

2 Кондратьев, Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. — Москва : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. — 408 с.

УДК 677.024

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КООРДИНАТ ПЫЛЕВОГО ОБЛАКА ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ НАНЕСЕНИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ НА ПОДЛОЖКУ

Асп. Парманчук В.В., проф. Ольшанский В.И.

УО «Витебский государственный технологический университет»

Аэродинамические свойства мелкодисперсных частиц и примесей характеризуются сопротивлением, которое оказывает их движению воздух. Если (рис. 1) в вертикально восходящий поток воздуха поместить несколько разных частиц, то на них будут действовать сила тяжести G , подъемная сила (при движении частицы вверх) и сила сопротивления воздушного потока (при движении частицы вниз). Силу сопротивления R можно определить по формуле

$$R = k * \rho * F * (c - u)^2, \quad (\text{Н}) \quad (1)$$

где k — коэффициент сопротивления; ρ — плотность воздуха, кг/м^3 ; F — площадь Миделева сечения частицы, м^2 ; c — действительная скорость частицы, м/с ; u — скорость воздушного потока, м/с ; $c - u$ — относительная скорость частицы, м/с .

Если $G_1 < R_1$, то частица M_1 будет двигаться вместе с воздушным потоком вверх, а если $R_2 < G_2$, то частица M_2 будет двигаться вниз. Если $R_3 = G_3$, то частица в потоке воздуха будет находиться во взвешенном состоянии. Скорость воздушного потока, при которой частица удерживается во взвешенном состоянии, называется *критической скоростью*. Критическую скорость различных частиц определяют из выражения

$$R = k * \rho * F * u_{кр}^2 = G, \quad (2)$$

откуда

$$u_{кр} = \sqrt{\frac{G}{k * \rho * F}} \quad (3)$$

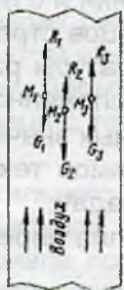


Рисунок 1 – Воздушный канал

Мелкодисперсные частицы вороха имеют разные критические скорости. Для выделения из легких мелкодисперсных частиц и тяжелых примесей необходимо, чтобы скорость воздуха u_B находилась в промежутке между значениями критических скоростей разделяемых фракций, т. е.

$$U'_{кр} > u_B > U''_{кр} \quad (4)$$

где $U'_{кр}$ — критическая скорость частиц, $U''_{кр}$ — критическая скорость лёгких примесей.

В этом случае все легкие мелкодисперсные частицы будут уноситься воздушным потоком вверх, а все тяжелые примеси будут падать вниз.

Устройство для производства комбинированных материалов состоит из: рулона материала 1, механизмов нанесения клея 2, камеры для распределения мелкодисперсных частиц, состоящей из бункера 3, дозирующих устройств 4, распылителей 5, размещенных в приемной камере 6 с неподвижным столом 7, сушильной камере 8, лентопротяжного механизма 9 и приемного барабана 10.

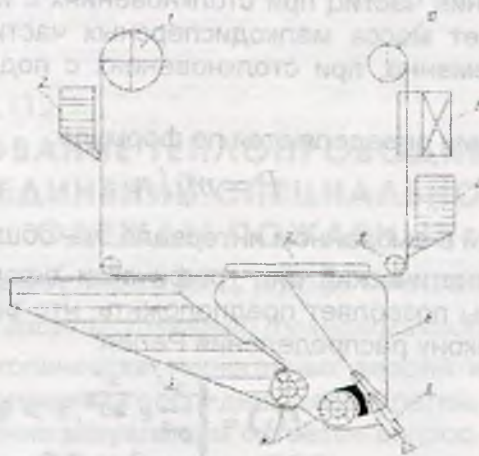


Рисунок 2 – Устройство для производства комбинированных материалов

Выполненные эксперименты выявили основные факторы, определяющие интенсивность пылевыведения:

а) технологические параметры и физико-механические свойства сыпучего материала: давление воздуха в магистрали, частота вращения ротора n , c^{-1} , влажность материала W , %; гранулометрический состав; расход материала Q_m , $кг/с$; плотность частиц ρ_m , $кг/м^3$;

б) конструктивные параметры фарсунок, бункера и ротора: размеры, количество и геометрия лопастей ротора; частота расположения фарсунок, направление потока воздуха, геометрия отверстий, расстояние до подложки H_1 , м; высота перегрузки H , м; форма бункера; тип укрытия, подложки; степень герметизации.

Построим применительно к потоку сыпучего материала математическую модель взаимодействия твердых частиц и воздуха, определим динамическую характеристику частиц сыпучих материалов, сформулируем основные положения аэродинамики потока материала в закрытых бункерах, раскроем закономерности формирования воздушного потока.

Допустим, что в элементарном объеме смеси, также, как и в элементарных объемах составляющих, содержится достаточно большое число частиц. При этом имеется два пути осреднения параметров, характеризующих i -й компонент, либо по всему объему, либо только по части этого объема, занимаемого i -м компонентом [1]. Для плотности имеем в первом случае

$$\rho_{ip} = n_i m_i, \quad (5)$$

а во втором

$$\rho_i = n_i m_i / \beta_i \quad (6)$$

где n_i – число частиц i -го компонента в единице объема смеси, m_i – масса частиц i -го компонента, β_i – доля объема смеси, занятого частицами i -го компонента.

В первом случае имеем парциальную плотность, а во втором – истинную плотность частиц i -го компонента. Между ними существует очевидная связь:

$$\rho_{ip} = \beta_i \rho_i \quad (7)$$

Для плотности двухкомпонентной смеси имеем очевидное соотношение

$$\rho = \rho_{1p} + \rho_{2p} = \beta_1 \rho_1 + \beta_2 \rho_2 = \sum \beta_i \rho_i \quad ; \quad (8)$$

$$\beta_1 + \beta_2 = \sum \beta_i = 1,$$

а для среднemasсовой (барицентрической) скорости этой смеси $\rho \bar{v} = \sum \beta_i \rho_i \bar{v}_i$

В качестве математической модели для описания пылевого облака принимается модель сплошной среды, состоящей из мелкодисперсных частиц. При этом учитываются силы, действующие на частицы со стороны воздуха, а также размер мелкодисперсных частиц и количества движения частиц при столкновениях с подложкой. В таких столкновениях на подложке оседает масса мелкодисперсных частиц, благодаря нанесенному клеевому составу. Одновременно, при столкновениях с подложкой частицы полностью теряют свое движение.

Частоты случайных величин определяются по формуле:

$$P_i = m_i / n, \quad (9)$$

где m_i - число наблюдений в выбранном интервале, n - общее число наблюдений.

Экспериментальный статистический ряд графически оформляется в качестве гистограммы [2]. Вид гистограммы позволяет предположить, что распределение частиц волокнистой пыли подчиняется закону распределения Релея:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, & x > 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}; \quad (10)$$

где $f(x)$ - функция закона распределения Релея, x - наблюдаемая величина (длина частиц), σ - среднее квадратичное отклонение.

На базе теоретических исследований [2] определены численные значения параметров распределения Релея: мат. ожидание $m_x = 1.1$ мм, дисперсия $Dx = 0.64$ мм, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 0,8$ мм. Траектория движения мелкодисперсных частиц описывается в координатной форме:

$$x = V_1 t, y = V_2 t, \quad (11)$$

где V_1 - скорость движения волокнистой массы, V_2 - скорость воздушного потока, t - время.

Если абсолютная скорость движения частицы относительно неподвижной системы координат равна V , а средняя скорость воздушной среды на пути частицы w , то действующая на частицу сила инерции

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{\tau(w - V)}, \quad (12)$$

$$\tau = \frac{m}{3\pi\mu_B d}$$

где

В координатной форме уравнение (12) примет вид:

$$m \frac{dV_x}{dt} = \frac{1}{\tau} d(w_x - V_x), m \frac{dV_y}{dt} = \frac{1}{\tau} d(w_y - V_y). \quad (13)$$

Решая дифференциальные уравнения (13), можно определить координаты положения отрывающейся волокнистой частицы материала во времени:

$$x = t(w_x - e^{-\frac{t}{\tau}}), y = t(w_y - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (14)$$

Рассчитанные по уравнениям (14) значения x и y позволяют найти координаты расположения пылевого облака. Для волокнистых частиц нитрона и полиэфира размером $0,3 - 1,1$ мм, $d = 0.01872$ мм, скорость подачи $V_1 = 0.2$ м/с, скорость воздушного потока $V_2 = 20$ в/с, время релаксации $\tau = 0.084$ с. Тогда при $S = 0,2$ м, $x = 0,002$ м, $y = 0.19$ м.

Список использованных источников

1. Аэродинамические основы аспирации : монография / И. Н. Логачев, К. И. Логачев. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2005. – 659 с.
2. Экспериментальные и теоретические исследования координат пылевого облака при раскрое волокнистых материалов на стационарных ленточных машинах / В. И. Ольшанский, И. А. Тимонов, В. П. Терентьев // Сборник статей ВТИЛП. – Витебск, 1994. – Ч. 2. – 207 с.

УДК 687.174: 677.077.625.112

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ СВОЙСТВ
УЗЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ
ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ**

Асп. Довыденкова В.П., проф. Ольшанский В.И.

УО «Витебский государственный технологический университет»

В связи с увеличением количества техногенных аварий и катастроф, вызванных не только климатическими изменениями последних десятилетий, но и непосредственно деятельностью человека, особенно актуальным остаётся вопрос создания высококачественной специальной защитной одежды пожарных (СЗО).

С учётом специфики работы в реальных условиях ликвидации пожара к одежде такого рода предъявляются повышенные требования. Это касается как используемых для их изготовления материалов, так и конструкции узлов и соединений теплоотражательных костюмов (далее ТОК), так как в экстремальных условиях воздействия высоких температур человека защищает не ткань, а одежда из неё.

Согласно действующим на территории Республики Беларусь техническим нормативно-правовым актам пакет материалов, используемых для изготовления СЗО ПТВ типа тяжёлый (Т), должен состоять не менее чем из трёх слоёв: материала верха, теплоизоляционной прокладки и внутреннего слоя; типа полутяжёлый (ПТ) – не менее чем из двух слоёв: материала верха и внутреннего слоя. Материал верха СЗО ПТВ должен изготавливаться из термостойких материалов с нанесением металлизированного покрытия с высокой степенью отражения инфракрасного излучения, обеспечивать защиту от воздействия интенсивного теплового излучения, контакта с нагретыми поверхностями, тепловых потоков, открытого пламени, механических воздействий, агрессивных сред, а также от неблагоприятных климатических воздействий.

Однако материалы с металлизированным покрытием в большинстве случаев не являются термопластичными. Поэтому наиболее рациональным и приемлемым из всех известных способов соединения деталей (ниточного, сварного, клеевого, комбинированного) при изготовлении такого рода одежды в условиях производства является ниточное скрепление.

Предварительные органолептические исследования готовых образцов теплоотражательных костюмов позволили установить, что использование традиционного ниточного способа соединения деталей и узлов ТОК приводит к существенному разрушению защитного металлизированного слоя в местах прокола материала иглой швейной машины, то есть в швах.

Для оценки изменения теплопроводных свойств материалов верха с учётом повреждений металлизированного слоя при стачивании тепловизором марки NEC Thermo Tracer TH 9100 WL (Япония) были проведены тепловизионные исследования узлов и соединений ТОК. Данный прибор обладает высокими техническими параметрами: широким рабочим температурным диапазоном камеры ($-40 - 2000^{\circ}\text{C}$), высокой чувствительностью ($0,03^{\circ}\text{C}$), расширенным спектральным диапазоном ($8 - 14 \text{ мкм}$), позволяет проводить температурный контроль широкого класса объектов. Погрешность измерения температу-