

УДК 614

**ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ
ПУТЕМ АНАЛИЗА ДИСПЕРСНОСТИ ПЫЛИ**

**ASSESS THE FIRE RISK
OF TECHNOLOGICAL PROCESS
OF PRODUCTION OF COTTON YARN
BY ANALYZING THE DISPERSION OF DUST**

И.В. СУСОЕВА, Г.К. БУКАЛОВ
I.V. SUSOEVA, G.K. BUKALOV

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: info@kstu.ed.ru

В статье выполнено экспериментальное исследование распределения размеров осевших частиц пыли хлопкового волокна по диапазонам в хлопкопрядильном цехе. Определены статистические характеристики, абсолютная и относительная доверительные ошибки среднего значения размеров частиц хлопковой пыли по диапазонам. Определены переходы технологического процесса получения хлопчатобумажной пряжи, на которых выделяется пыль с наибольшим процентным количеством частиц пыли определенных размеров.

In the article an experimental investigation of the size distribution of dust particles into ranges. To determine the statistical characteristics, absolute and relative confidence error of the average size of dust particles into ranges. Defined transitions of technological process of production of cotton yarn, on which stands out the dust with the greatest percentage of the number of dust particles of a certain size.

Ключевые слова: пыль, дисперсность.

Keywords: dust, dispersion.

Технологический процесс получения хлопчатобумажной пряжи связан с образованием пыли вследствие истирания и отделения частиц волокон при взаимодей-

ствии с рабочими органами текстильных машин. Текстильные пыли являются пожаро- и взрывоопасными. Взрывы текстильных пылей представляют большую

опасность, так как часто влекут за собой не только большие материальные убытки, но и гибель людей. При выборе текстильного оборудования необходимо учитывать пожаро- и взрывоопасные свойства пыли, выделяющейся при его работе. В связи с этим анализ дисперсного состава пыли очень важен, так как в значительной мере определяет их физико-химические свойства, а следовательно, пожаро- и взрывоопасность. Без знания степени дисперсности текстильных пылей нельзя объективно оценить пожарную опасность технологических процессов в текстильной промышленности, в том числе получения хлопчатобумажной пряжи [1...6].

Для объективной оценки пожарной опасности необходимо знать концентрацию частиц пыли в воздухе производственных помещений.

К пылям, способным образовывать горючие пылевоздушные смеси, относят дисперсные материалы, характеризующиеся наличием показателей пожарной опасности: нижним концентрационным пределом распространения пламени, максимальным давлением, развиваемым при сгорании пылевоздушной смеси (более 50 кПа), и скоростью его нарастания, минимальным пожароопасным содержанием кислорода (менее 21%) [7].

Дисперсный состав пыли определяют методами микроскопии, седиментометрии

и механического разделения (ситовой и фильтрационный анализ). Со степенью дисперсности пыли тесно связана удельная поверхность пыли, которая увеличивается с повышением степени дисперсности пыли.

С увеличением степени дисперсности повышается химическая активность пыли, ее адсорбционная способность, склонность к электризации, понижается температура самовоспламенения и величина нижнего концентрационного предела воспламенения.

Для оценки пожарной опасности проводились исследования интенсивности пылеосаждения и дисперсного состава пыли, образовавшейся в результате работы оборудования и поступившей в воздух рабочей зоны, на различных технологических этапах получения хлопчатобумажной пряжи. Эксперименты проводили на хлопкопрядильной фабрике ООО СП "Кохлома", г. Кострома. Метод определения дисперсного состава пыли основан на обработке фотографий проб пыли, полученных с помощью окулярного винтового микрометра типа АМ 9-2. Пробы были получены по методике, представленной ранее в [8].

Дисперсность пыли определяется фракционным составом, то есть распределением количества частиц пыли с размером, попадающим в определенный диапазон значений (табл. 1).

Таблица 1

Переходы технологического процесса	Распределение количества частиц пыли по диапазонам размеров, %							
	размеры частиц в диапазоне, мкм							
	менее 1	1...3	3...5	5...10	10...20	20...40	40...60	более 60
1. Распаковка кип хлопка и установка в кипоразборник UNIfloc A 11	10	15	20	16	15	10	7	7
2. Рыхление и предварительная очистка хлопка UNIClean B 11	10	15	20	16	16	9	7	7
3. Интенсивное смешивание хлопка UNImix B 70	11	16	21	17	11	8	8	8
4. Рыхление и очистка хлопка "UNIflexB 60"	14	17	20	14	10	7	8	10
5. Окончательная очистка хлопка, параллелизация волокон и формирование ленты на чесальных машинах С 51 HI.Per	19	20	17	12	8	7	9	8
6. Вытягивание и выравнивание ленты на ленточных машинах SB-D 15 и RSB-D35	18	20	17	12	8	5	12	8
7. Формирование пряжи на пневмомеханических прядильных машинах BD-903. Пряжа наматывается на конусообразную катушку в форме бобин	17	20	17	12	8	5	11	8

В качестве примера рассмотрено вычисление статистических характеристик для размера частиц в диапазоне менее 1 мкм. При измерении размера частиц в диапазоне менее 1 мкм на 1-м технологическом этапе

(табл. 1) были получены следующие значения: 0,7; 0,82; 0,76; 0,9; 0,93; 0,86; 0,91; 0,9; 0,88; 0,85. Были определены следующие статистические характеристики.

1. Среднее по формуле [9, (II.1)]:

$$\bar{Y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_i = \frac{0,7 + 0,82 + 0,76 + 0,9 + 0,93 + 0,86 + 0,91 + 0,9 + 0,88 + 0,85}{10} = 0,851,$$

где m – количество опытов, $m = 10$; Y_i – значение i -го размера частиц, мкм.

2. Дисперсия по формуле [9, II.2]:

$$S^2 \{Y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2 = \frac{1}{10-1} \left[(0,7 - 0,851)^2 + \dots + (0,85 - 0,851)^2 \right] = 5 \cdot 10^{-3}.$$

3. Квадратическая неровнота по формуле [9, II.9]:

$$C\{Y\} = \frac{S\{Y\}}{\bar{Y}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{5 \cdot 10^{-3}}}{0,851} \cdot 100 = 8,3\%.$$

Качество результатов измерений значений размеров частиц пыли внутри диапазона оценивалось вычислением абсолютной и относительной доверительных ошибок среднего значения и его доверительных интервалов. Статистическая обработка экспериментальных данных фиксировалась на определенном уровне надежности

получаемых оценок; значение доверительной вероятности p_D при этом принималось равным 0,95.

Определение абсолютной доверительной ошибки при определении среднего значения осуществлялось по формуле [9, II.28]:

$$\varepsilon\{\bar{Y}\} = t_{T_2} \{p_D, f\} S\{Y\} \frac{1}{\sqrt{m}} = \frac{2,26 \cdot 10 \cdot 8,3}{\sqrt{10} \cdot 100} = 0,6,$$

где $t_{T_2} \{p_D, f\}$ – квантиль распределения Стьюдента равен 2,26 см. Приложение 5 [9] $p_D = 0,95$, для $m = 10$ число степеней свободы рассчитывалось по формуле $f = m - 1 = 9$.

Относительную доверительную ошибку среднего значения определяли по формуле [9, II.30]:

$$\sigma\{\bar{Y}\} = t_{T_2} \{p_D, f\} C\{Y\} \frac{1}{\sqrt{m}} = \frac{2,26 \cdot 8,3\%}{\sqrt{10}} = 6,05\%.$$

Нижняя η_n и верхняя η_v границы доверительного интервала η среднего

выхода размеров частиц в диапазоне менее 1 мкм вычислялась по формуле [9, II.31]

$$\eta_n = \bar{Y} - t_{T_2} \{p_D, f\} S\{Y\} \frac{1}{\sqrt{m}} \leq \eta \leq \bar{Y} + t_{T_2} \{p_D, f\} S\{Y\} \frac{1}{\sqrt{m}} = \eta_v,$$

$$9,4\% = 10\% - 0,6\% \leq \eta \leq 10\% + 0,6\% = 10,6\%.$$

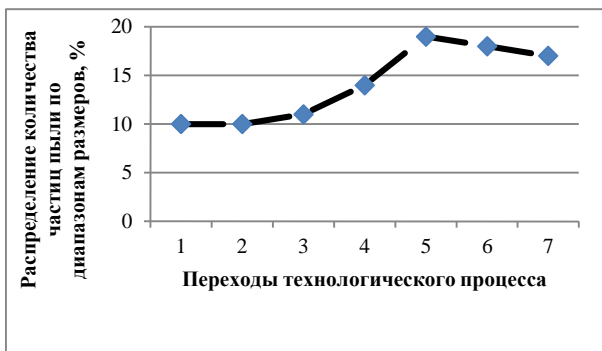


Рис. 1

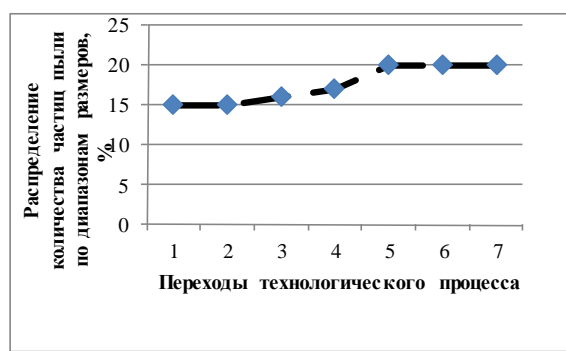


Рис. 2

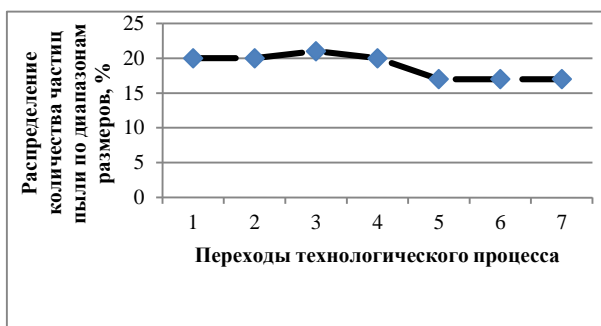


Рис. 3

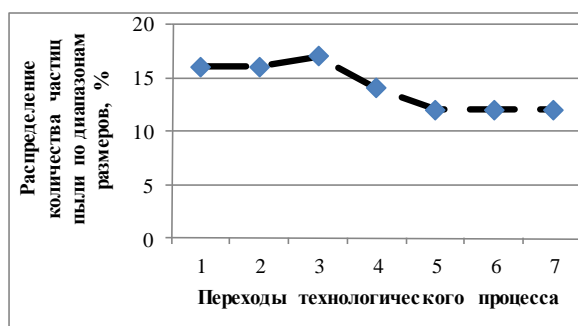


Рис. 4

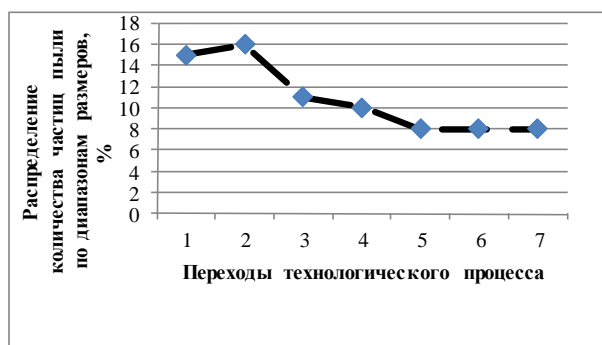


Рис. 5

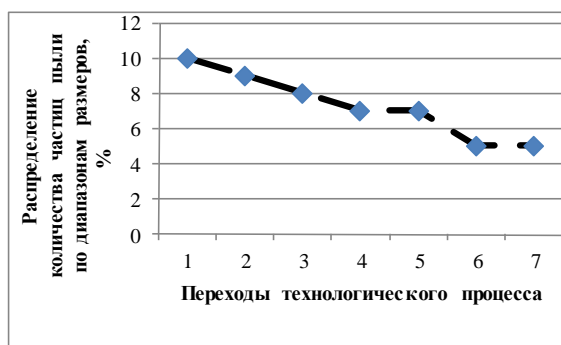


Рис. 6

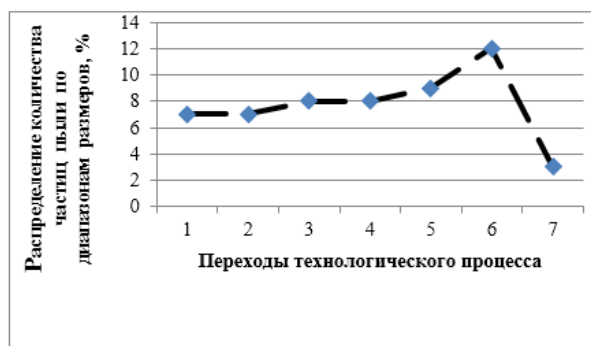


Рис. 7

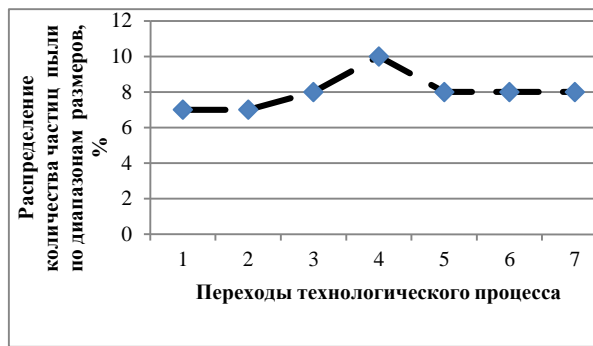


Рис. 8

Зависимости распределения количества частиц пыли по диапазонам размеров и переходов технологического процесса представлены на рисунках 1...8 (рис. 1 – распределение количества частиц пыли в диапазоне менее 1 мкм по переходам технологического процесса; рис. 2 – распределение количества частиц пыли в диапазоне от 1...3 мкм по переходам технологического процесса; рис. 3 – распределение количества частиц пыли в диапазоне 3...5 мкм по переходам технологического процесса; рис. 4 – распределение количества частиц пыли в диапазоне 5...10 мкм по переходам технологического процесса; рис. 5 – распределение количества частиц пыли в диапазоне 10...20 мкм по переходам технологического процесса; рис. 6 – распределение количества частиц пыли в диапазоне 20...40 мкм по переходам технологического процесса; рис. 7 – распределение количества частиц пыли в диапазоне 40...60 мкм по переходам технологического процесса; рис. 8 – распределение количества частиц пыли в диапазоне более 60 мкм по переходам технологического процесса).

Анализ результатов показал, что наибольшее процентное количество частиц пыли по диапазонам выделяется на следующих переходах:

- размером менее 1 мкм выделяются на переходе окончательной очистки хлопка;
- от 1 – 3 мкм соответственно на переходах окончательной очистки хлопка; вытягивания и выравнивания ленты, формирования пряжи на пневмомеханических прядильных машинах ВД-903;
- от 3 – 5 мкм соответственно на переходе интенсивного смешивания хлопка;
- от 5 – 10 мкм соответственно на переходе интенсивного смешивания хлопка;
- от 10 – 20 мкм соответственно на переходе рыхления и очистки хлопка;
- от 20 – 40 мкм соответственно на переходе распаковки кип;
- от 40 – 60 мкм соответственно на переходе вытягивания и выравнивания ленты;
- более 60 мкм соответственно на переходе рыхления и предварительной очистки хлопка.

Выполнено экспериментальное исследование распределения размеров осевших частиц пыли хлопкового волокна по диапазонам в хлопкопрядильном цехе; вычислены статистические характеристики, абсолютная и относительная доверительные ошибки среднего значения размеров частиц хлопковой пыли по диапазонам; определены переходы технологического процесса получения хлопчатобумажной пряжи, на которых выделяется пыль с наибольшим процентным количеством частиц определенных размеров, что позволит точнее определить категорию производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сусоева И.В., Букалов Г.К., Спиридонов И.А.* Определение категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности текстильного предприятия // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2012, №1(28). С.64.
2. *Сусоева И.В., Букалов Г.К.* Анализ эффективности организации противопожарных мероприятий на примере предприятия по изготовлению войлочных изделий // Электронный журнал "Научный вестник КГТУ" – 2013, №1. С.13.
3. *Сусоева И.В., Букалов Г.К.* Определение категории производственного здания по взрывопожарной и пожарной опасности ООО "РУНО" // Сб. тр. 64-й Межвуз. научн.-техн. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома: КГТУ, 2012.
4. *Сусоева И.В., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В.* Оценка пылевыведения на предприятиях. – Кострома: Изд-во Костром.гос. технол. ун-та, 2013.
5. *Сусоева И.В.* Организация противопожарной защиты объектов текстильной промышленности // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2013, №1(30). С.64.
6. *Сусоева И.В., Букалов Г.К.* Оценка соответствия терминов "текстильные отходы" и "пожаро-взрывоопасные пыли" // Сб. тр. IV Междунар. научн.-эколог. конф.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар: КубГАУ, 2015. С.559.
7. ГОСТ Р 12.3.047–98. Государственный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

8. *Сусоева И.В.* Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5.

9. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

REFERENCES

1. *Susoeva I.V., Bukalov G.K., Spiridonov I.A.* Определение категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности текстильного предприятия // Вестник Костромского гос. технолог. un-ta. – 2012, №1(28). S.64.

2. *Susoeva I.V., Bukalov G.K.* Анализ эффективности организации противопожарных мероприятий на примере предприятия по изготовлению войлочных изделий // Электронный журнал "Научный вестник КГТУ" – 2013, №1. S.13.

3. *Susoeva I.V., Bukalov G.K.* Определение категории производственного здания по взрывопожарной и пожарной опасности ООО "RUNO" // Sb. tr. 64-j Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf. molodyh uchenyh i studentov: Studenty i molodye uchenye KGTU – proizvodstvu. – Kostroma: KGTU, 2012.

4. *Susoeva I.V., Bukalov G.K., Krivosheina E.V.* Оценка пылевыделения на предприятиях. – Kostroma: Izd-vo Kostrom.gos. tehnol. un-ta, 2013.

5. *Susoeva I.V.* Организация противопожарной защиты объектов текстильной промышленности // Вестник Костромского гос. технолог. un-ta. – 2013, №1(30). S.64.

6. *Susoeva I.V., Bukalov G.K.* Оценка соответствия терминов "текстильные отходы" и "пожаро-взрывоопасные пыли" // Sb. tr. IV Mezhdunar. nauchn.-jeolog. konf.: Problemy rekultivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. – Krasnodar: KubGAU, 2015. S.559.

7. GOST R 12.3.047–98. Gosudarstvennyj standart Rossijskoj Federacii. Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaja bezopasnost' tehnologicheskikh processov. Obshhie trebovanija. Metody kontrolja.

8. *Susoeva I.V.* Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5.

9. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 30.09.15.