Ввиду малого различия неразделенных разностей первого порядка выходного параметра, можно считать, что они тождественны и поэтому для описания экспериментальных данных можно условно принять уравнение прямой линии  $Y_R = a_0 + a_1 X$  или

$$Y_R = d_0 + d_1 (X - \bar{X}).$$

Использование уравнения позволяет упростить статистические расчеты при обработке экспериментальных данных, так как коэффициенты регрессии  $d_0$  и  $d_1$  не коррелированы. Коэффициенты регрессии  $d_0$  и  $d_1$  являются оценками истинных коэффициентов регрессии.

6. Определение коэффициентов регрессии. Если дисперсии выходного параметра для каждого уровня фактора однородны, то для определения коэффициентов регрессии в уравнении можно применять метод наименьших квадратов. По формулам [1, (Ш.17), (Ш.18)] определяются коэффициенты регрессии. Расчеты необходимых сумм сводятся в табл. 2.



Таблица 2

Результаты расчетов для определения коэффициентов регрессии

m	$X_{Nv}$	$X_{Nv} - \bar{X}$	$(X_{Nv} - \bar{X})^2$	$\bar{Y}_{Nv}$	$(X_{Nv} - \bar{X})\bar{Y}_{Nv}$
1	4,89	0,09	0,0081	0,57	0,051
2	4,81	0,01	0,0001	0,33	0,0033
3	4,72	-0,08	0,0064	0,78	-0,062
$\sum_{v=1}^N$	14,42	0,02	0,0146	1,68	-0,0074

По формулам [1, (III.15),(III.17), (III.18)] находим:

$$\bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{v=1}^N X_{Nv} = \frac{14,42}{3} = 4,8;$$

$$d_0 = \frac{1}{m} \sum_{v=1}^N \bar{Y}_{Nv} = \frac{1,68}{3} = 0,56; \quad d_1 = \frac{\sum_{v=1}^N (X_{Nv} - \bar{X})\bar{Y}_{Nv}}{\sum_{v=1}^N (X_{Nv} - \bar{X})^2} = \frac{-0,0074}{0,0146} = -0,51$$

Поэтому искомое уравнение имеет вид:

$$Y_R = 0,56 - 0,51(X-4,8)$$

или

$$Y_R = 3,68 - 0,51X.$$

7. Определение адекватности полученного уравнения. Для определения адекватности полученного уравнения используется критерий Фишера, расчетное значение которого определяется по формуле [1, (III.20)].

Расчет суммы для определения адекватности полученного уравнения сводится в табл. 3.

Таблица 3

Расчет суммы для определения адекватности полученного уравнения

m	$X_{Nm}$	$d_1 X_{Nm}$	$Y_{Rm}$	$\bar{Y}_{Nv}$	$\bar{Y}_{Nv} - Y_{Rm}$	$(\bar{Y}_{Nv} - Y_{Rm})^2$
1	4,89	-3,17	0,596	0,57	-0,026	0,00067
2	4,81	-3,12	0,329	0,33	0,001	0,000001
3	4,72	-3,06	0,791	0,78	-0,011	0,000121
$\sum_{m=1}^N$	14,42			1,68		0,00079

Используя данные табл. 3 и формулу [1, (III.21)], находим дисперсию, характеризующую рассеивание средних экспериментальных значений  $\bar{Y}_u$

$$S_{(2)}^2\{Y\} = \frac{m}{N-2} \sum_{m=1}^N (\bar{Y}_{Nv} - Y_{Rm})^2 = \frac{3}{5-2} 0,00079 = 0,00079.$$

Подставляя найденные значения дисперсий в формулу [1, (III.20)], получаем  $F_R = \frac{S_{(2)}^2\{Y\}}{S_{(1)}^2\{Y\}} = \frac{0,00079}{8 \cdot 10^{-4}} < 1.$

Так как  $F_R < 1$ , то определяем обратное значение отношения дисперсии  $F_R = \frac{S_1^2\{Y\}}{S_2^2\{Y\}} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,00079} = 0,012$  и сравниваем его с табличным значением [1, Приложение 4], которое равно  $F_T [p_D = 0,95; f\{S_1^2\} = 5(3-1)=10; f\{S_2^2\} = 3-2=1] = 241,9$ .  $F_R < F_T$ , поэтому гипотеза об адекватности линейной модели не отвергается.

8. Определение значимости коэффициентов регрессии. Для оценки значимости коэффициентов регрессии используется критерий Стьюдента, расчетное значение которого определяется по формуле [1, (III.23)]. Для этого определяется сводная дисперсия по формуле [1, (III.26)]

$$S^2\{Y\} = \frac{(m-1)NS_{(1)}^2\{Y\} + (N-2)S_{(2)}^2\{Y\}}{mN-2} = \frac{(3-1)5 \cdot 8 \cdot 10^{-4} + (5-2)0,00079}{3 \cdot 5 - 2} = 0,0008.$$

По формулам [1, (III.24), (III.25)] определяются дисперсии коэффициентов регрессии

$$S^2\{d_0\} = \frac{S_1^2\{Y\}}{mN} = \frac{0,0008}{3 \cdot 5} = 5 \cdot 10^{-5} \quad S^2\{d_1\} = \frac{S^2(Y)}{m \sum_{v=1}^N (X_{Nv} - \bar{X})^2} = \frac{0,0008}{3 \cdot 0,0146} = 0,018$$

Поэтому  $S\{d_0\} = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $S\{d_1\} = 0,018$ .

Расчетные значения критерия Стьюдента определяются по формуле [1, (III.23)]

$$t_R\{d_0\} = \frac{|d_i|}{S\{d_i\}} = \frac{3,68}{0,007} = 525, \quad t_R\{d_1\} = \frac{|d_i|}{S\{d_i\}} = \frac{0,51}{0,13} = 3,9.$$

По [1, Приложение 3] находим табличное значение критерия Стьюдента при условии, что доверительная вероятность  $p_D = 0,95$  и число степеней свободы, определяемое по формуле [1, (III.27)]  $f\{S_1^2\} = 3 \cdot 5 - 2 = 13$ . Следовательно,  $t_T [p_D = 0,95; f = 13] = 2,16$ . Так как  $t_R\{d_0\} = 525 > t_T = 2,16$  и  $t_R\{d_1\} = 3,9 > t_T = 2,16$ , полученные коэффициенты значимы и следовательно связь между  $Y$  и  $X$  значима.

Результаты создания уравнений регрессии и значимость коэффициентов регрессии показателей хлопкового волокна и интенсивности пылеотложения на оборудовании представлены в табл. 4.

Таблица 4

Уравнения регрессии и значимость коэффициентов регрессии

Показатель хлопкового волокна	Уравнение	Связь между $Y$ и $X$
Показатель микронейр (Mic)	$Y_R = 3,68 - 0,51X$	значима
Индекс зрелости (Mat)	$Y_R = -9,79 + 11,34X$	значима
Верхняя средняя длина (Len)	$Y_R = -4,79 + 4,86X$	значима
Количество волокон в пробе (Amt)	$Y_R = 3,007 - 0,0036X$	значима
Индекс равномерности по длине (Unf)	$Y_R = -15,82 + 0,199X$	значима
Индекс коротких волокон (SFI)	$Y_R = 2,54 - 0,205X$	значима
Удельная разрывная нагрузка (Str)	$Y_R = 1,394 - 0,0263X$	Не значима
Удлинение при разрыве (Elg)	$Y_R = -6,915 + 1,15X$	значима
Влажность образца (Moist)	$Y_R = 6,811 - 0,888X$	значима

Коэффициент отражения (Rd)	$Y_R = 2,946 - 0,0298X$	значима
Число сорных примесей (TrCnt)	$Y_R = -0,177 + 0,0295X$	значима
Площадь сорных примесей (Area)	$Y_R = 0,24 + 1,186X$	значима

Чем больше коэффициент регрессии, тем выше эффект этого фактора, т.е. тем сильнее проявляется влияние фактора на выходной параметр. Таким образом, по величине коэффициентов регрессии в модели можно осуществить ранжирование факторов по силе их влияния на  $Y$ . Знак перед коэффициентом регрессии определяет характер влияния фактора на  $Y$ . Факторы, коэффициенты которых имеют знак плюс, повышают величину выходного параметра, а имеющие знак минус – снижают ее.

#### Выводы:

1. Выполнено экспериментальное исследование связи гигиенической обстановки на хлопкопрядильной фабрике ООО СП «Кохлома», характеризующейся интенсивностью пылеотложения со значением показателей хлопкового волокна.
2. Анализ регрессионных статистических моделей связи показателей хлопкового волокна на интенсивность пылеотложения на поверхности оборудования показал, что модели адекватны.
3. Наибольшее влияние на интенсивность пылеотложения оказывают индекс зрелости и верхняя средняя длина хлопкового волокна.

#### Литература

1. Национальный стандарт Российской Федерации 53031. Волокно хлопковое. 2008
2. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстил. пром-ти. – М.: Легкая индустрия, 1980.
3. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5.
4. Оценка пылевыделения на предприятиях: учебное пособие / И.В. Сусоева, Г.К. Букалов, Е.В. Кривошеина. – Кострома: Изд-во Костром.гос. технол. ун-та, 2013. – 84 с.
5. Сусоева И.В. Организация противопожарной защиты объектов текстильной промышленности. Вестник КГТУ 2013.