

*Канд. техн. наук, доцент Шальский Г.Г.
аспирант Проскурина И.В.
аспирант Ведмедева Т.Б.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ПРОЦЕСС ОБЕСПЫЛИВАНИЯ НА ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПУНКТАХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

У даній статті зроблена спроба проаналізувати падіння частинок вугілля із стрічки транспортера. Виявлені характерні ділянки падіння частинок, при яких відбувається найбільший процес утворення пилу. Приведена методика розрахунку падіння частинок. Надано рекомендації до розрахунку центробіжного апарату сухого способу знепилювання.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

По данным многих авторов доля перегрузочных пунктов в процессе пылеобразования при транспортировании сыпучих материалов ленточными конвейерами составляет от 70% до 85%.

Разработанный Гипрококсом типовой проект механизации и автоматизации углеподготовительного цеха предусматривает создание технологического комплекса машин, связанных между собой транспортирующими устройствами. Накопление и усреднение угля производится на механизированном складе, состоящем из двух участков. Один участок представляет собой открытую часть механизированного склада, включающего мостовой угольный перегружатель, штабелер, конвейерный погрузчик и конвейера. Другой участок – часть закрытого угольного склада, совмещенного с дозирочным отделением. Углеподготовительный цех оборудован конвейерами, которые связывают отделения, предварительного дробления, дозирочное, окончательного дробления, смесительное и верх угольной башни коксового цеха. С углеприемного участка склада, ленточным конвейером, поток угля направляется в отделение предварительного дробления. Здесь он обрабатывается дробилками до крупности 0 – 40 мм и конвейерами подается либо в дозирочное отделение, либо на участок открытого угольного склада. При транспортировке углей выделяется большое количество пыли. В зависимости от производственных условий на перегрузочных пунктах можно применять сухой, мокрый или комбинированный способы обеспыливания.

Так, например, в условиях низких температур мокрое обеспыли-

вание нецелесообразно. Это относится также и к таким отраслям, как сахарная, табачная, мукомольная, цементная, фармацевтическая и др. отрасли, где повышение влажности не допускается техническими условиями. Здесь наиболее рациональным является сухой способ обеспыливания, который реализуется центробежно – инерционными пылеуловителями.

Мокрый способ, как наиболее простой (смачивание транспортируемого материала форсунками многократного дробления), распространен в горной, горнодобывающей, строительной и других отраслях промышленности, где превышение влажности материала до определенных величин допустимо.

В отраслях наиболее „грязных” в экологическом отношении, например, коксохимической наиболее рациональным является применение комбинированного способа обеспыливания, так как последний обеспечивает не только обеспыливание, но и нитролизацию (частично) окислов серы (SO_2, SO_3), углерода (CO, CO_2), азота и цианистого водорода. Кроме того, комбинированный способ позволяет расширить нижнюю границу фракционного состава улавливаемой пыли и сажи.

Анализ исследований и публикаций.

На перегрузочном пункте типа "конвейер – конвейер" процесс пылеобразования происходит в основном, на трех характерных участках (рис. 1).

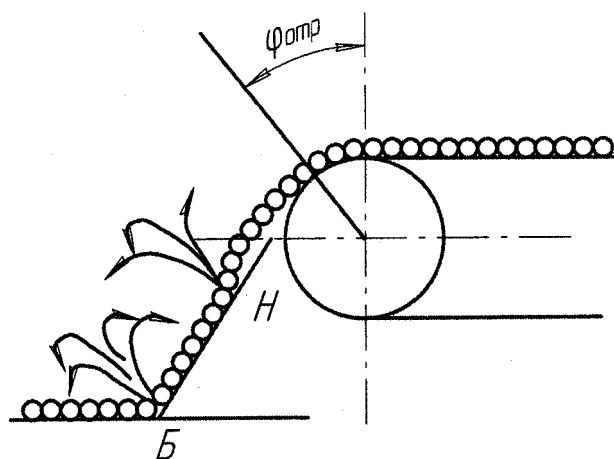


Рисунок 1 – Процесс пылеобразования при перегрузке сыпучих материалов

Наиболее активное пылеобразование происходит при динамических ударах о наклонный желоб (зона Н – до 20%) и о ленту конвейера (зона Б – до 70%), остальное – за счет механического контакта материала с желобом. Очевидно, уменьшая динамические удары можно снизить

(сократить) процесс пылеобразования. Динамические удары можно локализовать путем точной установки желоба относительно барабана подающего конвейера и придания желобу заданной формы, например: выпукло – вогнутой поверхности [2].

Типичный перегрузочный пункт (ПП) ленточных конвейеров может быть оборудован системой обеспыливания, включающий в себя герметичные укрытия подающего и приемного конвейеров – точки центробежно – инерционного аппарата обеспыливания (декларированный патент Украины № 1312 “Пиловловлювач” заява 17.09.2001 № 2001096375/К опубл. 15.07.2002 в Б. И. № 7), шлюзовых камер, установленных в торцах верхнего и нижнего перекрытий.

Постановка задачи. Провести расчет центробежного аппарата сухого способа обеспыливания с учетом расчета удара частиц при падении их с ленты транспортера.

Изложение материала и его результаты. Расчет основных параметров укрытий произведен по методике [2]. При этом приняты следующие допущения и предположения:

Система обеспыливания ПП представляет собой герметичный замкнутый контур, состоящий из последовательно расположенных каналов с плавными сопряжениями.

Аэрозоль находится в циркуляционном движении за счет эжектирования подающего материала в канале – течке и канале нижнего укрытия;

Пылевые частицы имеют шарообразную форму, а канал – течка – наклонный;

Центробежная сила в пылеулавливающем центробежно – инерционном аппарате направлена вдоль радиуса кривизны траектории движения частицы;

Отделение пылевой частицы происходит при контакте ее со стенкой аппарата;

Очищенная от пыли аэрозоль в конусе нижней части центробежной – инерционного аппарата, при резком изменении направления движения, переходит из нисходяще – винтового движения в восходяще – винтовое, поднимается вверх по отводящему цилиндрическому воздушному потоку и подается в верхнее укрытие для зацикливания;

Расчет основных параметров системы обеспыливания производится методом последовательных приближений.

Количество воздуха эжектируемое перегружаемым материалом:

$$Q_{эж} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{0,75 \cdot (V_k^2 - V_o^2) \cdot F_\tau^2 \cdot C_X \cdot l_{эж} \cdot G_M}{\rho_M \cdot d_3 \cdot \sum C_X}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

где V_K – скорость материала в конце желоба, м/с;
 V_o – скорость отрыва материала от барабана подающего конвейера, м/с;
 F_τ – площадь поперечного сечения точки, м²;
 C_X – коэффициент лобового сопротивления;
 $l_{Ж}$ – длина желоба, м;
 G_M – производительность по перегружаемому материалу, кг/с;
 ρ_M – плотность транспортируемого материала, кг/м³;
 d_3 – приведенный диаметр кускового материала, м;
 ΣC_X – суммарный коэффициент местного сопротивления канала – точки;
Скорость движения материала в конце наклонного желоба:

$$V_{\max} = \sqrt{V_o^2 + 2 \cdot g \cdot H(1 - f \cdot ctg \alpha)}, \text{ м/с} \quad (2)$$

где V_o – начальная скорость падения транспортируемого материала м/с²;
 H – высота перегруза, м;
 f – коэффициент трения – скольжения;
 α – угол наклона желоба к горизонту, град;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

Для определения угла отрыва от барабана рассмотрим движение транспортируемого материала на участках OA и A^1A (рис. 2).

На участке OA материал движется с постоянной скоростью (угол отрыва φ_{np}).

При превышении φ_{np} материал начинает двигаться ускоренно и скользит по барабану до момента отрыва (точка A), при котором нормальная сила давления N достигает минимума, $N = 0$.

Для определения φ_{np} отрыва предельного и угла отрыва φ составим уравнение движения несвободной точки:

$$\begin{cases} m \cdot \frac{dV}{dt} = m \cdot g \cdot \sin \varphi - F_{mp} \\ m \cdot \frac{V^2}{R_\phi} = m \cdot g \cdot \cos \varphi - N \end{cases}, \quad (3,4)$$

где f – коэффициент трения – скольжения, материал – металл, H ;
 N – сила нормального давления, H ;
 R_ϕ – радиус барабана подающего конвейера, м;
 m – масса материальной точки, кг;
 $F_{mp} = f \cdot N$ – сила трения скольжения, H .

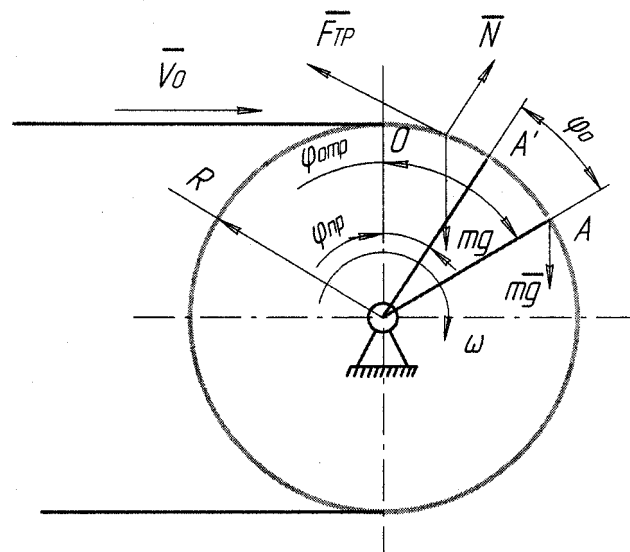


Рисунок 2 – К расчету угла отрыва перегружаемого сыпучего материала от барабана ленточного конвейера.

Решив систему, получим уравнение

$$\sin \varphi_o = f \cdot \cos \varphi_o + \frac{f \cdot V_o^2}{g^2 \cdot R_o} = 0, \quad (5)$$

которое после преобразований сводится к квадратному виду:

$$x^2 + Rx + g = 0$$

где $x = \cos \varphi_o$;

$$R = \frac{2 \cdot V_o^2 \cdot f^2}{(1 + f^2) \cdot g \cdot R_o};$$

$$g = \frac{V_o^4 \cdot f^2 - g^2 \cdot R_o^2}{(1 + f^2) \cdot g^2 \cdot R_o^2};$$

Предельный угол, указывающий положение движущейся точки на участке OA без проскальзывания определяется как положительный корень уравнения (5):

$$\cos \varphi_o = \frac{V_o^2 + f^2 + V_o^2 \cdot R_o \cdot (1 + f^2) \cdot V_o^4 \cdot f^2}{g \cdot R_o \cdot (1 + f^2)} \quad (6)$$

$$\varphi_o = \arccos \frac{V_o^2 + f^2 + V_o^2 \cdot R_o \cdot (1 + f^2) \cdot V_o^4 \cdot f^2}{g \cdot R_o \cdot (1 + f^2)} \quad (7)$$

На участке движения A^1A , где происходит скольжение перегружаемого материала относительно барабана, скорость его увеличивается от V_0 до некоторого значения V , поэтому в дифференциальном уравнении (3) $\frac{dV}{dt} \neq 0$.

В момент отделения материала от поверхности барабана $\bar{N} \neq 0$. Поэтому, из уравнения (4) следует

$$\cos \varphi_{omp} = \frac{V^2}{g \cdot R_{\sigma}} \quad (8)$$

Коэффициент лобового сопротивления частицы материала определяется по формуле:

$$C_X = 0,45 \cdot \varphi \quad (9)$$

где φ – динамический коэффициент формы частицы (для сферической $\varphi=1,0$; продолговатой – 3,08; неправильной – 3,40; округленной – 2,42)

Суммарный коэффициент местного сопротивления:

$$\Sigma G = G_{Ж} + G_T \quad (10)$$

где $G_{Ж}$ – коэффициент сопротивления желоба;

G_T – коэффициент сопротивления канала – точки, принятой как для отверстия с отнесением к расчетному сечению.

Для горной массы полифракционного состава средний приведенный диаметр частиц определяется приближенно по формуле:

$$d_{cp} = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot d_i \quad (11)$$

где Y_i – массовая доля i – й фракции;

d_i – диаметр i – й фракции;

При загрузке бункера ленточным конвейером количество запыленного воздуха, которое необходимо обеспылить зависит от объема воздуха, вытесненного загружаемым материалом:

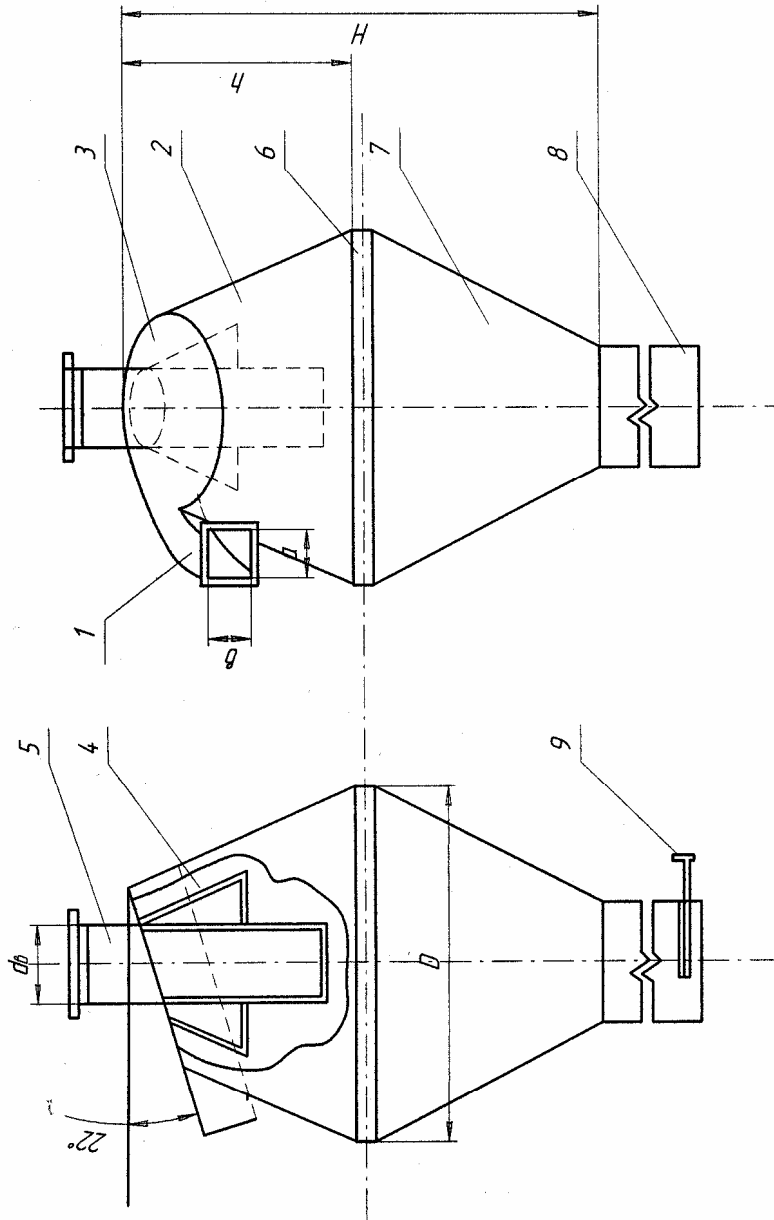
$$Q_B = \frac{Q_M}{\rho_M}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

где Q_M – массовый расход горной массы через точку бункера, $\text{кг} / \text{с}$;

ρ_M – плотность горной массы, $\text{кг} / \text{м}^3$;

Согласно $Q_{ЭЖ}$ и Q_B производим расчет центробежного аппарата (рис.3) по методике [1].

Центробежный аппарат сухого способа обеспыливания



1 – подводящий воздухопровод, 2 – верхний косоусеченный конус, 3 – крышка,
 4 – юбка-конус, 5 – выхлопной патрубок, 6 – цилиндрическое кольцо, 7 – нижний усеченный конус
 8 – пылесборник, 9 – шибер.

Рисунок 3.

Выводы и направление дальнейших исследований.

В данной статье сделана попытка проанализировать падение частиц угля с ленты транспортера. Выявлены характерные участки падения частиц, при которых происходит наибольший процесс пылеобразования. Приведена методика расчета падения частиц. При этом выведена формула расчета наименьшего диаметра частицы. Даны рекомендации к расчету центробежного аппарата сухого способа обеспыливания. Такие аппараты позволят уменьшить количество пыли при транспортировке угольной массы.

В данной статье сделана попытка проанализировать падение частиц угля с ленты транспортера. Выявлены характерные участки падения частиц, при которых происходит наибольший процесс пылеобразования. Приведена методика расчета падения частиц. Даны рекомендации к расчету центробежного аппарата сухого способа обеспыливания.

In a given article there was made an attempt to analyze the dropping of the coal – dust from the tape of a conveyor. There were exposed the typical sections of the dropping of the coal – dust where the greatest dust – formation takes place. There is cited the method of calculation of the dropping of the coal – dust. There is given the recommendation to the calculation of the centrifugal apparatus of the dry method of the degusting.

Библиографический список.

1. Разработка новых технических решений и способы круглосуточной борьбы с пылью на перегружателях, роторных экскаваторов и ленточных конвейеров: Отчет. Алчевский горно – металлургический институт; Руководитель темы Г.Г.Шальский. – Тема № 2197/90, № ГР 01900048673; Инв.№ 029100194 – г. Коммунарск, 1990. – 118 с.

2. Шальский Г.Г. Разработка технологии обеспыливания перегрузочных пунктов ленточных конвейеров угольных шахт, опасных от пыли и газа. – Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – М., 1988. – 297с.

3. Ищук И.Г., Поздняков Г.А. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий. – М.: Недра, 1991. – с. 32 – 33, и с. 120 – 121.