



УДК 699.871

**Манохин В.Я.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: [manokhin\\_vya@yandex.ru](mailto:manokhin_vya@yandex.ru)

**Иванова И.А.** – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: [ivanova-eco@mail.ru](mailto:ivanova-eco@mail.ru)

**Мущенко Б.Л.** – аспирант

E-mail: [tanjalitvinova@rambler.ru](mailto:tanjalitvinova@rambler.ru)

**Воронежский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

## **Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях**

### **Аннотация**

Производство строительных материалов связано со значительным количеством организованных и неорганизованных выбросов пыли в атмосферу. Осуществление радикальных технических мер по защите воздушного бассейна, как правило, рассчитано на длительный период и требует значительных капитальных вложений. Разработка и осуществление мероприятий по временному сокращению вредных выбросов в атмосферу является необходимым в период неблагоприятных метеорологических условий. На основе аналитической зависимости, предложенной авторами, определены значения категорий предприятий как источника загрязнения атмосферы на период неблагоприятных метеорологических условий.

**Ключевые слова:** атмосфера, пыль, выбросы, пылеочистные установки, неблагоприятные метеорологические условия.

### **Введение**

На предприятиях стройиндустрии пыль является одним из наиболее характерных ингредиентов загрязнения атмосферы.

Анализ состава выбросов показал высокое содержание в них свободной двуокиси SiO<sub>2</sub> (от 25 до 92 % от общего количества пыли).

Количество свободной окиси кремния в пыли зависит от типа перерабатываемой горной породы: в кварцитах – 57-92 %, в песчаниках – 30-75 %, в гнейсах – 27-74 %, в гранитах – 25-65 %, в известняках – 30-37 %.

Принятые в США федеральные нормы для новых стационарных источников предусматривают ограничение концентрации взвешенных частиц в выбросах, в частности, для асфальтобетонных заводов (АБЗ) – до 70-90 мг/м<sup>3</sup>. Для смесителей асфальтобетонных заводов (АБЗ) в Германии допустимые концентрации достигают 100 мг/м<sup>3</sup>. В реальных условиях эксплуатации асфальтосмесителей достичь этого уровня трудно.

С этой точки зрения более обоснованными являются требования, предъявляемые к АБЗ во Франции, где для смесителей, работающих вблизи населенных пунктов, допустимая концентрация выбросов составляет 150 мг/м<sup>3</sup>, а для смесителей, удаленных от населенных пунктов на расстояние 1,5 км и более, – 500 мг/м<sup>3</sup>.

Разработка и осуществление мероприятий по временному сокращению вредных выбросов в атмосферу являются особенно актуальными при неблагоприятных метеорологических условиях. **Цель** настоящей работы – определить значения категорий предприятий как источника загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеорологических условиях.

Эмиссия пыли определяет негативное воздействие не только на состояние атмосферы за пределами санитарно-защитной зоны, но и определяет санитарное состояние на рабочих местах в помещениях предприятий, для этого измеряют среднюю концентрацию пыли при различных режимах работы технологического оборудования. С этой целью внутренний объем помещения делят на зоны, в каждой из которых концентрация пыли считается постоянной [1].

$$C_t = \frac{\sum \Delta W_i C_{ti}}{W}, \quad (1)$$

где  $\Delta W_i$  – объемы зон,  $C_{ti}$  – концентрация пыли в этих зонах;  $W$  – общий объем.

Пыль предприятий стройиндустрии имеет широкий диапазон дисперсности, что существенным образом влияет на санитарное состояние атмосферного воздуха за пределами санитарно защитной зоны предприятий и влияет на чистоту воздуха рабочей зоны и промплощадки. Проведенный нами анализ экспериментальных данных асфальтобетонных заводов показал наличие частиц пыли условным диаметром  $>1 - > 650$  мкм. С целью повышения достоверности результатов эксперимента использовались 3 метода оценки дисперсности: ситовой, седиментационный и рентгеноспектральный микроанализ. При этом, чтобы измерить скорость седиментации в дисперсных системах, пользовались приборами, называемыми седиментометрами. Наиболее точен и прост седиментометр Фигуровского. Рентгеноспектральный микроанализ проводился с помощью сканирующего электронного микроскопа «Camscan S4».

### Оценка параметров выбросов пыли в атмосферу

В России требования к выбросам в атмосферу по содержанию в них пыли обосновываются расчетом в соответствии со СНиП следующим образом:

$C = 100 K$  – для систем производительностью более  $L = 15$  тыс. м<sup>3</sup>/ч выбрасываемого воздуха, мг/м<sup>3</sup>;

$C = (160-4L)$ ;

$K$  – для систем производительностью  $L = 15$  тыс. м<sup>3</sup>/ч и менее, мг/м<sup>3</sup>;

где  $K$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от ПДК пыли в воздухе в интервале от 0,3-1.

При ПДК пыли 2 мг/м<sup>3</sup> и менее  $K=0,3$ .

Предельно допустимая максимально разовая концентрация нетоксических пылей в воздухе населенных пунктов равна 0,5 мг/м<sup>3</sup>, а при наличии сажи при сжигании мазута на режимах с недостатком воздуха ПДК = 0,15 мг/м<sup>3</sup>.

Расчеты показывают, что ПДК пыли на выходе из организованных источников выброса в зависимости от производительности вентилятора и ПДК, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Производительность вентилятора, м <sup>3</sup> /ч	Предельно допустимые концентрации пыли на выходе из трубы при ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>			
	1	2	3	4
5000	42	42	84	112
7300	39,24	39,24	78,48	104,6
10000	36	36	72	96
12000	33,6	33,6	67,2	89,6
20000	30	30	60	80

На предприятиях стройиндустрии бывают организованные и неорганизованные выбросы. Проблемной является оценка неорганизованных выбросов от открытых складов нерудных материалов.

Определение количества неорганизованных выбросов возможно тремя способами. Расчет по первому способу может быть представлен зависимостью (1) как оценка площадного источника:

$$Q = [(C_{c(0-1)}^k - C_{c(0-1)}^H)W_{c(0-1)} + (C_{c(1-2)}^k - C_{c(1-2)}^H)W_{c(1-2)}] \cdot 3600 \cdot \phi \cdot h \cdot L \cdot 10^{-6}, \text{ кг/год}, \quad (2)$$

где  $C_{c(0-1)}^k$ ;  $C_{c(1-2)}^k$  – средняя концентрация вредных веществ в потоке воздуха за обследуемым объектом в соответствующих интервалах высот, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{c(0-1)}^H$ ;  $C_{c(1-2)}^H$  – средняя концентрация вредных веществ в потоке воздуха перед обследуемым объектом в

соответствующих интервалах высот,  $\text{мг/м}^3$ ;  $W_{C(0-1)}$ ;  $W_{C(1-2)}$  – средняя скорость ветра в соответствующих интервалах высот за обследуемым объектом, м/с;  $\phi$  – время работы в течение года, ч;  $h$  – высота условной плоскости, м;  $L$  – длина проекции условной плоскости, м.

Методические указания [2], согласованные с Госкомгидрометом, представляют собой второй способ оценки количества пыли и используют формулу (2):

$$Q = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot S \cdot W \cdot (C_i - C_0) \cdot \phi, \text{ кг/год}, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь поперечного потока загрязненного воздуха,  $\text{м}^2$ ;  $W$  – скорость ветра во время отбора проб, м/с;  $C_0$  – минимальная концентрация,  $\text{мг/м}^3$ ;  $C_i$  – максимальная концентрация,  $\text{мг/м}^3$ ;  $3,6 \cdot 10^{-3}$  – переводной коэффициент;  $\phi$  – время работы на исследуемом участке в течение года, ч.

Третий способ предполагает расчет по формуле:

$$Q = \frac{p \cdot m}{100} \text{ кг/год}, \quad (4)$$

где  $p$  – убыль материалов (%);  $m$  – масса сырья, кг/год.

### Технологические режимы при неблагоприятных метеорологических условиях

Под регулированием выбросов вредных веществ в атмосферу понимается их кратковременное сокращение в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), приводящих к формированию высокого уровня загрязнения воздуха.

Прогноз загрязнения атмосферы и регулирование выбросов являются важной частью всего комплекса мероприятий по обеспечению чистоты воздушного бассейна.

При разработке технологических режимов по регулированию выбросов следует учитывать вклад различных источников в создание приземных концентраций примесей. В каждом конкретном случае необходимо определить, на каких источниках следует сокращать выбросы в первую очередь, чтобы получить наибольший эффект [3]. С этой целью используют формулы для расчета максимальной концентрации примесей в воздухе ( $C_m$ ).

Для горячих выбросов:

$$C_m = \frac{A M F m n h}{H^2 \sqrt{V_1 \Delta T}}, \quad (5)$$

где  $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;  $A$  – коэффициент, зависящий от климатических условий;  $F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере, зависит от степени очистки;  $m$ ,  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса, м;  $M$  – количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;  $H$  – высота источника выброса над уровнем земли, м;  $V$  – объем газов, поступающих в атмосферу из источников,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемых газов ( $T_r$ ) и окружающего воздуха ( $T_b$ ),  $^{\circ}\text{C}$  [4, 5].

Из формулы (5) видно, что  $C_m$  значительно уменьшается с увеличением высоты трубы  $H$ . Следовательно, в период НМУ при прочих равных условиях необходимо в первую очередь сокращать объем низких выбросов.

В соответствии с требованиями РД 52.04-52-85 должно быть обеспечено снижение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы по первому режиму производительности предприятия на 15-20 %, по второму на – 20-40 % и по третьему на – 40-60 %.

Оценка вклада выбросов, поступающих в атмосферу на различных высотах  $H$ , в создание приземных концентраций примесей показывает, что для высоких источников он составляет от 1 до 3,6, а для низких – от 1 до 25.

При опасных метеорологических условиях необходимо использовать технологические режимы, направленные на сокращение или полное прекращение выбросов вредных веществ в атмосферу, при этом необходимо использовать следующее, а именно:

- усилить контроль за работой циклонов, за топочными режимами котлоагрегатов;

- усилить контроль за выбросами и соблюдением технологии производства соответствующими службами предприятия;
- запретить засыпку и транспортирование пыли;
- отключать очистные сооружения для ремонта и профилактики;
- снизить нагрузку котельных, вплоть до полного отключения в особо опасные периоды;
- снизить производительность с целью уменьшения выбросов;
- предусмотреть обеспыливание песка и щебня в карьерах;
- установить трубы и желоба с минимально доступными сечениями и углами наклона при пересыпке пылящих материалов;
- повысить эффективность гидрообеспыливания за счет добавления реагентов, улучшающих смачивание пылевых частиц;
- обеспечить устройство систем аспирации;
- установить желоба и трубы по направлению движения ленты транспортера;
- очистить воздухопроводы через лючки в тупиковых застойных зонах;
- очистить бункеры, циклоны;
- снизить нагрузку или остановить производства, сопровождающиеся значительными выделениями загрязняющих веществ;
- отключить аппараты и оборудование, работа которых связана со значительным загрязнением воздуха;
- остановить технологическое оборудование в случае выхода из строя пылеочистных устройств;
- запретить производство погрузочно-разгрузочных работ, отгрузку готовой продукции, сыпучего исходного сырья и реагентов, являющихся источником загрязнения;
- перераспределить нагрузку производств и технологических линий на более эффективное оборудование, использование пылеочистных систем высокой эффективности.

Оценка эффективности изменений технологического режима на предприятия предусматривает:

- определение эффективности каждого изменения;
- определение эффективности по градациям высот;
- определение эффективности в целом по предприятию.

Определение эффективности каждого мероприятия осуществляют по формуле:

$$V_i = \frac{M_i'}{M_i} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $M_i$  – выбросы в атмосферу загрязняющего вещества от источников, для которых разработано мероприятие, г/с;  $M_i'$  – размер сокращения выбросов в атмосферу загрязняющего вещества за счет осуществления мероприятия, г/с.

### **Определение эффективности технических режимов НМУ и расчет категорий предприятий как загрязнителей атмосферы**

Проведение изменений технологического режима влияет на параметры, определяющие категорию предприятия как загрязнителя.

Нами предложена формула коэффициента экологического риска:

$$K_{ЭР_{ji}} = \sum_{j=1}^n 10^6 \frac{D_j}{H_j + D_j} \left( \frac{C_{ji}}{ПДК_{ji}} \right)^2 \cdot q_j, \quad (7)$$

где  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$D_j$  – 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/м<sup>3</sup>;

$q_j$  – объем выбрасываемого газа, м<sup>3</sup>/с.

Полученная аналитическая зависимость дает возможность получить параметр, в комплексе характеризующий рассеивание, мощность и токсичность выброса [6-8].

Таблица 2

## Оценка категорий предприятия как источника загрязнения

Категории предприятия	1	2	3	4
Значения $K_{ЭР}$	Более $10^9$	$10^8 \dots 10^6$	$10^6 \dots 5 \cdot 10^4$	Менее $5 \cdot 10^4$

## Вывод

В данной работе нами решена задача определения значения категорий предприятий как источника загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеорологических условиях. Для достижения поставленной цели авторами была разработана аналитическая зависимость, учитывающая в комплексе рассеивание, мощность и токсичность выброса. Анализ расчетных данных оценки подтверждает не только возможность уменьшения на одну категорию предприятия как источника загрязнения и, следовательно, уменьшения платы за пользование атмосферой, но и значительного сокращения объема требуемой по ОНД 1–84 технической документации.

## Список литературы

1. Минко В.А. Обеспыливание технологических процессов производства строительных материалов. – Воронеж, 1981. – 176 с.
2. Методические указания по установлению норм предельно допустимых выбросов для производственных предприятий. – М., 1987. – 46 с.
3. РД 52.04.52-85. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях / ГГО им. Войекова и ЗапСибНИИ Госкомгидромета. – Л., 1985. – 56 с.
4. Мелькумов В.Н. и др. Нестационарные процессы формирования системами вентиляции воздушных потоков в помещениях // Известия Орловского гос. техн. ун-та. Серия: Строительство и транспорт, 2007, № 3-15. – С. 36-42.
5. Мелькумов В.Н., Кузнецов С.Н. Динамика формирования воздушных потоков и полей температур в помещении // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура, 2008, № 4 (12). – С. 172-178.
6. Иванова И.А., Манохин В.Я., Колодяжный С.А. Анализ критериев экологической опасности на асфальтобетонных заводах // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура, 2009, № 3 (15). – С. 125-131.
7. Иванова И.А. Определение коэффициента экологической опасности литейного производства // Вестник Донского гос. техн. ун-та, 2010, т. 10, № 3 (46). – С. 406-409.
8. Иванова И.А., Манохин В.Я. Разработка методов повышения промышленной безопасности технологических процессов в смесителях асфальтобетонных заводов // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура, 2008, № 3 (11). – С. 183-187.

**Manohin V.Ya.** – doctor of technical science, professor

E-mail: [manokhin\\_vya@yandex.ru](mailto:manokhin_vya@yandex.ru)

**Ivanova I.A.** – candidate of technical science, senior lecturer

E-mail: [ivanova-eco@mail.ru](mailto:ivanova-eco@mail.ru)

**Myschenko B.L.** – post-graduate student

E-mail: [tanjalitvinova@rambler.ru](mailto:tanjalitvinova@rambler.ru)

**Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering**

The organization address: 394006, Russia, Voronezh, 20-letiya Oktybrya st., 1

## Regulation of emissions under unfavourable meteorological conditions

### Resume

Asphalt plants deal with many things that can affect the environment. Materials, that are not managed properly, such as airborne dust, contaminated storm water and used oil can harm people and the environment. State and federal environmental regulations explain what legally should or should not be done with these materials. The regulations describe how pollution or waste should be controlled, stored, treated or disposed. The better solution is to prevent the waste or pollution.

Construction of building materials is related to emission from defined and nondefined place. The implementation of radical technical measures on air basin protection is cost and time consuming. Development and implementation of the measures on temporal reduction of emissions into the atmosphere are essential under unfavourable meteorological conditions.

In present article it is proposed to determine the category of an enterprise as a source of atmosphere pollution under unfavourable meteorological conditions based on analytical relation developed by the authors.

**Keywords:** atmosphere, dust, emissions, dust cleaning plants, unfavourable meteorological conditions.

### References

1. Minko V.A. Dedusting of technological processes of building material production. – Voronezh, 1981. – 176 p.
2. Workbook on determination of the rates of maximum allowable emissions for industrial enterprises. – Moscow, 1987. – 46 p.
3. RD 52.04.52-85. Regulation of emissions under unfavourable meteorological conditions. – Leningrad, 1985. – 56 p.
4. Melkumov V.N., et al., Nonstationary processes of formation of air flows in premises by ventilation systems // Proceedings of Orel State Technological University. Construction and Transport, 2007, № 3-15. – P. 36-42.
5. Melkumov V.N., Kuznetsov S.N. Dynamics of formation of air flows and temperature fields in premise // Nauchny Vestnik VGASU. Stroitelstvo i arkhitektura, 2008, № 4 (12). – P. 172-178.
6. Ivanova I.A., Manokhin V.Ya., Kolodyazny S.A. The analysis of ecological safety criteria on asphalt concrete plants // Nauchny Vestnik VGASU. Stroitelstvo i arkhitektura, 2009, № 3 (15). – P. 125-131.
7. Ivanova I. A. Estimation of the coefficient of environmental threat of founding // Vestnik DGTU, 2010, T. 10, № 3 (46). – P. 406-409.
8. Ivanova I.A., Manokhin V.Ya. Development of the methods for improving the industrial safety of technological processes in the mixers of asphalt concrete plants // Nauchny Vestnik VGASU. Stroitelstvo i arkhitektura, 2008, № 3 (11). – P. 183-187.