

М. Жараспаев, Қ. Әділғазы, Х. Туkenова, Д. Абилжанов, А. Умбетова, А. Жумабаева
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Основными источниками загрязнения промышленных зон являются технологические процессы, ведение которых вызвано самой сущностью добычи полезных ископаемых. При добыче полезных ископаемых, в основном, происходит выделение вредных веществ в виде пыли и газа, которых следует описывать, используя физические величины. В статье введены определения следующих физических величин: мощность и интенсивность пылевыведения, коэффициент рассеяния и интенсивность распространений вредных веществ в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: источники, запыленность, загазованность, процессы, технология, рассеяние, интенсивность, мощность.

Причиной загрязнения окружающей среды являются выбросы и сбросы вредных веществ при различных технологических процессах материального производства, обеспечивающие жизнедеятельность человека.

Концентрация вредных веществ в единице объема атмосферного воздуха называется запыленностью или загазованностью. Известны методы и средства контроля запыленности или загазованности воздуха, позволяющие определять ее величину с достаточно большой точностью /1-3/. Описать состояние воздуха рабочих зон и окружающей среды, используя понятия интенсивности загрязнения и запыленности воздуха, которые должны отражать реальное состояние природной среды.

Поэтому для описания состояния атмосферного воздуха промышленных зон целесообразно ввести следующие понятия и их определения: мощности выделения вредных веществ из источника загрязнения, интенсивности выделения и интенсивности распространения, а также коэффициента рассеяния вредных веществ. Эти физические величины могут полностью описать состояние атмосферного воздуха рабочих зон и окружающей среды, прилегающей к добывающей отрасли. Правильное установление этих физических величин позволит выбрать оптимальные средства и способы улучшения рабочих зон и экологию территории, прилегающей к горнодобывающей отрасли.

Авторами работы /4-6/ получены выражения, позволяющие определить мощность выделения вредных веществ в атмосферу, используя хаотичность движения вредных веществ в атмосферном воздухе и статистика, которая представлена в виде:

$$W = \frac{m_{cp}}{\Delta t} V_{\Delta S \Delta t} = \frac{m_{cp} N(V)}{4V} \Delta S, \quad (1)$$

где S – площадь источника пылевыведений ;

(V) – среднее значение скорости частиц;

V – объем воздуха при отборе проб ;

m_{cp} – средняя масса пылевыведений частиц, кг. Тогда мощность можно представить в виде:

$$W = \frac{1}{4} N_3 (V) S, \quad (2)$$

где N_3 – запыленность атмосферы в местах отбора пробы воздуха мг/м³;

S – поверхностная площадь источника пылевыведения, м³;

Полученный результат означает, что мощность пропорциональна запыленности воздуха и среднему значению величины скорости частиц. Заметим, что величина, определяемая формулой (2)

представляет собой плотность потока частиц пролетающего через единицу площади в единицу времени.

Модуль величины скорости частиц пыли определяется при различных технологических процессах и воздействии потока воздуха (ветра) модулям суммы скоростей её составляющих, Следовательно, можно записать, что модуль средней скорости частиц равняется выражению:

$$\langle |\vec{V}| \rangle = \langle |\vec{V}_B| \rangle + \langle |\vec{V}_T| \rangle + \langle |\vec{V}_D| \rangle$$

где $\langle |\vec{V}_B| \rangle$ - среднее значение модуля скорости воздушного потока;

$\langle |\vec{V}_T| \rangle$ - среднее значение модуля скорости, возникающие при воздействии технологического процесса;

$\langle |\vec{V}_D| \rangle$ - среднее значение модуля скорости при диффузии пылевидных частиц в потоке. В зависимости от вида пылевыделения значение средней скорости диффузии будет намного меньше от первых двух скоростей. Следовательно, величиной можно пренебречь. Поэтому формулу (1) следует представить в виде:

$$W = \frac{1}{4} N_3 [\langle |\vec{V}_B| \rangle + \langle |\vec{V}_T| \rangle] S \quad (3)$$

Технологический процесс может воздействовать на источник пылевыделения непосредственно, сообщая импульс для перемещения горной массы, а также и пылевыделения может быть и непосредственным, через воздушную среду за счет изменения её аэродинамики под воздействием технологического оборудования.

В формулу (3) можно подставлять величину скорости в векторной форме, что позволит определять направление распространения пылевого потока.

Мощность пылевыделения кроме тех величин, которые входят в формулу (3) зависит ещё и от массы пыли в источнике загрязнения атмосферы. Выделение пыли из источника зависит от распределения пыли на поверхности и в объеме источника. Причем эта зависимость будет определяться технологическим процессом по мере обнажения новых поверхностей или продвижения фронта работ. Первоначальная масса пыли при ведении технологического процесса будет увеличиваться за счет внедрения соответствующего технологического оборудования в горную массу. Следовательно, при технологическом процессе происходит вторичное пылеобразование в той или иной степени в зависимости от вида технологии и применяемого оборудования.

Таким образом, пыль, выделяющаяся из источника, будет изменяться в зависимости от распределения на поверхности, в объеме и за счет технологического процесса. Принято содержание пыли в любом источнике выражать в долях или в процентах. Если процентное содержание пыли на поверхности, в объеме и вторичного пылеобразования обозначит $\varphi_S, \varphi_V, \varphi_T$, то ее можно представить как сумму:

$$\varphi = \frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100} \quad (4)$$

При умножении формулу (2) на (4) получим выражения для интенсивности пылевыделения при различных технологических процессах, которых можно представить следующим образом:

$$W = \frac{1}{4} \frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100} [\langle |\vec{V}_B| \rangle + \langle |\vec{V}_T| \rangle] N_3 S, \quad (5)$$

где W - мощность пылевыведения при соответствующих технологических процессах, мг/с;

φ_S - весовое процентное содержание пыли на поверхности источника пылевыведения, %;

φ_V - весовое процентное пыли в объеме источника пылевыведения, %,

φ_T - весовое процентное содержание пыли за счет технологического процесса, т.е. за счет вторичного пылеобразования %;

$\langle |\vec{V}_B| \rangle$ - среднее значение модуля скорости воздушного потока, м/с;

$\langle |\vec{V}_T| \rangle$ - среднее значение модуля скорости, возникающие при воздействии технологического

процесса на источник пылевыведения, м/с;

N_3 - запыленность атмосферы в местах отбора пробы воздуха мг/м³;

S - поверхностная площадь источника пылевыведения, м².

Полученное выражение (5) позволяет определять мощность пылевыведения при любом технологическом процессе в любой момент времени по мере изменения фронта работы.

Мощность пылевыведения принято измерять в мг/с, которая подтверждается формулой (5). Одним из важных физических характеристик загрязнения атмосферы воздуха является интенсивность пылевыведений из источника загрязнения окружающей среды. Интенсивность пылевыведений должна определяться массой веществ выделяющейся с единицей поверхности источника в единицу времени. Если формулу (3) разделить на S , то получим интенсивность пылевыведения из источника загрязнения атмосферного воздуха (5).

$$J_0 = \frac{1}{4} \frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100} [\langle |\vec{V}_B| \rangle + \langle |\vec{V}_T| \rangle] N_3, \quad (6)$$

где $J_0 = \frac{W}{S}$ - интенсивность пылевыведения отнесенная к единице площади источника в

единицу времени, мг\м²\с. Здесь и в дальнейшем интенсивность будем обозначать также, но за единицу измерения примем мг\м²\с.

Таким образом, интенсивность пылевыведения любого источника есть величина, характеризующая перенос массы веществ через единицу площади в единицу времени. Следовательно, выражение (6) определяет интенсивность пылевыведения у самого источника загрязнения атмосферы вредными веществами, которая, перемешиваясь с воздушным потоком, рассеивается, т.е. изменяется с расстоянием.

В связи с таким представлением об интенсивности пылевыведения дальнейшая выкладка совершенно справедлива. Представим себе в потоке запыленного воздуха единичную площадку. Если частицы находятся в равновесии, то через эту площадку будет пролетать в обоих направлениях в среднем одинаковое количество частиц пролетающих в единицу времени в каждом из направлений, также определяется выражением (6).

Если частицы в запыленном воздухе находятся неравновесном состоянии, то их количество от точки к точке поверхности ΔS будет изменяться. Следовательно, и интенсивность пылевыведения от источника изменяется.

Рассмотрим запыленный поток воздуха плотностью частиц dJ . В результате различных воздействий на некотором расстоянии от источника интенсивность уменьшится на некоторую величину dJ . Здесь нет необходимости рассматривать причины изменения интенсивности пылевыведения J на некотором расстоянии. Изменение интенсивности пылевыведения зависит от многих факторов. Влияние этих факторов на интенсивность пылевыведения на единице длины обозначим β . Тогда изменения интенсивности пылевыведения J на расстоянии dr пропорционально величине этого пути, величине самой интенсивности и величины коэффициента k ;

$$dJ = -J \cdot k \cdot dr. \quad (7)$$

Решения уравнения (7) относительно J позволяет получить формулу распространение вредных веществ в окружающей среде, т.е. изменение интенсивности с расстоянием описывается формулой

$$J=J_0 e^{-kr}, \quad (8)$$

где J – интенсивность пыли на расстояние r ;

J_0 - интенсивность пылевыведения;

k - коэффициент рассеяния пыли зависит от свойств взаимодействия запыленного воздуха с окружающей средой;

r – расстояние, м. Знак минус поставлен в формуле (7) потому, что изменение dJ и dr имеют разные знаки.

Интенсивность выделения и распространения измеряются в одних и тех же величинах, но они совершенно разные физические величины.

Интенсивностью распространения пыли называется масса веществ в единицу времени, пролетающих через единицу площади пространства и измеряется в $\frac{МГ}{М^2 С}$:

Коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе определяется по выражению

$$k = \left| \frac{\Delta N}{N \Delta r} \right|, \quad (9)$$

где ΔN - изменение концентрации пыли на расстояние Δr ;

N - начальная концентрация пыли;

Δr - разность расстояний, м.

Коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе называется относительным изменением концентрации вредных веществ с расстоянием.

Аналитические исследования процесса пылевыведения при различных технологических процессах позволяют сделать следующие выводы:

- движение мелкодисперсной пыли у самой поверхности источника носит беспорядочный характер, который обусловлен действием многих факторов;

- беспорядочность движения частиц пыли предопределяет использование методов статистической физики, которая позволяет установить закономерности пылевыведения от источника загрязнения атмосферного воздуха;

- полученное выражение интенсивности пылевыведения является универсальным для всех видов источников загрязнения атмосферы, так как включает основные характеристики побуждающих пылевыведение от различных источников загрязнения атмосферы при различных технологических процессах горного производства;

- интенсивность пылевыведения определяется весовым процентным содержанием пыли в объеме и на поверхности источника, а также весовым процентным содержанием пыли при вторичном пылеобразовании. Величины весовых процентных содержаний зависят от интенсивности обнажения поверхности при продвижении фронта работа и от вида технологического процесса,

- величина интенсивности пылевыведения и её направление определяется суммарным воздействием атмосферных и технологических факторов, которые зависят от средних величин скорости воздушного потока и первоначального импульса технологического оборудования;

- величина интенсивности пылевыведения измеряется в системе СИ $кг/м^2.с$, которая характеризует перенос потока частиц через единицу площади в единицу времени;

- интенсивность - величина векторная, направление которой определяется сообщаемым источнику импульсом оборудования, и скоростью воздушного потока. Если направление совпадает, противоположно и под углом, то соответственно суммой, разностью и правилом векторного сложения;

- интенсивностью распространения пыли называется масса веществ в единицу времени, пролетающих через единицу площади пространства и измеряется.

- коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе определяется по выражения
- интенсивная область загрязнения рабочих и санитарно-защитных зон определяется величиной и направлением интенсивности пылевыведения, которые зависят от дисперсности пыли, зарядов, минералогического состава, плотности пылевидных частиц и аэродинамических характеристик воздушного потока.

Таким образом, определены основные физические величины, позволяющие описывать состояние атмосферного воздуха промышленных предприятий и прилегающей территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чулаков П.Ч. Теория и практика обеспыливания атмосферы карьеров. – Москва: Недра, 1973. – С. 159.
2. Ушаков К.З., Михайлов В.А. Аэрология карьеров. – Москва: Недра, 1975. – С. 247.
3. Михайлов В.А., Бересневич М.В. и др. Борьба с пылью в рудных карьерах. – Москва: Недра, 1971. – С. 262.
4. Жараспаев М.Т. Еңбек қорғау және карьерлер аэрологиясы. // Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. – С. 361.
5. Жараспаев М.Т., Есекин Б.К. Физические основы обеспыливания при выемочно-порузочных работах. – Алматы: Казмеханобр, 1996. – С. 196.
6. Патент РК №7354. Способ лабораторного моделирования навала горной массы. // Адилев К.Н., Жараспаев М.Т., Ахмеджанов Т.К. и др. Оpubл. Бюл. №4, 1995.

REFERENCES

1. Chulakov P.Ch. Teoriya i praktika obespylivaniya atmosfery kar'erov. – Moskva: Nedra, 1973. – S. 159.
2. Ushakov K.Z., Mikhailov V.A. Aerologiya kar'erov. – Moskva: Nedra, 1975. – S. 247.
3. Mikhailov V.A., Beresnevich M.V. i dr. Bor'ba s pyl'yu v rudnykh kar'erakh. – Moskva: Nedra, 1971. – S. 262.
4. Zharaspaev M.T. Enbek korgau zhane kar'erler aerologiyasy. // Oku kuraly. – Almaty: KazUTU, 2012. – S. 361.
5. Zharaspaev M.T., Esekin B.K. Fizicheskie osnovy obespylivaniya pri vyemochno-poruzochnykh rabotakh. – Almaty: Kazmekhanobr, 1996. – S. 196.
6. Patent RK №7354. Sposob laboratornogo modelirovaniya navala gornoi massy. // Adilov K.N., Zharaspaev M.T., Akhmedzhanov T.K. i dr. Opubl. Byul. №4, 1995.

Жараспаев М., Әділғазы К., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А., Пиржанова Г.

Қоршаған ортаны ластаушы көздердің негізгі физикалық сипаттамалары

Түйіндеме. Өндірістік зоналардың негізгі ластаушы көзі болып пайдалы қазбаларды алуға бағытталған технологиялық процестер табылады. Пайдалы қазбаларды алу кезінде негізінен физикалық шамаларды қолдану арқылы бейнеленетін шаң және газ түріндегі зиянды заттардың бөлінуі жүреді. Мақалаға мынадай физикалық шамалардың анықтамалары енгізілген: шаң бөлінуінің күші мен қарқындылығы, таралу коэффициенті және атмосфералық ауада зиянды заттардың таралу қарқындылығы.

Негізгі сөздер: көздер, шаңдылық, газдылық, процестер, технология, таралу, қарқындылық, күш.

Жараспаев М., Адилгазы К., Туkenова Х., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А.

Основные физические характеристики источников загрязнения природной среды

Резюме. Основными источниками загрязнения промышленных зон являются технологические процессы, ведение которых вызвано самой сущностью добычи полезных ископаемых. При добыче полезных ископаемых, в основном, происходит выделение вредных веществ в виде пыли и газа, которых следует описывать, используя физические величины. В статье введены определения следующих физических величин: мощность и интенсивность пылевыведения, коэффициент рассеяния и интенсивность распространений вредных веществ в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: источники, запыленность, загазованность, процессы, технология, рассеяние, интенсивность, мощность.

Zharaspaev M., Adilgazy K., Tukenova H., Abilzhanov D., Umbetova A., Zhumabaeva A.

The main physical characteristics of the sources of pollution of the natural environment

Summary. The main sources of pollution industrial zones are technological processes, the conduct which caused the very essence mining. During mining operations, mainly, is the release of harmful substances in the form of dust and gas, which should be described using physical quantities. In the article, the definitions of the following physical quantities: the power and intensity of dust emission, the dissipation factor and the intensity of the spread of harmful substances in atmospheric air.

Key words: sources, dust, fumes, processes, technology, scattering, intensity, power.