

UDC 662.807

Methods of Dust Air Flows Reduction at Ore Transfer Facilities of Mining and Processing Plants

¹ Gulmira K. Saparova² Nuriya N. Akimbekova³ Nurbek R. Zholmagambetov

¹Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mira 56, Karaganda, 100026
PhD (technical), assistant professor
E-mail: mers86avto@mail.ru

²Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mira 56, Karaganda, 100026
PhD (technical), assistant professor
E-mail: nurbekz@mail.ru

³Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mira 56, Karaganda, 100026
PhD (technical), assistant professor

Abstract. The article describes the most typical schemes of ore stationary transfers. Aspirate units, depending on dust intensity are divided into three groups. Typical schemes of stationary transfers were presented. On the ground of the research, the classification of ore transfer facilities types at mining and processing plants was offered.

Keywords: dust; aerogel; aerosol; transfer; ejection; conveyor; crusher; localization.

Введение. Коллоидная система, состоящая из газовой среды, в которой взвешены твердые или жидкие частицы, называют аэрозолем. Смесь, в которой твердые частицы занимают больший объем, чем воздух, называют аэрогелем. В аэрозоле различают дисперсную среду (воздух, газ) и дисперсную фазу (твердые частицы). Дисперсную фазу, в том числе и осевшую, часто называют пылью. Пыль представляет собой массу частиц твердого вещества, способных вследствие малых размеров находиться определенное время во взвешенном состоянии [1].

На горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях наиболее характерными источниками выделения пыли являются узлы перегрузки кусковых и мелкозернистых материалов [2, 3, 4, 5]. Менее распространенными являются перегрузки порошкообразных материалов.

При перегрузке сыпучих материалов с вертикальным перепадом высот происходит выделение большого количества пылевых частиц размером 1×10^{-6} м, что характеризует аэрозоли с позиции как источника профессиональных заболеваний, так и причин возможного взрыва пылевого аэрогеля. Выделение пыли при процессах перегрузки горной массы превышает предельно допустимые концентрации в десятки раз, а в некоторых случаях и сотни раз.

Перегрузочные узлы можно разделить на стационарного (непрерывного) и периодического действия. Перегрузочные узлы стационарного действия, характеризуются непрерывным потоком транспортируемого материала в течение длительного времени (например: с конвейера на конвейер, с конвейера в дробильное оборудование, с конвейера на место складирования, из дробилки на конвейер и т. д.). Перегрузочные узлы периодического действия отличаются одноразовой разгрузкой материала, например, из думпкара в бункер, из автосамосвала в бункер или на колосниковый грохот и т.п.

На рис. 1 приведены наиболее характерные схемы стационарных перегрузок, встречающиеся на горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях [6]. Пересыпаемый по желобу материал эжектирует воздух, нагнетая его в укрытие. Возникающее избыточное давление воздуха в укрытии выбивает запыленный воздух в рабочее помещение, ухудшая санитарно-гигиенические условия труда. Нейтрализация

избыточного давления возможна отсасыванием запыленного воздуха из-под укрытия местной вытяжной вентиляции. При этом эффективность последней в значительной мере будет определяться правильным определением объемов эжектируемого воздуха.

Из рис. 1 видно, что из-за эжектирующего действия падающего материала наиболее неблагоприятными зонами с точки зрения запыленности воздуха, являются нижние части перегрузочных узлов, т.е. в точке перемещения кусков (частиц) горной массы с максимальной скоростью. Из перегрузочных узлов стационарного действия особо следует отметить места складирования материалов (перегрузка с конвейера на место складирования). Обычно, как показывает практика, здесь перегрузка осуществляется без применения желобов и каких-либо средств пылеподавления. Отличительной особенностью этих узлов является меняющиеся по мере складирования высота перепада горной массы.

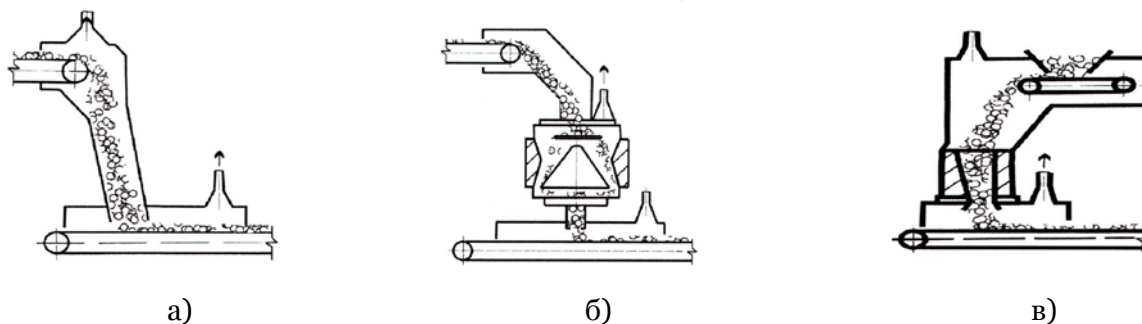


Рис. 1. Характерные схемы стационарных перегрузок горной массы
а) перегрузки с конвейера на конвейер; б) дробилка конусная; в) дробилка щековая

Следует отметить также особенности выделения пыли при дроблении сыпучих материалов. По интенсивности пылеобразования эти машины можно разделить на три группы [6].

К первой группе относятся щековые и конусные дробилки, при работе которых пыление происходит в основном вследствие образования избыточного давления в рабочей полости от поступающего дробимого материала и только частично от расщепления кусков породы и от движения рабочих органов.

Наиболее эффективная аспирация щековых дробилок возможна из аспирационных укрытий питателя и места разгрузки разрушенного материала из дробилки на конвейер, с конвейера на конвейер (рис. 1). В конусных дробилках выделение пыли наблюдается при падении материала на распределительную тарелку и в дробящее пространство, а также при падении дробленого материала из дробилки на конвейер, поэтому в этих узлах предусмотрена аспирация от верхнего кожуха и от укрытия места разгрузки горной массы из дробилки на конвейер (рис. 1). При расчете производительности местных отсосов обычно не учитываются аэродинамические способности оборудования первой группы, а принимается во внимание количество воздуха, увлекаемого падающим материалом и просасываемого через неплотности укрытий [7]

$$Q_a = Q_{\varepsilon} + Q_n, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где Q_{ε} – количество воздуха, вносимого (эжектируемого) в укрытие материалом;

Q_n – количество воздуха, поступающего в укрытие через неплотности.

Определению объема воздуха, увлекаемого движущимся материалом по перегрузочному желобу, посвящены многочисленные экспериментальные и теоретические исследования [7, 8, 9, 10] на основании которых рекомендованы способы расчета аспирации при обеспыливании конвейерного транспорта.

Ко второй группе относятся дезинтеграторы, молотковые и четырехвалковые дробилки, при работе которых возникают пылевоздушные потоки не только от эжектирующего действия перегружаемого материала, но и благодаря вращению роторов (рис. 2). Схема аспирации и метод расчета воздухообмена в укрытии этих машин отличаются от обычных перегрузок.

В оборудовании второй группы необходимое количество аспирируемого воздуха определяется с учетом нагнетающей способности дробящих органов, т.е. [6,7]

$$Q_a = Q_{\text{э}} + Q_{\text{изб}} + Q_n, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{э}}$ – количество воздуха, поступающего по желобу в укрытие под действием эжекционного напора и напора создаваемого ротором дробилки;

$Q_{\text{изб}}$ – количество воздуха, проходящего по желобу под действием только нагнетающей способности роторной дробилки;

Q_n – количество воздуха, поступающего в укрытие через неплотности.

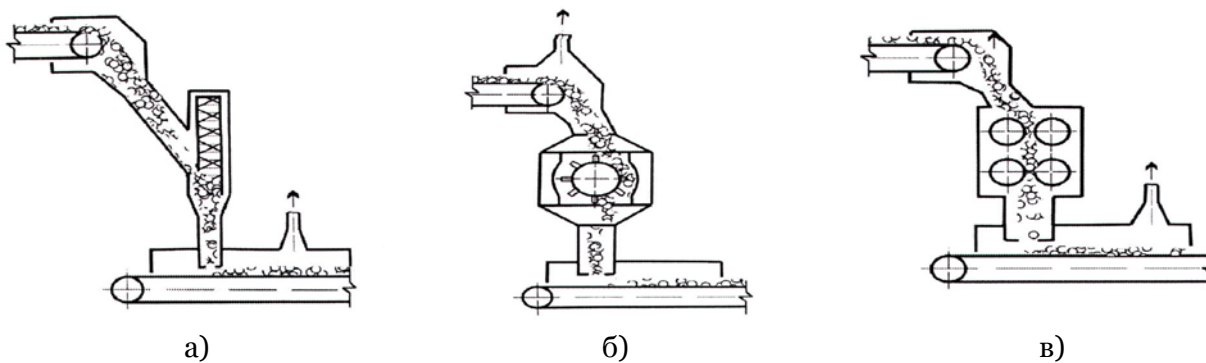


Рис. 2. Характерные схемы стационарных перегрузок горной массы

а) дезинтегратор; б) дробилка молотковая реверсивная; в) дробилка четырехвалковая

Разделение воздушного потока в желобе на два носит условный характер и производится для упрощения расчетов. Первый поток обусловлен движением пересыпаемого материала, второй – ротором дробилки. Схемы обеспыливания аспирационным способом дезинтегратора показаны на рис. 2. Объем воздуха, нагнетаемого ротором дезинтегратора, определяется по формуле [6]

$$Q_{\text{изб}} = c_a \cdot \omega \cdot D_p^3, \quad (3)$$

где c_a – аэродинамический коэффициент (для дезинтегратора $c_a = 2,7 \cdot 10^{-2}$ и дезинтегратора – смесителя $c_a = 3,35 \cdot 10^{-2}$);

ω – угловая скорость вращения ротора, рад/с;

D_p – диаметр ротора (подвижной корзины), м.

Скорость движения потоков воздуха в желобе, возникаемых при вращении ротора, выше скорости движения материала, поэтому эжекционные воздушные потоки не возникают в разгрузочном желобе. Наоборот падающий материал оказывает тормозящее действие воздушному потоку. Наибольший эффект обеспыливания достигается при аспирации укрытий в месте разгрузки горной массы из желоба на конвейер. Объемы аспирации рекомендуется рассчитывать для наихудшего условия работы дезинтегратора, т.е. для работы на холостом ходу ($Q_{\text{э}} = Q_{\text{изб}}$) [6].

Молотковые дробилки на практике чаще всего применяют реверсивные и нереверсивные (рис. 2). При работе этих дробилок (особенно на холостом ходу) запыленный воздух интенсивно поступает в рабочие помещения. Количество воздуха, нагнетаемого ротором молотковой дробилки, рекомендуется определять по формуле [6]

$$Q_{\text{изб}} = c_q \cdot m \cdot \frac{l_m}{l_p} \cdot e \cdot \omega \cdot D_m^3, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

где c_q – аэродинамический коэффициент дробилки;

m – число молотков в ряду;

l_m – ширина молотка, м;

l_p – ширина ротора, м;

e – число рядов молотков на роторе;

D_m – диаметр ротора с молотками, м.

На рис. 2 приведены схемы аспирации при работе молотковых дробилок. Наиболее мощные воздушные потоки, как при работе дезинтегратора, так и молотковых дробилок

наблюдаются на холостом ходу, поэтому необходимые объемы аспирации определяются из условия $Q_{\text{э}} = Q_{\text{изб}}$.

Для обеспыливания воздуха при работе оборудования второй группы, при которых воздушные потоки в желобе обусловлены в основном их нагнетательными способностями, объемы аспирации могут быть уменьшены путем устройства обводненных каналов, например, между укрытием места загрузки и укрытием места выгрузки материала [6].

При работе валковых дробилок пыль выделяется в месте выгрузки дробильного материала на конвейер. Если питатель расположен в корпусе дробилки, выделение пыли также происходит у места падения горной массы с конвейера на питатель.

Объем воздуха, нагнетаемый валками равен [6]

$$Q_{\text{изб}} = 6,3 \cdot F_{\text{щ}} \cdot \omega \cdot D_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5)$$

где $F_{\text{щ}}$ – площадь сечения щели между нижними валками

$$F_{\text{щ}} = s \cdot l, \text{ м}^2, \quad (6)$$

где S – ширина щели между нижними валками, м;

l – длина валка, м;

ω – угловая скорость вращения нижних валков

$$\omega = \pi \frac{n}{30}, \text{ рад/с}, \quad (7)$$

где n – скорость вращения валка, об/мин;

$D_{\text{в}}$ – диаметр валков, м.

Необходимые объемы аспирации от укрытия места выгрузки материала из дробилки на конвейер (рис. 1) определяются по формуле (1).

К третьей группе дробильных машин относятся барабанные мельницы (рис. 3) мелкого и тонкого измельчения материала. Основной причиной выделения пыли является рассыпание и раструска порошков. Эти машины при сухом измельчении работают в замкнутом цикле с воздушным классификатором: бункер – мельница – классификатор – циклон – мельница.

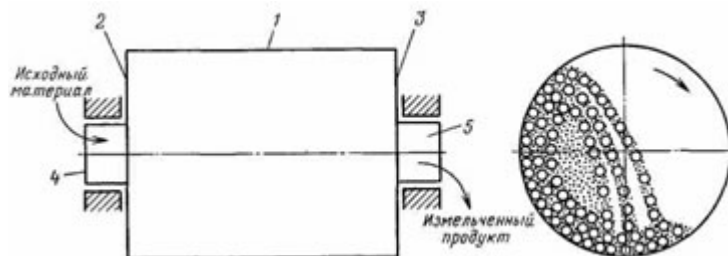


Рис. 3. Схема устройства и принцип действия барабанной (шаровой) мельницы

При вращении барабана мельницы 1 дробящие тела благодаря трению увлекаются его внутренней поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и падают вниз. Через одну полу цапфу 4 внутрь барабана непрерывно подается измельчаемый материал, который проходит вдоль него и, подвергаясь воздействию дробящих тел, измельчается ударом, истиранием и раздавливанием. Измельченный продукт непрерывно разгружается через другую полу цапфу 5. При вращении барабана материал движется вдоль его оси вследствие перепада уровней загрузки и разгрузки и напора непрерывной подачи материала; в случае сухого измельчения – воздушным потоком, возникающим при отсасывании воздуха из барабана. Барабан закрыт торцовыми крышками 2 и 3.

Для дробления используют стальные или чугунные шары. Для обеспыливания шаровой мельницы рекомендуется производить вытяжку от кожуха и загрузочного желоба, при этом разрежение в кожухе мельницы составляет около 9 н/м^2 . Объем аспирации от шаровых мельниц определяется с учетом отсасывания 60 % от кожуха и 40 % – от загрузочного желоба [6].

С учетом вышеизложенного, можно предложить классификацию типов перегрузочных узлов, представленную на рис. 4.

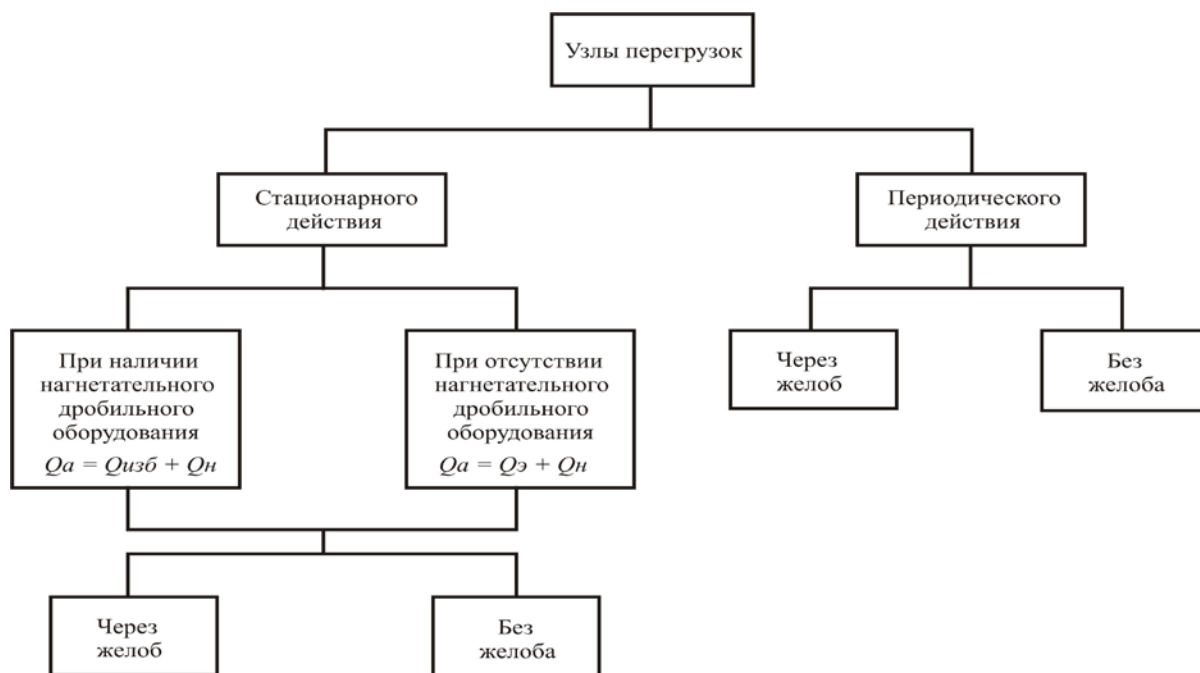


Рис 4. Классификация типов перегрузочных узлов на горно-перерабатывающих предприятиях

Выводы. Таким образом, приведенные схемы перегрузочных узлов характеризуются образованием пылевоздушных потоков из-за эжектирующего действия перемещаемого потока материала, а при наличии дробильно-измельчительного оборудования дополнительно еще за счет перемещения рабочих органов машин. Безусловно, что снижение запыленности воздуха в этих местах должно осуществляться либо снижением явления эжекции, либо локализацией образующихся воздушных потоков, либо тем и другим способом.

Примечания:

1. Афанасьев И.И., Данченко Ф.И., Пирогов Ю.И. Обеспыливание на дробильных и обогатительных фабриках. Справочное пособие. М., Недра, 1989 197 с.
2. Харьковский В.С., Аманбаев Д.А., Сапарова Г.К. Условия пылевыведения на разрезе «Восточный» Экибастузского бассейна // Труды Университета, КарГТУ, выпуск 1, Караганда 1999. С. 122-124.
3. Сапарова Г.К., Аманбаев Д.А., Харьковский В.С. Источники и условия пылевыведения на угольных разрезах Экибастузского бассейна // Материалы Международной научно-технической конференции. «Новое в охране труда и окружающей среды». Алматы, 2000. С. 225-228.
4. Сапарова Г.К., Аманбаев Д.А. Выбросы вредных веществ в атмосферу на разрезе «Восточный» Экибастузского бассейна // Труды Университета, КарГТУ, выпуск 1, Караганда 1999. С. 122-124.
5. Аманбаев Д.А., Сапалева Р.К., Хасанова Р.Р. Условия пылевыведения на перегрузочных узлах цементных заводов комбината «Новоросцемент». «Охрана труда и окружающей среды», тематический сборник. Караганда, 1987. С. 125.
6. Афанасьев И.И., Ващенко В.С., Генералов Г.И. и др. Обеспыливание воздуха на фабриках горнообогатительных комбинатов. М., Недра, 1972. С. 184.
7. Недин В.В., Нейков О.Д. Борьба с пылью на рудниках. Издательство «Недра», Москва, 1965. 199 с.
8. Бобровников Н.А. Охрана воздушной среды от пыли на предприятиях строительной индустрии. М., 1981. С.98.
9. Anderson D.M. Industr. Medicine and Surgery, 1964, №2, 68.
10. Degner B. Bergbantechnik, 1969, №7, 369.

УДК 662.807

Методы снижения пылевоздушных потоков в узлах перегрузки горной массы на горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях

¹ Гульмира Коркембаевна Сапарова

² Нурия Нуретдиновна Акимбекова

³ Нурбек Рыспекович Жолмагамбетов

¹⁻³ Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

100026, Бульвар Мира 56, Караганда

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: mers86avto@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены наиболее характерные схемы стационарных перегрузок горной массы. Аспирируемые узлы в зависимости от интенсивности пылеобразования разделены на три группы. Приведены характерные схемы стационарных перегрузок. На основании выполненных исследований предложена классификация типов перегрузочных узлов на горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: пыль; аэрогель; аэрозоль; перегрузка; эжекция; конвейер; дробилка; локализация.