

УДК 502.56/.568

И.А. ИВАНОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Состояние рабочей зоны в цехах литейного производства в значительной степени определяется количеством источников выделения вредных веществ производственного оборудования и состоянием средств очистки воздуха. Осуществление организованных выбросов в атмосферу производится низкими трубами, неорганизованных – через венткамеры системы вытяжной вентиляции. Количество выбросов и их токсичность определяют класс предприятия как источника загрязнения атмосферы. В работе на основании анализа существующих методов оценки влияния выбросов на атмосферу разработан аналитический метод определения коэффициента экологического риска.

Ключевые слова: рабочая зона, литейное производство, коэффициент экологического риска, источники загрязнения, токсичность, пыль, производительность.

Введение. Степень загрязнения атмосферного воздуха в зоне работы операторов и на территории предприятия в значительной степени зависит от технического состояния пылеулавливающего оборудования, его эффективности и качества проведения регламентных работ. В инфраструктуру литейного производства входят плавильные агрегаты, шихтовый двор, участки складирования и транспортировки сыпучих материалов, приготовления формовочных и стержневых смесей, розлива металла, дробления, помола, сушки, выбивки форм и стержней, пескоструйной и дробеструйной очистки отливок и их галтовки.

При плавке чугуна кроме пыли выделяется значительное количество оксидов углерода, а также сернистый ангидрид, углеводороды, оксид азота. В индукционных печах при плавке алюминия выделяется помимо вышеуказанных ингредиентов хлор и фтористый водород. Литейное производство характеризуется газовыделением при воздействии теплоты жидкого металла на формовочные смеси. В зависимости от вида компонентов формовочных смесей из них может выделяться бензол, фенол, формальдегид, фуран, цианид, аммиак, а также другие токсические вещества [1].

В связи с наличием в цеху источников тепла на распределение загрязняющих веществ оказывает влияние конвекция [2].

Постановка задачи. В литейных цехах выделяется значительное количество пыли. Качество атмосферного воздуха в рабочей зоне литейного цеха зависит от концентраций вредных веществ и их токсичности. Эффективность существующих средств очистки выбросов не обеспечивает выполнение требований гигиенических норм. Предварительные экспериментальные и расчетные данные показывают многократное превышение максимальных приземных концентраций над предельно допустимыми (до 20 раз). При штучном производстве это носит кратковременный характер, однако при серийном степень экологического риска значительно увеличивается. В работе ставили задачу проанализировать существующие методы оценки влияния выбросов в атмосферу и предложить свой метод оценки определения коэффициента экологического риска.

Методы оценки. Оценка экологической опасности производственных объектов на промплощадках предприятий в отношении приземной атмосферы может определяться по зависимости [3]

$$O_j = \sum_{i=1}^n A_i M_i, \quad (1)$$

где n - число ингредиентов загрязняющих веществ; A_i - коэффициент опасности i -го вещества, усл. ед.; M_i - масса i -го вещества, поступающего в атмосферу от всех i источников j -го производственного объекта, тыс.т.

Коэффициент опасности i -го вещества A_i определяется по формуле

$$A_i = \frac{1}{C_i} \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3, \text{ усл. ед.}, \quad (2)$$

где C_i - лимитирующая концентрация i -го вещества в организме человека вследствие дыхания;
 Π_1 - поправка на рассеивание i -го вещества в приземной атмосфере (без размерности) (табл.1); Π_2 - поправка на вероятность накопления i -го вещества в природных компонентах (табл.2); Π_3 - поправка на воздействие i -го вещества на различные реципиенты (табл.3).

Таблица 1

Значения поправок на рассеивание загрязнителей в приземной атмосфере Π_1

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Твердые аэрозоли и выбросы автотранспорта	5,0
Газообразные загрязнители	1,5

Таблица 2

Значения поправок на вероятность накопления загрязнителей в природных компонентах среды Π_2

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Металлы и оксиды ванадия, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра, кадмия, сурьмы, олова, платины, ртути, свинца, урана	5,0
Металлы и оксиды натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, висмута, кремния, бериллия, других твердых компонентов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), включая бенз(а)пирен	2,0
Прочие (газообразные, кислоты, щелочи в аэрозолях и т.д.)	1,0

Таблица 3

Значения поправок воздействий загрязнителей на различные реципиенты Π_3

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Испаряющиеся легко диссоциирующие кислоты и щелочи (фтористый водород, соляная, серная кислоты и т.п.), молекулярный фтор, хлор, сернистый газ, сероводород	2,0
Окислы азота, сероуглерод, озон, растворимые неорганические соединения фтора	1,5
Органические пыли (без ПАУ), древесная пыль, нетоксичные металлы, их окислы, альдегиды, аммиак, неорганические соединения кремния, плохо растворимые соединения фтора	1,2
Токсичные металлы, их окислы, легкие углеводороды, окиси углерода и прочие загрязнители	1,0

Суммарная величина массы загрязняющих веществ M определяется массами выбросов ингредиентов загрязнений имеющимися в данном производственном объекте источниками:

$$M = M_1 h_1 + M_2 h_2, \quad (3)$$

где M_1 - масса выбросов от организованных стационарных источников, тыс. т.; M_2 - масса выбросов от неорганизованных стационарных источников, тыс. т.; h - поправочный коэффици-

ент малой высоты источников выбросов, увеличивающий опасность загрязнения (экспертно определенная величина коэффициента $h_1=1,4$, для стационарно организованных источников $h_2=1,0$).

По формуле (2) был рассчитан коэффициент опасности нетоксической пыли. Он равен 3000.

В работе [4] предлагается оценка категории экологической опасности предприятия $K_{эоп}$ по четырем классам. Коэффициент экологической опасности предприятия, определяется по формуле

$$K_{эоп} = \sum_{i=1}^n (M_i / C_{ПДК_i})^{a_i}, \quad (4)$$

где M_i – масса загрязняющего вещества, т/год; $C_{ПДК_i} = C_i / ПДК_{р.з.}$ – концентрация загрязняющего вещества в долях ПДК_{р.з.}; a_i – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го вещества: $a_1 = 1,7$ – 1-й класс опасности; $a_2 = 1,3$ – 2-й класс опасности; $a_3 = 1$ – 3-й класс опасности; $a_4 = 0,9$ – 4-й класс опасности; $K_{эоп} > 10^6$ – соответствует предприятиям, наиболее активно загрязняющим атмосферу, 1-й категории; $K_{эоп} > 10^4 - 10^6$ – 2-й категории, $K_{эоп} \geq 10^3 - 10^4$ – 3-й категории, $K_{эоп} < 10^3$ – 4-й категории.

Сравнение методов расчета параметров экологической опасности по зависимостям (1) и (4) показывает значительное расхождение результатов (на несколько порядков). Оценка параметра Π , по работе [4] категории предприятия как загрязнителя атмосферы является менее формальной, более точно характеризующей степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферы.

При определении параметра Π для каждого i -го вещества и каждого источника j рассчитывают значения требуемого потребления воздуха ТПВ, м³/с, и параметра R по следующим формулам:

$$ТПВ_{ji} = 10^3 M_{ji} / ПДК_i, \quad (5)$$

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \cdot \frac{C_{ji}}{ПДК_i} \cdot 10^3, \quad (6)$$

где M_{ji} – масса вещества, выбрасываемого источником в одну секунду, г/с; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация вещества, мг/м³; D_j – диаметр устья источника, если устье источника не круглое, то за D_j принимают его наибольший размер, м; H_j – высота источника над уровнем земли, м; C_{ji} – концентрация вещества в устье источника, г/м³.

При $D_j > 0,5 H_j$ выражение $D_j / (H_j + D_j)$ принимают равным единице.

Значение параметра Π_i , м³/с, для каждого вещества определяют по следующей формуле:

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^n ТПВ_{ji} R_{ji}, \quad (7)$$

где n – количество источников на предприятии, выбрасывающем одноименные вещества.

Нами предлагается производить оценку категории предприятия как загрязнителя атмосферы на основе коэффициента экологического риска. Учтя, что $M_{ji} = C_{ji} \cdot q_j$, где q_j – объем выбрасываемого газа, м³/с, и подставив формулы (5) и (6) в формулу (7), получим коэффициент экологического риска $K_{эп}$:

$$K_{эп} = \sum_{j=1}^n 10^6 \frac{M_{ji} \cdot D_j \cdot C_{ji}}{ПДК_{ji}^2 \cdot (H_j + D_j)} = \sum_{j=1}^n 10^6 \frac{D_j}{H_j + D_j} \left(\frac{C_{ji}}{ПДК_{ji}} \right)^2 \cdot q_j. \quad (8)$$

Полученная нами аналитическая зависимость позволяет рассчитать параметр, в комплексе характеризующий геометрию источника выброса, мощность и токсичность выброса [5].

Результаты расчетов и их обсуждение. На основании расчетов коэффициента экологического риска с использованием [6] установлено, что литейный цех является загрязнителем атмосферы третьей категории. Полученные по экспериментальным данным средние значения $K_{эп} = 6 \cdot 10^5$. Оценка производилась по ПДК = 2 мг/м³ для участков выбивки решеток и пескоструйного участка литейного цеха, имеющих общий выброс.

Выводы. Анализ методов определения экологической опасности показывает, что использование зависимостей (1) и (4) дает весьма приближенную оценку, так как при этом используется статистика годовых выбросов, в отличие от предлагаемой в данной работе модели, где используются данные по секундным выбросам. Это обстоятельство является особенно важным при неритмичной работе предприятия, что характерно для современного производства в России, например, в случае штучного производства вместо серийного.

Библиографический список

1. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
2. Мелькумов В.Н. Формирование конвективных воздушных потоков при действии в помещении источника тепла / В.Н. Мелькумов, С.Н. Кузнецов, С.П. Павлюков, Р.Н. Кузнецов // Вестник Волгоград. гос. арх.-строит. ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2008. – № 12. – С. 76-80.
3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А.С. Быстров, В.В. Варанкин, М.А. Виленский и др. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
4. Канищев А.Н. Экология автодорожного комплекса / А.Н. Канищев. – Воронеж: Изд-во гос. ун-та, 2001. – 152 с.
5. Иванова И.А. Анализ критериев экологической опасности на асфальтобетонных заводах / И.А. Иванова, С.А. Колодяжный, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: «Строительство и архитектура». – 2009. – №3. – С. 125-131.
6. ОНД 1-84. Инструкции о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям. – СПб.: Госкомгидромет, 1984.

Материал поступил в редакцию 19.03.10.

I.A. IVANOVA

DETERMINATION OF THE FOUNDRY ENVIRONMENTAL THREAT COEFFICIENT

The state of the working area in the foundry sections is determined predominantly by the number of pollutant sources and the state of air cleaning devices. Organized pollutant emissions in the atmosphere are implemented by low pipes, unorganized pollutant emissions are implemented through ventilation chambers of exhaust ventilation system. The emission amounts and their toxicity determine the category of an enterprise as the atmosphere pollution source. An analytical method of determination of ecological risk coefficient is developed on the basis of available methods for estimation of emissions effect on the atmosphere.

Keywords: working zone, foundry engineering, ecological risk coefficient, pollution sources, toxicity, powder, productivity.

ИВАНОВА Ирина Александровна, ассистент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность» Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Окончила Воронежский государственный университет (2004).

Область научных интересов: определение категории предприятия как загрязнителя атмосферы на основе коэффициента экологического риска.

Имеет 18 публикаций.

ivanova-eco@mail.ru