УДК 697.941

Дослідження роботи системи очищення повітря цеху бавовняних виробів

П. Л. Зінич[1], О. Ю. Шуваєва-Нечипорук[2]
[1]к.т.н., проф. Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури», м. Київ, Україна, mpzinych@ukr.net
[2]викл. Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури», м. Київ, Україна, shuvaeva_@ukr.net

Анотація. Були проведені дослідження існуючої системи аспірації та технологічного обладнання, що видаляє пил з повітря цеху бавовняних виробів. Розроблено науково-обгрунтований та високоефективний спосіб і підбір обладнання при реконструкції системи аспірації для знепилення повітря в цеху бавовняних виробів, показана необхідність заміни обладнання. Досліджено склад повітря робочої зони цеху бавовняних виробів. Для вимірювання концентрації пилу метод був вибраний з попереднього осадження. У цьому цеху вимірювання бавовняного пилу здійснювалося за допомогою аспіратора моделі 822. Для вимірювання дисперсії бавовняного пилу на робочому місці біля ткацької машини було взято декілька зразків зразків повітря. Виконана робота показала, що аналіз проблеми очищення повітря в системі аспірації цеху бавовняних виробів, властивостей пилу і застосованого обладнання свідчить про актуальність проблеми ефективного очищення повітря. Було вирішено питання з очищення повітря шляхом реконструкції існуючої системи аспірації і заміни на більш ефективне обладнання для очищення повітря цеху. Порівняння теоретичних і практичних результатів показало ефективне застосування фільтра з регенерацією зворотною продувкою. Обраний фільтр повністю поглинає волокнистий компонент бавовняного пилу, і його ефективність практично не знижується, коли змінюється вміст пилу в повітрі та коли змінюється повітряний потік.

Ключові слова: очищення повітря, системи аспірації, бавовняне виробництво

Вступ. Основні технологічні процеси, що відбуваються при виробництві бавовняних виробів [1...4] і на аналогічному виробництві супроводжуються посиленим виділенням пилу, що значно забруднює виробниче середовище, а також ускладнює протікання технологічних процесів і значно погіршує умови перебування людини в такому середовищі. Вимоги до знання технології та інформація про обладнання, що використовується для виробництва бавовняних виробів – не є основними. Необхідно створити безпечні умови на виробництві.

Актуальність дослідження. Технологічні процеси, які відбуваються у цеху бавовняних виробів, супроводжуються інтенсивним і значним виділенням пилу, який забруднює повітря виробничого приміщення, погіршує умови праці, якість продукції, що виробляється, викликає професійні захворювання і наносить суттєвий соціальний, екологічний та економічний збиток [2, 4, 5]. Видалення пилу і запиленого повітря від технологічного обладнання відбувається місцевими і центральними системами аспірації. Найважливішим елементом систем аспірації такого виробництва, що визначає їх продуктивність і ефективну роботу є пиловловлювач. Пиловловлювальне обладнання, що застосовується у даному цеху є недостатньо ефективним, а очищене повітря не може бути використаним повторно і повертатись до виробничого приміщення цеху за санітарно гігієнічними нормами [6]. Проблема підвищення ефективності очищення повітря в цеху бавовняних виробів, залишається важливою та актуальною.

Останні дослідження та публікації. Огляд останніх досліджень та публікацій показав, що на сьогоднішній день існує велика кількість сучасного обладнання для знепилення повітря та його ефективного очищення в системах аспірації. Було враховано переваги та недоліки різного пиловловлювального обладнання, а також особливості фізико-механічних властивостей бавовняного пилу [2...5].

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є розробка науково-обгрунтованого високоефективного способу і підбору облад-нання для знепилення повітря і реконструкція системи аспірації цеху бавовняних виробів.

Основна частина. У даній роботі дослідження проводилися на базі цеху бавовняних виробів, що працює у дві зміни (кожна по 8 годин). Перерва між змінами – 1 година. У даному цеху знаходиться 8 однакових ткацьких верстатів (рис. 1). Більшість технологічних процесів, що відбуваються у цеху бавовняних виробів і на аналогічному виробництві супроводжуються інтенсивним виділенням пилу різних розмірів, що сильно забруднює виробниче середовище, а також технологічні станки, сильно ускладнює протікання технологічних процесів і значно погіршує умови роботи технологічного обладнання, а також умови перебування людини в такому середовищі.

Рис.1. Ткацькі верстати цеху бавовняних виробів до заміни обладнання

Більшість технологічних процесів, що відбуваються у цеху бавовняних виробів і на аналогічному виробництві супроводжуються інтенсивним виділенням пилу різних розмірів, що сильно забруднює виробниче середовище, а також технологічне обладнання, ускладнює протікання технологічних процесів і значно погіршує умови роботи технологічного обладнання, а також умови перебування людини в такому середовищі. Існує прямий зв'язок між інтенсивністю роботи обладнання, виробництвом бавовняних виробів та кількістю виділення пилу. Зазвичай при проектуванні нової системи аспірації повітря або при реконструкції існуючої системи длч вентиляційного та пилоочисного обладнання відводяться значні виробничі площі, що ускладнює роботу цеху при невеликих його площах. Але найважливішим є забезпечення безпеки перебування людини у виробничому середовищі [2, 5].

Бавовняний пил, що з’являється під час роботи станків цеху бавовняних виробів, складається з багатьох компонентів (волокна, бактерій та інших домішків, які змішуються з бавовною при виробництві ниток).

В цеху бавовняних виробів спостерігається значна запиленість повітря (при сухому виробництві бавовняних виробів, при завантаженні всіх ткацьких станків) від 8 до 60 мг/м^3 (в залежності від інтенсивності виробництва).

Найбільш шкідливим є бавовняний пил, розміром до 5 мкм, так як він може глибоко проникати до альвеолярних каналів легень. Також не менш шкідливим є пил розміром 10 мкм і більше, що затримується у бронхах та верхніх дихальних шляхах людини.

Бавовняний пил має специфічний вплив: токсичний (коли пил є розчинним) і фіброгенний (коли пил нерозчиний). Розчинний пил дуже швидко потрапляє до системи кровообігу, а нерозчинний – проникає через органи дихання аж до легень і може викликати хвороби органів дихання. Бавовняний пил є волокнистим, за своєю структурою і є нетоксичним, але через свою тонку дисперсність може мати фіброгенну дію.

На швидкість осідання бавовняного пилу, тобто можливість знаходитися у завислому стані, впливає дисперсність пилу. Це сприяє проникненню бавовняного пилу безпосередньо до органів дихання.

Концентрацію пилу в повітрі можливо визначити двома способами: перший – *з попереднім осадженням пилу* (ваговий, радіоізотопний, оптичний, п'єзоелектричний методи, метод, що оснований на уловлюванні пилу водою, метод механічних вібрацій, метод, заснований на вимірюванні перепаду тисків на фільтрі); другий – *без попереднього осадження пилу* (акустичний, оптичний, електричний методи) [7].

Для вимірювання концентрації пилу був вибраний перший спосіб. В даному цеху вимірювання бавовняного пилу проводились за допомогою аспіратора моделі 822, що показаний на рис. 2.

Результати вимірювань дисперсного складу бавовняного пилу в повітрі даного цеху занесені до табл. 1.

На рис. 3 зображено ткацький верстат цеху бавовняних виробів та червоною крапкою показана точка забору проб повітря на робочому місці.

Ступінь шкідливої та небезпечної дії бавовняного пилу на організм людини залежить від фізико-хімічного складу пилу, а також дисперсності частинок пилу, їх форми, розміру, концентрації у повітрі та наявності в них бактерій і мікроорганізмів. Був виконаний аналіз складу пилу в робочій зоні цеху бавовняних виробів біля станків (у цеху їх 8 шт.). Середні значення результатів вимірювань дисперсного складу повітря робочої зони цеху бавовняних виробів наведені у табл. 2.

Внаслідок виділення великої кількості пилу в процесах при виробництві бавовняних виробів ткацькі станки необхідно оснащувати системами і обладнанням для видалення пилу з приміщення цеху, очищувати повітря до необхідних технологічних і санітарно-гігієнічних норм (пиловловлювачі, пилозбірники, індивідуальні системи очищення повітря).

Середні значення об'ємів повітря, що необхідно очистити (від одного ткацького верстату) подано у табл. 3.

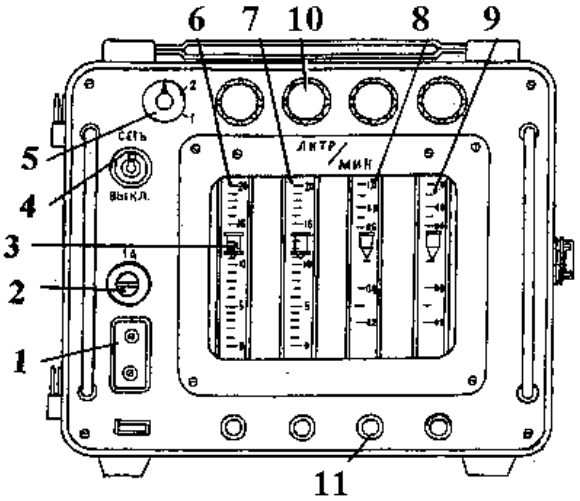

Рис. 2. Аспіратор (модель 822):
1 – вхідна колодка; 2 – запобіжник; 3 – поплавок ротаметру; 4 – тумблер вмикання і вимикання аспіратора; 5 – розвантажувальний клапан; 6, 7 – ротаметри для визначення запиленості; 8, 9 – ротаметри для визначення загазованості; 10 – ручка вентиля ротаметра; 11 – вхідний штуцер

Таблиця 1.

Результати вимірювань дисперсного складу бавовняного пилу, зваженого в повітрі цеху бавовняних виробів (середні значення)

Дисперсний склад бавовняного пилу, % при розмірі частинок, мкм				Вміст пилу,% дрібна фракція (менше 10 мкм)
до 3,75	3,75 – 7,5	7,5 – 15,0	більше 15	
76,0	13,5	3,0	7,00	-

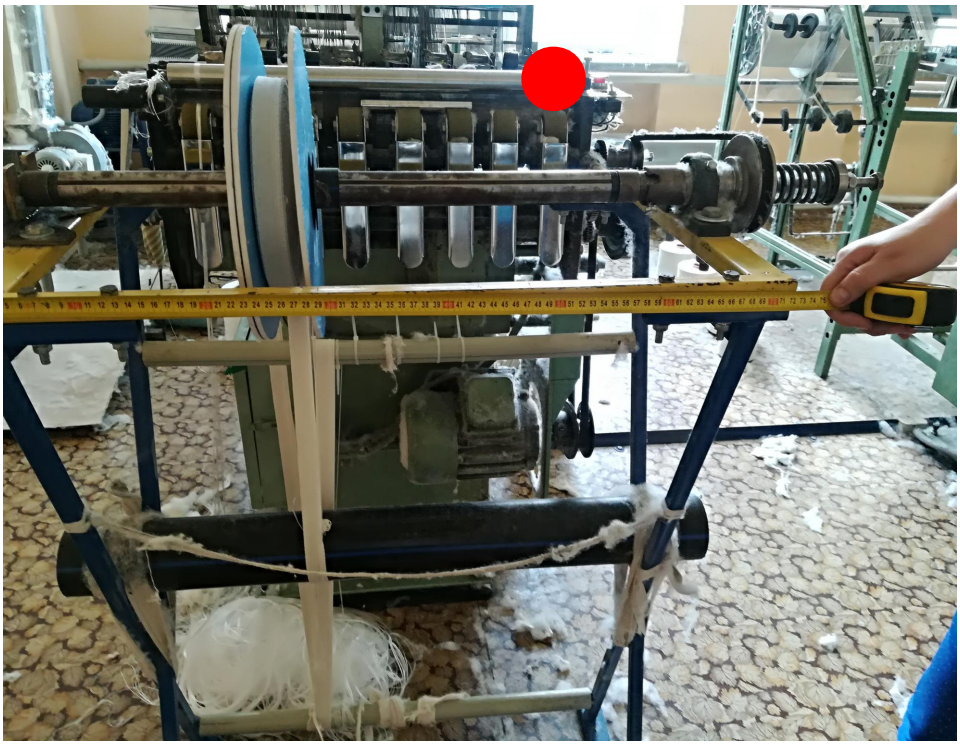

Рис. 3. Ткацький верстат цеху бавовняних виробів

Таблиця 2.

Результати вимірювань дисперсного складу повітря робочої зони цеху бавовняних виробів (середні значення)

Дисперсність пилу, % при розмірі частинок, мкм.						Місце забору проб повітря
0 - 2	2 – 4	4 – 6	6 - 8	8 - 10	більше 10	
80,0	12,0	4,0	0,8	2,0	6,0	Ткацький верстат

Таблиця 3

Витрати повітря для обладнання цеху бавовняних виробів (середні значення)

Витрата повітря, $м^3$/год	Тип обладнання
600-800	Ткацький верстат

Таким чином, виробництво продукції у цеху бавовняних виробів супроводжується виділенням значних об'ємів запиленого повітря із систем аспірації. Пил, що виділився є різноманітним, як за природнім так і за дисперсним складом. Крім технологічних і екологічних проблем, які виникли, додалось питання з пожежної безпеки.

Важливим елементом системи аспірації є пиловловлювач, в якому повітря очищується від пилу перед викидом з приміщення цеху до зовнішнього середовища або повертається для повторного використання.

Існуюча система аспірації цеху бавовняних виробів підлягала реконструкції з метою інтенсифікації процесів, що проводяться у ньому, підвищення потужності виробництва, зниження енергоспоживання. Відбулась заміна обладнання більш ефективними апаратами очищення повітря.

Для очищення повітря був вибраний патронний фільтр з регенерацією зворотною продувкою на зміну старому фільтру рукавного типу.

При заміні обладнання ефективність очищення повітря цеху бавовняних виробів зросла на 40%. Фільтр з регенерацією зворотною продувкою показав себе під час експлуатації системи аспірації ефективніше на 35% від рукавного фільтру, який був вилучений з системи. Новий фільтр показав очищення повітря

від пилу близько 98,8%. Також була проведена повна заміна повітроводів.

Висновки. Виконана робота показала, що аналіз проблеми очищення повітря в системі аспірації цеху бавовняних виробів, властивостей пилу і застосованого обладнання свідчить про актуальність проблеми очищення повітря і вирішення питань з очищення повітря шляхом реконструкції існуючої системи аспірації та заміни старого обладнання для очищення від бавовняного пилу на нове. При порівнянні можливих теоретичних і практичних результатів був зроблений вибір на користь патронного фільтра з регенерацією зворотною продувкою. У зв'язку із відносною новизною фільтрів, що регенеруються продувкою, були виконані експериментальні дослідження процесів фільтрування та очищення повітря від бавовняного пилу. Вони показали, що фільтр повністю вловлює волокнисту складову бавовняного пилу, а також його ефективність не знижується суттєво при зміні концентрації пилу у повітрі та при зміні витрати повітря. Як показали теоретичні та експериментальні дослідження, застосування фільтру, що регенерується продувкою, забезпечує більш високу ефективність очищення повітря цеху від пилу, і відповідно зменшує енергозатрати у порівнянні із попереднім типом фільтру.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі розвитку виробництво даного цеху буде розширюватись та використовуватиме також штучне волокно. При цьому планується проведення серії вимірювань і дослідження ефективності прийнятого обладнання.

Література

1. Жужиков В. А. Фильтрование / В. А. Жужиков. – Москва: Химия. – 1980. – 400 с.
2. Штокман Е. А. Очистка воздуха / Е. А. Штокман. – Москва: Изд-во АСВ, 1999.
3. Промышленное пылеулавливающее оборудование / Л. И. Гудим, В. Ф. Зенков, Р. Г. Жарков, А. Н. Харитонов // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – №11. – с. 44–46.
4. Перепелкин К. Е. Волокна и волокнистые материалы: путь от XX в XXI век / К. Е. Перепелкин // Вестник СПГУТД. – 2003. – №9. –с.47-73.
5. Жарков Р. Г. Исследование и розработка высокоэффективной двухступенчатой установки для систем аспирации и пневмотранспорта текстильної промышленности: автореф. дис. канд. техн. наук.: 05.17.08 / Р. Г. Жарков; Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина. – Москва, 2005. – 16 с.
6. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 01.01.2014. – Київ: Укрархбудінформ, 2013. – V, 141 с.
7. Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли / А. П. Клименко. – Москва: Химия. – 1978. – 208 с.

References

1. Zhuzhikov V.A. *Filtrovanije*. Chimija, 1980.
2. Shtokman E.A. *Ochistka vozducha*. Izd-vo ASB, 1999.
3. Gudim L.I., Zenkov V. F., Zharkov R. G., Charitonov A. N. "Promyshlennoe pyleulavlivalushchee oborudovanie." *Bezopasnost zhiznedeiatelnosti*, no.11, 2004.
4. Perepelkin K. E. "Volokna i voloknistue material: put ot XX v XXI vek." *Vestnik SPGUTD*, no.9, 2003.
5. Zharkov R. G. Issledovanie i razrabotka vusokoefektivnoi dvuchstupenchatoi ustanovki dlja system aspiracii I pnevmotransporta tekstilnoi promushlennosti. Diss. Abstract. Moscow State Textile University named after A.N. Kosygin, 2005.
6. Opalennia, ventyliatsiia ta kondytsionuvannia. DBN V.2.5-67:2013, Ukrarkhbudinform, 2013.
7. Klumenko A. P. *Metodu i priboru dlia izmereniia kontsentratsii pyli*. Chimiia, 1978.

УДК 697.941

Исследования работы системы очистки воздуха цеха хлопчатобумажных изделий

П. Л. Зинич[1], О. Ю. Шуваева-Нечипорук[2]
[1]к.т.н., проф. Обособленное структурное подразделение «Інститут инновационного образования Киевского национального университета строительства и архитектуры», г. Киев, Украина, mpzinych@ukr.net
[2]преп. Обособленное структурное подразделение «Інститут инновационного образования Киевского национального университета строительства и архитектуры», г. Киев, Украина, shuvaeva_@ukr.net

Аннотация. Были проведены исследования существующей системы аспирации и технологического оборудования, удаляет пыль из воздуха цеха хлопчатобумажных изделий. Разработаны научно обоснованный и высокоэффективный способ и подбор оборудования при реконструкции системы аспирации для обеспыливания воздуха в цехе хлопчатобумажных изделий, показана необходимость замены оборудования. Исследован состав воздуха рабочей зоны цеха хлопчатобумажных изделий. Для измерения концентрации пыли метод был выбран из предыдущего осаждения. В этом цеху измерения хлопковой пыли осуществлялось с помощью аспиратора модели 822. Для измерения дисперсии хлопковой пыли на рабочем месте у ткацкой машины было взято несколько образцов воздуха. Проделанная работа показала, что анализ проблемы очистки воздуха в системе аспирации цеха хлопчатобумажных изделий, свойств пыли и применяемого оборудования свидетельствует об актуальности проблемы эффективной очистки воздуха. Был решён вопрос по очистке воздуха путём реконструкции существующей системы аспирации и замены на более эффективное оборудование для очистки воздуха цеха. Сравнение теоретических и практических результатов показало эффективное применение фильтра с регенерацией обратной продувкою. Выбранный фильтр полностью поглощает волокнистый компонент хлопкового пыли, и его эффективность практически не снижается, когда меняется содержание пыли в воздухе и когда меняется воздушный поток.

Ключевые слова: очистка воздуха, системы аспирации, хлопковое производство.

UDC 697.941

Studies of the Operation of the Air Cleaning System of the Cotton Products Workshop

P. Zinuch[1], O. Shuvaeva-Nechiporuk[2]
[1]Ph.D, professor. Institute of innovative education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev, Ukraine, mpzinych@ukr.net
[2]assistant professor. Institute of innovative education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev, Ukraine, shuvaeva_@ukr.net

Abstract. At the study of the existing aspiration system and technological equipment removes dust from the air of the cotton products shop. Development of a scientifically based and highly efficient method and selection of equipment for the reconstruction of the aspiration system for dedusting air in the cotton goods workshop, equipment replacement, and air composition studies for the cotton goods workshop. To measure the concentration of dust, the method was chosen from a pre-deposition. In this workshop, the measurement of cotton dust was carried out using an aspirator of model 822. To measure the dispersion of cotton dust, several samples of air samples were taken at the workplace near the weaving machine. The existing system of aspiration of the shop of cotton products was reconstructed in order to intensify processes carried out in it, increase production capacity, reduce energy consumption. Replacing the equipment with more efficient air purification devices. The performed researches have shown that the analysis of the problem of air purification in the aspiration system of the shop of cotton products, the properties of dust and applied equipment indicates the relevance of the problem of efficient air purification. The issue of air purification was solved by the reconstruction of the existing aspiration system and the replacement of more efficient equipment for air purification of the workshop. Comparison of theoretical and practical results has shown the effective application of a filter with regenerative backflow. The selected filter completely absorbs the fibrous component of cotton dust, and its efficiency does not decrease substantially when the dust concentration in the air changes and when the air flow changes. In the future, the production of this workshop will be expanded and artificial fiber will be used. In this case, it is planned to conduct a series of measurements and study the efficiency of the equipment adopted.

Keywords: air cleaning, aspiration systems, cotton production.

Надійшла до редакції / Received 18.06.2018.