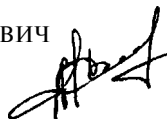


На правах рукописи

УДК 504.3.064:666.94

КАМЕНЕК АЛЕКСЕИ ИВАНОВИЧ



**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ
ПЫЛИ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЙ
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА**

Специальность 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел - 2004

Работа выполнена в Брянской государственной инженерно-технологической академии на кафедре «Строительные конструкции»

Научный руководитель:

ЦЫГАНКОВ
Владимир Викторович,
кандидат технических наук, профессор,
академик Международной Академии Наук
Экологии и Безопасности жизнедеятельности

Официальные оппоненты:

КОРОБКО
Виктор Иванович,
доктор технических наук, профессор,
заслуженный строитель РФ

БОРЗДЫКО
Игорь Алексеевич,
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: Региональное отделение Международной Академии Наук
Экологии и Безопасности жизнедеятельности, г. Брянск

Защита состоится «29» июня 2004 г. в 16-00 на заседании
диссертационного совета Д 212.182.01 при Орловском государственном техниче-
ском университете по адресу: РФ, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Орловского государственного
технического университета.

Автореферат разослан «17» мая 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук



А.И. Суздальцев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время нормативные методы определения распространения загрязняющих веществ (ЗВ) и их приземной концентрации (ОНД-86, ОНД-90 и др.), при всем многообразии учитываемых факторов (скорость ветра, температурная стратификация атмосферы, параметры источника выбросов, температура окружающего воздуха, характеристика рельефа местности и др.), имеют некоторые несовершенства, связанные с неучтенными параметрами окружающей среды, отдельными свойствами ЗВ и особенностями технологических процессов.

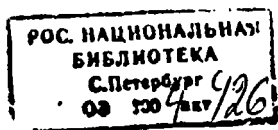
Недостатком нормативного метода определения концентрации загрязняющих веществ ОНД-86 является то, что он не учитывает индивидуальные особенности каждого из выбрасываемых загрязняющих компонентов. Получаемая расчетная концентрация ЗВ в определенной точке на местности, согласно нормам, будет иметь одно и тоже значение (при равенстве исходных данных) независимо от того, для какого загрязняющего ингредиента она определялась. Так, при условии высокой влажности воздуха и наличия в выбросах предприятия двух компонентов с одинаковыми дисперсными характеристиками на выходе - металлической пыли и пыли материала, обладающего свойством впитывать в себя влагу из воздуха (гигроскопичностью) - значения расчетной концентрации для этих веществ в определенной точке, согласно расчетных норм, будет одинаково, что представляется недостоверным.

В процессе производства на предприятиях цементной промышленности образуется около 27 млн.т пыли в год, а ее выброс в атмосферу сверх установленных ПДВ составляет более 1,5 млн.т в год. В промышленности стройматериалов предприятия по производству цемента являются самыми загрязняющими и небезопасными производствами, на их долю приходится 2/3 выбросов твердых веществ и 44% газообразных.

Значительные объемы выбросов и площади, занимаемые и загрязняемые цементными предприятиями, требуют больших трудозатрат и времени на натурные определения концентрации ЗВ, что повышает значимость расчетного метода и необходимость обеспечения его достоверности.

Таким образом, разработка метода и уточнение расчетных норм определения концентрации неорганической пыли с учетом влияния влажности воздуха, как фактора оказывающего воздействие на концентрацию твердых ЗВ в приземном слое атмосферы, способных впитывать влагу из воздуха, носит *актуальный характер*.

Целью диссертационной работы является расширение экспериментально-теоретической базы, для совершенствования расчетного метода определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства в приземном слое атмосферы с учетом относительной влажности воздуха.



Основными задачами исследования являются:

- структурно-системный анализ методов и моделей определения загрязнений атмосферного воздуха, анализ нормативного метода определения концентрации ЗВ в приземной слое атмосферы;
- анализ состояния природно-промышленного комплекса региона исследований, определение и классификация вредных факторов цементного производства;
- разработка методик и проведение экспериментальных исследований по определению: гигроскопичности и дисперсного состава неорганической пыли цементного производства; приземной концентрации гигроскопической пыли с учетом влияния атмосферной влажности воздуха;
- разработка метода определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха;
- разработка методического обеспечения для экологического мониторинга предприятий цементной промышленности;
- обоснование практического использования разработанных метода определения концентрации пыли и методики проведения экологического мониторинга на примере цементного производства.

Методы исследования. При решении задач использовались методы системного анализа и математического моделирования с применением ПЭВМ, а также соответствующие разделы теории вероятностей и математической статистики. Экспериментальные исследования выполнены с использованием гравиметрического метода определения взвешенных частиц пыли и метода лазерной дифракции.

Объект исследования. В качестве объекта исследований выступает расчетный метод определения приземной концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий, с учетом влияния атмосферной влажности воздуха.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- уточнена схема воздействия цементного производства на окружающую экосистему, прослежено движение загрязняющих факторов от каналов поступления до элементов воздействия на окружающую среду, обобщены и классифицированы антропогенные факторы цементного производства;
- на основе проведенных экспериментальных исследований установлено влияние влажности атмосферного воздуха на приземную концентрацию пыли, научно обоснована необходимость учета влажности воздуха при расчетах концентрации пыли, обладающей свойством гигроскопичности;
- разработан метод определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработан метод определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха, уточняющий и повышающий достоверность действующего нормативного метода;

- предложена методика проведения экологического мониторинга цементного производства, позволяющая в целом проанализировать вредное воздействие предприятия с учетом общей экологической ситуации в конкретном регионе; выявить сверхнормативный вид загрязнения; установить перечень очистительных систем для анализа их эффективности и провести сравнительный анализ экологичности различных предприятий.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются сопоставлением экспериментальных результатов с теоретическими и другими результатами известными из научной и справочной литературы, использованием современных методов исследования, большим объемом экспериментальных данных.

Реализация и внедрение результатов исследования.

Полученные автором результаты теоретических и экспериментальных исследований по учету влияния влажности воздуха на приземную концентрацию гигроскопических ЗВ были использованы отделом экологических технологий и программ ГУТПиР г. Брянска при корректировке проектов застройки микрорайонов города с целью обеспечения экологической безопасности селитебных территорий.

Предложенная методика проведения экологического мониторинга цементного производства позволила разработать комплекс мероприятий по увеличению экологической безопасности производства ОАО «Мальцовский портландцемент», который в настоящее время реализуется.

Апробация и публикации результатов работы. Основные результаты диссертационных исследований изложены в докладах на международном экологическом симпозиуме в рамках научных чтений МАНЭБ «Перспективные информационные технологии и проблемы управления рисками на пороге нового тысячелетия» (С-Петербург, 2000 г.), на межрегиональной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов жилищно-коммунального хозяйства» (Брянск, 2001 г.), на 1-ой международной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов жилищно-коммунального хозяйства» (Брянск, 2002 г.), на международной научно-практической конференции «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье» (Белгород, 2004 г.).

Основные положения работы изложены в 7 публикациях в периодической научной печати.

На защиту выносятся:

- комплексная схема воздействия цементного производства на окружающую среду и классификация его загрязняющих факторов;
- методика и результаты экспериментальных исследований по определению: гигроскопичности и дисперсного состава неорганической пыли цементного производства; приземной концентрации гигроскопической пыли с учетом влияния атмосферной влажности воздуха;
- метод определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха;
- методика проведения экологического мониторинга предприятий цементной промышленности.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка используемой литературы и приложений. Работа изложена на 161 странице, включает 47 рисунков, 30 таблиц и 38 страниц приложений. Библиография включает 121 наименование работ, в т.ч. 5 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы ее цель и решаемые задачи, указаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен системно-структурный анализ существующих методов определения загрязнений атмосферного воздуха, описывающих процесс рассеивания ЗВ, и частности нормативного метода. Приведена классификация моделей и их краткое описание. Выполнен анализ нормативного метода ОНД-86, выделены учитываемые им факторы и определена степень их влияния на приземную концентрацию пыли, обоснована актуальность совершенствования данного метода.

По результатам анализа расчетного метода ОНД-86, зависимость значений приземной концентрации пыли от основных факторов воздействия показывает, что при увеличении высоты источника, диаметра его устья, скорости выхода и температуры газопылевой смеси наблюдается снижение концентрации пыли в приземном слое, а при уменьшении — ее рост, т.е. указанные факторы находятся в обратной зависимости от значений концентраций (не зависимо от расстояния). Увеличение массы выбрасываемой пыли, скорости ветра и температуры воздуха приводит к росту приземной концентрации и при уменьшении — к ее снижению, т.е. прослеживается прямая зависимость.

Немаловажно отметить то, что из природных факторов (скорости ветра и температуры воздуха), учитываемых в нормативном методе, наибольшее влияние на приземную концентрацию пыли оказывает скорость воздушного потока. Ее измене-

ние в небольших пределах существенно меняет значения приземной концентрации пыли, а варьирование значениями температуры воздуха в широком диапазоне значительных изменений на концентрацию пыли не оказывает.

Согласно расчетному методу ОНД-86, за скорость седиментации частиц ЗВ отвечает безразмерный коэффициент F , значения которого варьируются в пределах от 1,0 до 3,0 с шагом 0,5 в зависимости от вида ЗВ и характеристик систем очистки. Известно, что скорость оседания частиц пыли при условии, что частицы имеют шаровую форму и их плотность намного больше плотности воздуха, определяется по формуле:

$$v_s = \frac{\rho_s \cdot g \cdot d_s^2}{18 \mu_a}, \quad (1)$$

где v_s - скорость оседания частицы, м/с; d_s - диаметр частицы, м; ρ_s - плотность частицы, кг/м³; μ_a - динамическая вязкость воздуха, Пас; g - ускорение свободного падения, м/с².

Динамическая вязкость воздуха и ускорение свободного падения являются условно постоянными величинами (не зависящими от характеристик ЗВ), вследствие чего очевидна прямая зависимость скорости оседания частицы пыли от ее плотности и дисперсного состава, что соответствует нормативному методу.

Но плотность, в свою очередь, является функцией массы и объема, а на частицу пыли, находящуюся в свободном падении, действует такой природный фактор, как влажность воздуха. При наличии у частицы пыли свойства гигроскопичности, ее масса увеличивается без увеличения соответствующего объема на количество впитанной влаги, что приводит к возрастанию скорости оседания частицы (рисунок 1).

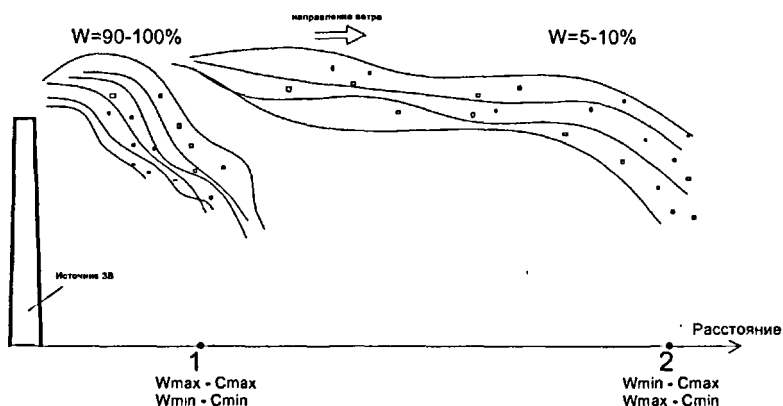


Рисунок 1- Схематичное отражение влияния влажности воздуха на концентрацию пыли (W - относительная влажность воздуха; C - концентрация).

При максимальном значении влажности воздуха процесс пылеосаждения идет более интенсивно, и максимальная концентрация достигается на небольших расстояниях от источника (точка 1). При наименьшем значении влажности воздуха скорость седиментации частиц мала, и основная их масса уносится на более дальние расстояния (точка 2), где достигается максимальная концентрация.

Таким образом, в математической модели нормативного метода определения концентрации ЗВ, коэффициентом F не учтено влияние такого фактора, как атмосферная влажность воздуха. Существование последней, при наличии у твердых ЗВ свойства гигроскопичности, приводит к увеличению скорости их седиментации и, как следствие, к изменению приземной концентрации ЗВ. Данный факт свидетельствует о несовершенности расчетного метода и требует его уточнения.

Во **второй главе** изложено краткое описание выбранного источника загрязнений (ОАО «Мальцовский портландцемент»), приведена характеристика природно-климатических условий района его расположения, выполнен подробный анализ технологического процесса, определены и классифицированы вредные факторы данного производства и разработана комплексная схема его воздействия на окружающую среду.

По итогам анализа процесса производства на источнике загрязнений по технологическим этапам, приведены выбрасываемые ЗВ, определены зоны их формирования и источники выделения. Разработана общая и частные схемы классификации антропогенных факторов данного производства на экосистему в целом и в отдельности по видам ЗВ.

Проведена покомпонентная оценка состава выбрасываемых ЗВ на источнике загрязнений, прослежена динамика их изменения и доли каждого из компонентов ЗВ в общем объеме выбросов. Из чего следует, что основным загрязнителем экосистемы от воздействия цементного производства являются твердые пылевые частицы, эмиссии которых являются основной причиной большой площади СЗЗ (1544 Га) источника загрязнений. Их выброс в общем объеме загрязнения изменяется в пределах 50-80%.

В **третьей главе** приведена классификация выбрасываемой неорганической пыли на источнике загрязнений, разработана методика и проведены экспериментальные исследования по определению гигроскопичности и дисперсного состава двух видов пыли, имеющих наибольший процент выброса; приземной концентрации гигроскопической пыли с учетом влияния атмосферной влажности воздуха. По результатам экспериментов выполнена статистическая обработка полученных данных.

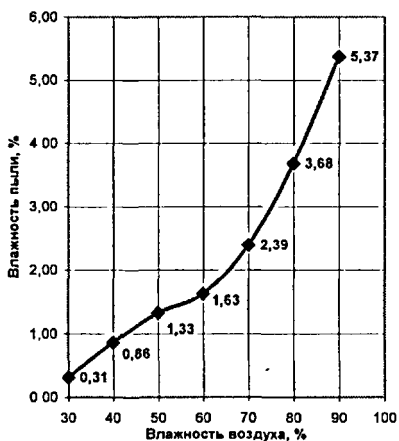
Исследуемая пыль цементного производства является минеральной неорганической пылью. Она подразделяется на три вида, исходя из содержания в ней оксида

кремния (IV). Каждый вид имеет свой код (код загрязняющего химического компонента) и соответствующее регламентируемое значение ПДК (таблица 1).

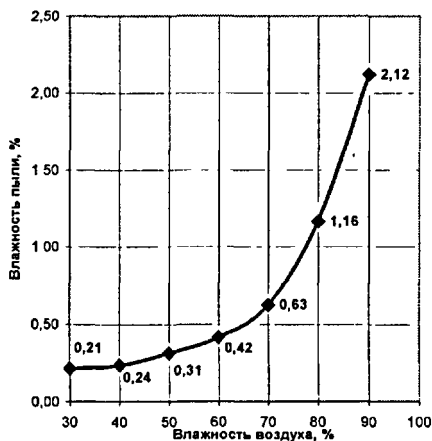
Таблица 1 – Классификация пыли цементного производства

Код ЗВ	Наименование загрязняющего химического компонента	Наименование пыли (согласно материалу, от которого она образована)	Предельно-допустимая концентрация, мг/м ³		Процент содержания в общем объеме выбросов, %
			максимально-разовая	среднесуточная	
2907	Неорганическая пыль с содержанием $\text{SiO}_2 > 70\%$	Пыль трепела, граншлака	0,15	0,05	0,5-6
2908	Неорганическая пыль с содержанием $20\% > \text{SiO}_2 > 70\%$	Пыль цемента, клинкера, гипса	0,30	0,1	20-30
2909	Неорганическая пыль с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$	Пыль сырья (пыль не-обожженного сырьевого шлама из вращающихся печей)	0,50	0,15	50-80

Результаты определения гигроскопичности для пыли 2908 и 2909 показывают, что при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, увеличение массы частиц пыли составляет для пыли 2908 - 5,37%, для пыли 2909 – 2,12% (рисунок 2).



а)



б)

Рисунок 2 – Зависимость влажности пыли от влажности воздуха:

а) пыль - 2908; б) пыль - 2909.

По итогам сравнительных аппроксимаций зависимость влажности пыли от относительной влажности воздуха описывается следующими уравнениями:

- для пыли 2908: $W_{\text{пыл}} = 0,1221 e^{0,04295 W_a}$;

- для пыли 2909: $W_{\text{пыл}} = 0,0517 e^{0,0185 W_a}$.

Экспериментальные исследования показали прирост в массе частиц пыли за счет накопления влаги из воздуха, что свидетельствует о гигроскопических свойствах неорганической пыли цементного производства.

Для получения дисперсного состава пыли в данной работе использовался наиболее точный, в настоящее время, метод лазерной дифракции. Экспериментальные исследования проводились на лазерном гранулометре «Malvern Mastersizer» в промышленной лаборатории ОАО «Мальцовский портландцемент».

Результаты определения дисперсного состава показывают, что неорганическая пыль цементного производства имеет полидисперсный состав с диапазоном размеров частиц 0,3-300 мкм. Максимальное содержание частиц пыли сырья (2909) наблюдается в диапазоне 6,63-7,72 мкм и составляет 6,35%. В общей массе 50% частиц имеют размеры меньше 7,19 мкм, а 90% частиц меньше 34,52 мкм. Средний диаметр частиц пыли составляет 14,12 мкм.

В дисперсном составе пыли 2908 наблюдается колебание размеров частиц с выделением трех максимумов, в распределении по фракциям, в диапазонах 0,58-0,67 мкм, 3,09-3,60 мкм и 35,56-41,43 мкм, с соответствующим содержанием частиц 2,43; 3,7; 3,1 %. В общей массе 50% частиц имеют размеры меньше 6,02 мкм, а 90% - меньше 70,91 мкм. Средний диаметр частиц пыли составляет 24,65 мкм, что свидетельствует о преобладании более крупных частиц, чем в пыли 2909.

Для проведения опытных определений приземной концентрации неорганической пыли с учетом влияния влажности атмосферного воздуха был выбран летний период, так как он характеризуется изменением влажности воздуха в широком диапазоне и стабильной работой цементного производства.

С целью определения влияния только атмосферной влажности воздуха на приземную концентрацию пыли условия эксперимента подбирались так, чтобы максимально исключить воздействие других природных факторов на данную концентрацию. То есть при фиксации величин приземной концентрации пыли варьировались значения относительной влажности воздуха и выдерживались постоянными следующие природные факторы:

- скорость воздушного потока, допускаемое отклонение не более $\pm 0,5$ м/с;
- направление ветра (точка определения под факелом выброса), допускаемое отклонение не более $\pm 10^\circ$ от направления на точку замера.

Для этого в течение летних периодов фиксировались следующие метеорологические параметры окружающей среды: температура воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, относительная влажность воздуха.

На местности по периметру источника загрязнений и на разном расстоянии от него были закреплены пять контрольных точек. Необходимым условием выбора контрольных точек, являлось точное фиксирование их координат в местной геодезической сети, для последующего определения расчетной концентрации неорганической пыли в данных точках с достаточной точностью. В связи с чем, положение точек было выбрано так, чтобы они совпадали с реперными точками местной геодезической сети.

Экспериментальные определения концентрации пыли производились на основе гравиметрического метода, использовался разовый режим отбора проб с 25 минутным периодом осреднения. Концентрация неорганической пыли в каждой контрольной точке определялась при десяти различных значениях относительной влажности воздуха, по 5 проб для каждого значения влажности. В сумме по каждой точке было произведено 50 измерений.

По результатам экспериментальных замеров в контрольных точках № 1; 2; 3; 4; 5, находящихся на расстоянии от источника загрязнений соответственно 0,8; 0,9; 0,95; 1,5; 0,75 км, значения концентраций получены в диапазоне от 7,78-1,72 мг/м³. Во всех точках максимальные значения полученных концентраций различны (6,69; 6,15; 5,34; 4,54; 7,87 мг/м³ соответственно для точек № 1; 2; 3; 4; 5), что связано с разным удалением точек от источника, и наблюдались при минимальной атмосферной влажности воздуха. Но увеличение влажности воздуха для каждой контрольной точки характеризовалось уменьшением концентрации пыли, что свидетельствовало о влиянии влажности воздуха на скорость седиментации пыли.

Для установления в дальнейшем взаимосвязи приземной концентрации неорганической пыли с влиянием относительной влажности воздуха и коэффициентом F (ОНД-86), по восточному направлению на контрольную точку №4 (как направлению преобладающих ветров и минимальных помех) были выбраны три дополнительные точки 4-1; 4-2; 4-3 на расстоянии от источника загрязнений соответственно 0,6 км; 0,45 км; 0,35 км. Для них аналогично, как и для пяти контрольных точек, были определены значения концентраций неорганической пыли экспериментальным путем.

В четвертой главе по итогам расчетного определения концентрации пыли по нормативному методу ОНД-86 и путем сравнения и корреляции экспериментальных данных с расчетными, разработан метод определения концентрации гигроскопической пыли с учетом влажности воздуха, а также предложена методика проведения

экологического мониторинга цементного производства и дано обоснование практического использования разработанных метода и методики.

Для определения концентрации неорганической пыли расчетным путем использовался программный комплекс УПРЗА «Эколог» утвержденный Министерством природных ресурсов и основанный на ОНД-86.

В программу закладывались следующие исходные данные: 1) Параметры каждого функционирующего источника выбросов неорганической пыли с кодировкой 2907, 2908, 2909: высота, диаметр устья, координаты, скорость выхода и температура газопылевой смеси, количество выбрасываемой пыли в единицу времени. 2) Скорость ветра, его направление и температура воздуха для каждой определяемой точки, соответствующие усредненным экспериментальным значениям, фиксируемым при опытным определении концентрации пыли в данной точке.

Компьютерный расчет рассеивания был выполнен на группу суммации 6001 трех видов неорганической пыли 2907+2908+2909 при значениях коэффициента F , равных 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0.

Результаты проведенных расчетных и экспериментальных определений концентрации неорганической пыли в закрепленных на местности точках свидетельствуют о влиянии влажности воздуха на приземную концентрацию пыли, обладающей свойством гигроскопичности, и несовершенности расчетного метода.

Так при относительной влажности воздуха, равной 30-40%, экспериментальные значения концентрации пыли в каждой из пяти точек максимальны и сравнимы с расчетными, полученными при коэффициенте $F=1,5$, что свидетельствует о достоверности расчетного метода. Но при увеличении влажности воздуха наблюдается спад экспериментальных значений концентраций значительно ниже расчетных. Данный спад объясняется тем, что при увеличении влажности воздуха частицы неорганической пыли накапливают большее количество влаги из воздуха, чем при влажности 30-40%, увеличивая этим свою массу. Это приводит к седиментации частиц пыли на более близких расстояниях от источника, чем выбранных для контрольных точек №1-5 (0,75-1,5 км), что и вызывает снижение концентрации в данных точках.

Используемые в эксперименте для оценки взаимосвязи относительной влажности воздуха и концентрации неорганической пыли дополнительные точки 4-1, 4-2, 4-3 (расстояние от источника соответственно - 0,6; 0,45; 0,35 км) позволили установить взаимосвязь между значениями относительной влажности воздуха и безразмерным коэффициентом F при определении концентрации пыли в приземном слое атмосферы с учетом ее гигроскопичности.

Зависимость концентрации пыли C от относительной влажности воздуха $W_{\text{в}}$ для точек 4-1, 4-2, 4-3 по итогам аппроксимаций описываются следующими полиномами четвертой степени:

для точки №4-1:

$$C_{4-1}(W_{\text{в}}) = 3,2087 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{в}}^4 - 7,0206 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{в}}^3 - 7,5601 \cdot 10^{-3} \cdot W_{\text{в}}^2 + 0,6037 \cdot W_{\text{в}} - 2,7365;$$

для точки №4-2:

$$C_{4-2}(W_{\text{в}}) = 3,9848 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{в}}^4 - 9,943 \cdot 10^{-4} \cdot W_{\text{в}}^3 + 8,5723 \cdot 10^{-2} \cdot W_{\text{в}}^2 - 2,9533 \cdot W_{\text{в}} + 42,448;$$

для точки №4-3:

$$C_{4-2}(W_{\text{в}}) = -7,2493 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{в}}^4 + 1,304 \cdot 10^{-4} \cdot W_{\text{в}}^3 - 6,7759 \cdot 10^{-3} \cdot W_{\text{в}}^2 + 0,1325 \cdot W_{\text{в}} + 6,7068.$$

Согласно результатам экспериментальных и расчетных определений для точек №4, №4-1, №4-2, №4-3 установлено, что максимальные экспериментальные величины концентрации пыли наблюдались при значениях относительной влажности воздуха равных соответственно 32, 49, 63, 91%, а максимальные расчетные значения концентраций - при коэффициенте F , равного соответственно 1,5; 2,0; 2,5; 3,0.

Анализ графиков распределения величин концентрации пыли для данных точек показал, что при расчетах концентрации неорганической пыли, обладающей свойством гигроскопичности, необходимо учитывать влажность воздуха посредством функционального коэффициента $F_w = f(W_{\text{в}}, F)$, введенного в формулу определения максимальной приземной концентрации 3В расчетного метода ОНД-86:

$$c_{\text{м}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot F_w \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1} \cdot \Delta T}.$$

Значения коэффициента F_w при расчете приземной концентрации гигроскопической пыли цементного производства необходимо выбирать в зависимости от относительной влажности воздуха $W_{\text{в}}$, а при разработке томов ПДВ для цементных предприятий необходимо учитывать среднегодовую влажность воздуха, согласно которой и осуществлять подбор коэффициента F_w (таблица 2).

Таблица 2 - Значения функционального коэффициента $F_w = f(W_{\text{в}}, F)$ для разных величин относительной влажности воздуха $W_{\text{в}}$

Относительная влажность воздуха (или ее среднегодовое значение), $W_{\text{в}}$, %	Функциональный коэффициент F_w^*
$W_{\text{в}} \leq 40$	$F_w = 1,5 \cdot F^{-1}$
$40 < W_{\text{в}} \leq 55$	$F_w = 1,9622 \cdot F^{-0,9618}$
$55 < W_{\text{в}} \leq 70$	$F_w = 2,3589 \cdot F^{-1,0315}$
$W_{\text{в}} > 70$	$F_w = 3 \cdot F^{-1}$

* - в случае наличия в выбросах водяного пара достаточного для того, чтобы в течение всего года наблюдалось интенсивная коагуляция и седиментация влажных пылевых частиц сразу после выхода в атмосферу, коэффициент F_w следует принимать равным 1,0.

Разработанная в данной работе методика проведения экологического мониторинга предприятий цементной промышленности использует чисто экологические показатели, позволяющие четко и ясно представлять, какое и насколько вредное воздействие оказывает то или иное предприятие. Она позволяет определить все загрязнения предприятия по их видам (выбросы твердых веществ, выбросы газообразных веществ, сброс ЗВ, захоронение отходов и т.д.) с учетом общей экологической ситуации в данной местности и вычленив наиболее преобладающий вид загрязнения для последующего его снижения.

Порядок проведения экологического мониторинга цементного производства заключается в следующем:

1. На обследуемом предприятии выявляются все источники вредного воздействия на окружающую среду, устанавливаются их геометрические параметры и выделяемые загрязняющие ингредиенты.

2. Определяется массовый расход (количество) каждого загрязняющего компонента по выявленным источникам.

3. На основе статистических данных о функционировании выявленных на предприятии источников загрязнения определяется среднее время работы для каждого источника за год (полугодие, квартал) и вычисляется количественный выброс (сброс, захоронение) ЗВ за тот же период по формуле:

$$V = M \cdot T,$$

где M - массовый расход ЗВ, т/ч; T - время функционирования источника за определенный период, ч.

4. Исходя из месторасположения предприятия, определяются коэффициенты экологической значимости соответствующего состояния атмосферного воздуха, водных объектов и почвы.

В качестве критерия оценки экологичности цементного производства предлагается использовать сумму произведений частных показателей экологичности предприятия, по каждому из имеющихся видов загрязнения, на коэффициент экологической значимости соответствующего вида загрязнения и определять его по формуле:

$$S = K_a S_a^r + K_a S_a^t + K_w S_w + K_n S_{от}, \quad (4)$$

где K_a , K_w , K_n - коэффициенты экологической значимости соответственного состояния атмосферного воздуха, водных объектов и почвы; S_a^r , S_a^t , S_w , $S_{от}$ - частные показатели экологичности предприятия соответственно по выбросам в атмосферный воздух газообразных ЗВ, выбросам в атмосферный воздух твердых ЗВ, сбросу ЗВ в водные объекты и захоронению (размещению) отходов.

Частные показатели экологичности определяются по формулам:

$$S_i^* = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{V_i - \text{ПДВ}_i}{\text{ПДВ}_i} \right)}{N}; S_i^* = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{V_i - \text{ПДВ}_i}{\text{ПДВ}_i} \right)}{N}; S_c = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{V_i - \text{ПДС}_i}{\text{ПДС}_i} \right)}{N}; S_{\text{гр}} = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{V_i - \text{Limit}_i}{\text{Limit}_i} \right)}{N},$$

где i — загрязняющий ингредиент в соответствии с видом загрязнения; V_i — фактический выброс, сброс, размещение i -го ЗВ за определенный период времени по каждому источнику загрязнения; ПДВ, (ПДС, Limit) — предельно-допустимый выброс, сброс, лимит на размещения для i -го ЗВ соответствующего вида загрязнения на определенный период времени для каждого источника загрязнения; N — число ЗВ в каждом из видов воздействий.

Предложенный критерий оценки экологичности цементного производства предлагается классифицировать в следующих диапазонах:

$S < 0$ — экологически безопасное производство;

$0 \leq S < 1$ — производство, работающее с небольшим запасом по имеющимся выделениям ЗВ или на уровне допустимых значений;

$1 \leq S < 5$ — производство, работающее с превышением допустимых норм выделения ЗВ, и требующее проведения экологических мероприятий для недопущения сверхнормативного загрязнения окружающей среды;

$S \geq 5$ — производство, требующее немедленной остановки, реконструкции, смены технологии для предотвращения экологической катастрофы.

В завершающей части диссертационной работы приведено обоснование практического использования разработанных метода и методики на примере цементного производства.

Метод определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха совершенствует и расширяет возможности действующего расчетного метода определения приземной концентрации загрязняющих веществ ОНД-86. Он позволяет повысить достоверность расчетных норм путем учета гигроскопических свойств твердых ЗВ и атмосферной влажности воздуха в среднем на 8-16%.

Использование разработанного в данной работе метода, при нормировании выбросов ЗВ цементного производства ОАО «Мальцовский портландцемент», позволило фактически снизить площадь СЗЗ предприятия на 20-25% (порядка 380 гектар земли) и обезопасить селитебные территории.

Предложенный метод определения концентрации гигроскопической пыли с учетом влажности воздуха имеет наибольшую достоверность результатов для пыли цементного производства, но может быть применим для различных видов пыли, при условии проведения экспериментальных определений их гигроскопических свойств и оценке влияния влажности воздуха на их приземную концентрацию, согласно предложенной экспериментальной методике.

Методика проведения экологического мониторинга предприятий цементной промышленности является экспресс-вариантом процесса нормирования выбросов промышленного предприятия, позволяющим выявить преобладающий вид загрязнения и разработать мероприятия для его снижения.

Использование разработанной методики природоохранными комитетами позволит проанализировать вредное воздействие предприятия с учетом общей экологической ситуации в конкретном регионе; существенно уменьшить затраты времени на выявление сверхнормативного вида загрязнения окружающей среды на предприятии; установить перечень очистительных систем для анализа их эффективности и провести сравнительный анализ экологичности различных производств.

Применение разработанной методики экологического мониторинга ОАО «Мальцовский портландцемент» позволило установить преобладающий вид загрязнения - выброс твердых ЗВ, провести анализ эффективности систем его очистки и сформировать комплекс мероприятий, необходимых для обеспечения экологической безопасности данного производства.

Основные выводы по работе:

1. Анализ расчетного метода ОНД-86 в зависимости от основных факторов показал, что:

- значения концентраций (не зависимо от расстояния) находятся в обратной зависимости от высоты источника, диаметра его устья, скорости выхода и температуры газопылевой смеси;
- значения концентраций находятся в прямой зависимости от массы выбрасываемой пыли, скорости ветра и температуры воздуха;
- влияние атмосферной влажности воздуха на концентрацию ЗВ, обладающего свойством гигроскопичности, не учтено в математической модели расчетного метода определения.

Влажность атмосферного воздуха не является доминирующим фактором в процессе турбулентного переноса твердых ЗВ, но при наличии у ЗВ свойств гигроскопичности, оказывает существенное влияние на скорость его седиментации и, как следствие, на его приземную концентрацию.

2. Подробный анализ вредного воздействия процесса производства цемента позволил разработать комплексную схему его воздействия на окружающую среду и показал, что наибольший объем ЗВ приходится на долю твердых пылевых частиц, эмиссии которых достигают 80% в общем объеме загрязнений.

3. Разработанная методика и результаты экспериментальных определений дисперсного состава и гигроскопичности неорганической пыли цементного производства с кодами 2908 и 2909 позволили установить:

пыль 2908: средний диаметр частиц пыли - 24,65 мкм, максимальное содержание частиц (3,7%) наблюдается в диапазоне размеров 3,09-3,60 мкм, гигроскопичность-5,37%;

пыль 2909: средний диаметр частиц пыли — 14,12 мкм, максимальное содержание частиц (6,35%) наблюдается в диапазоне размеров 6,63-7,72 мкм, гигроскопичность-2,12%.

В целом пыль цементного производства имеет полидисперсный состав с диапазоном размеров частиц 0,3-300 мкм, максимальная гигроскопичность составляет - 5,37% и находится в экспоненциальной зависимости от относительной влажности воздуха.

4. Разработанная методика и результаты опытных определений приземной концентрации неорганической пыли, в закрепленных на местности точках при различных значениях относительной влажности воздуха, позволили установить:

- влияние влажности воздуха на скорость седиментации пыли и на ее концентрацию в приземном слое атмосферы;
- адекватные диапазоны влияния относительной влажности воздуха на приземную концентрацию неорганической пыли;
- необходимость учета влажности атмосферного воздуха в расчетном методе определения концентрации твердых ЗВ, обладающих свойством гигроскопичности.

5. На основе разработанного метода определения концентрации гигроскопической пыли цементного производства с учетом влажности воздуха, усовершенствован действующий нормативный метод ОНД-86 и установлены численные значения функционального коэффициента $F_w = f(W_w, F)$ по диапазонам относительной влажности воздуха:

при $W_w \leq 40\%$:	$F_w = 1,5 \cdot F^{-1}$;
$40\% < W_w \leq 55\%$:	$F_w = 1,9622 \cdot F^{-0,9618}$;
$55\% < W_w \leq 70\%$:	$F_w = 2,3589 \cdot F^{-1,0315}$;
при $W_w > 70\%$:	$F_w = 3 \cdot F^{-1}$.

6. Разработанная методика экологического мониторинга цементного производства позволила проанализировать все ЗВ предприятия по их видам (выбросы твердых веществ, выбросы газообразных веществ, сброс ЗВ, захоронение отходов), с учетом общей экологической ситуации в данной местности, и вычленил сверхнормативный вид загрязнения для последующей разработки мероприятий по его снижению.

7. Использование разработанного метода и методики на примере цементного производства ОАО «Мальцовский портландцемент» позволило уменьшить площадь СЗЗ на 380 гектар и обезопасить селитебные территории, а также сформировать

комплекс мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности данного производства.

Список основных публикации по теме диссертации

1. Каменек Л.И. Оценка влияния влажности воздуха на разовую концентрацию неорганической пыли цементного производства // Материалы I международной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства». - Брянск, 2003. - С. 262 - 266.

2. Каменек А.И. Состав и объемы антропогенного воздействия цементного производства на окружающую среду // Материалы I международной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства». - Брянск, 2003.-С. 234-236.

3. Каменек А.И., Цыганков В.В. Обоснование комплекса мероприятий по экологизации цементного производства // Вестник МАНЭБ — №2(38) — Брянск, 2001. — С. 40-41.

4. Каменек А.И., Цыганков В.В., Шинкарев М.В. Экологические аспекты промышленного производства на современном этапе // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства». - Брянск, 2002. - С. 148 - 152.

5. Каменек А.И., Цыганков В.В. Основные факторы негативного воздействия цементного производства на окружающую среду и пути их ограничения // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Современные проекты, технологии и материалы для строительного, дорожного комплексов и жилищно-коммунального хозяйства». — Брянск, 2002. - С. 152 - 156.

6. Каменек А.И., Цыганков В.В. Модель учета влияния влажности воздуха на приземную концентрацию неорганической пыли цементного производства // Материалы международной научно-практической конференции «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье». - Белгород, 2004.

7. Каменек А.И., Рубцов А.В. Математическая модель оценки степени экологичности цементного производства // Материалы международной научно-практической конференции «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье». - Белгород, 2004.

Каменек Алексей Иванович

МЕТОДОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛИ
ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЙ
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Специальность 05 11 13 - Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 13-00 Формат 30х42/4 Печать офсетная
Уел печ л 0,97 Уч-изд л 1,21 Тираж 80 экз Заказ № 112

Отпечатано в типографии

Брянской государственной инженерно-технологической академии
241037, г. Брянск, пр Станке Димигрова, 3

#10648