

Обеспечение экологической безопасности на цементных предприятиях

*Е.А. Калюжина, А.Б. Стреляева, В.А. Кожникова, Л.С. Панжева,
И.И. Кожин, Ф.Г. Антонов*

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассмотрены мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Проведен анализ технологического процесса производства цемента, который выявил основные источники пылевых выделений. Представлены результаты исследования дисперсного состава цементной пыли.

Ключевые слова: дисперсный состав пыли, PM_{10} и $PM_{2,5}$, экологическая безопасность, цементная пыль.

Согласно ФЗ-7 от 10.01.2002 г. "Об охране окружающей среды", руководство предприятия обязано разрабатывать и применять мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Это позволит, с одной стороны, применить наилучшие доступные технологии, а с другой стороны, обеспечить благоприятные условия жизнедеятельности человека [1].

Цементная промышленность занимает одно из ведущих мест в строительной отрасли, поскольку ни одно строительство и тем более внутренние отделки помещений не обходятся без этой продукции.

Производство цемента состоит из большинства технологических процессов, сопровождающихся выделением цементной и др. видов пыли, поскольку исходным сырьем для получения цемента являются такие продукты, как: известняк, мел, мергель; песок, глина, шлак, сланцы; глина, бокситы, зола; пирит, железная руда. Поэтому доля выделяющейся пыли составляет приблизительно 50 % от всей массы загрязняющих веществ [2]. Для выявления наиболее значимых загрязняющих веществ в выбросах от источников образования можно воспользоваться ГОСТом Р 56828.47-2019. «Наилучшие доступные технологии. Производство цемента. Выбор маркерных показателей для выбросов в атмосферу от промышленных источников» по следующим параметрам:

– масса выбросов каждого загрязняющего вещества определяется по формуле:

$$M_{npi} = M_i \cdot \frac{ПДК_{у.з.в.}}{ПДК_{мп_i}} \quad (1)$$

где M_{npi} – приведенная масса i -го загрязняющего вещества, условного загрязняющего вещества в год (т/год); M_i – масса i -го загрязняющего вещества, выбрасываемая в течение года, т/год; $ПДК_{у.з.в.}$ – предельная допустимая концентрация условного загрязняющего вещества, равная 1 мг/м³; $ПДК_{мп_i}$ – предельная допустимая концентрация (максимально разовая) i -го загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м³;

– вклад конкретного загрязняющего вещества в суммарную приведенную массу выброса от производства определяют по формуле:

$$q_i = \frac{M_{npi}}{\sum_{i=1}^n M_{npi}} \cdot 100 \quad (2)$$

где q_i – вклад i -го загрязняющего вещества в суммарную приведенную массу общего выброса, %; n – количество загрязняющих веществ, входящих в общий выброс [2,3].

Одним из показателей качества цемента является тонкость помола, что связано, в первую очередь, с загрязнением окружающей среды мелкодисперсной пылью с содержанием SiO₂ до 20 % преимущественно от исходного сырья или с содержанием от 20 до 70 % от готовой продукции (цементная пыль).

Поскольку мелкодисперсная пыль длительное время витает в воздухе и рассеивается на большие расстояния, то может негативно воздействовать как на здоровье рабочих, так и на самочувствие людей, живущих на границе санитарно-защитной зоны даже при незначительных концентрациях. Поэтому очень важно создать такую законодательную систему, которая

обеспечивала бы качество воздуха и достижение уровней, рекомендованных ВОЗ [3,4].

Для планирования природоохранных мероприятий по обеспечению экологической безопасности необходимо:

1. выбрать экологические маркеры веществ. Для этого необходимо проанализировать свойства каждого загрязняющего вещества и определить значимые загрязняющие вещества в выбросах при производстве цемента.
2. проанализировать источники выделения загрязняющих веществ и их классифицировать;
3. подобрать методы снижения выбросов загрязняющих веществ, которые зависят от физико-химических свойств веществ [5,6].

Проведенный анализ технологического процесса производства цемента показал, что основным загрязняющим веществом является пыль от неорганизованных открытых источников, например, от дробилок, транспортеров, помещения по хранению сухих материалов, а также при пересыпке.

В связи с этим, были проведены исследования на наличие мелкой пыли как на территории предприятия, так и за ее пределами, поскольку мелкодисперсная пыль, а именно - $PM_{2,5}$ и PM_{10} , зависит от метеорологических условий и может содержаться в воздухе за пределами санитарно-защитной зоны.

Исследования были проведены на проходной территории, так как она находится вблизи источника пыления – мельницы (рис. 1), а также в жилой зоне на расстоянии от предприятия 3000 м (рис. 2)

Дисперсный анализ пыли был проведен методом микроскопии с помощью прибора «Лазерный анализатора размеров частиц Microtrac s3500». Результаты исследования представлены в таблице № 1. [7,8].

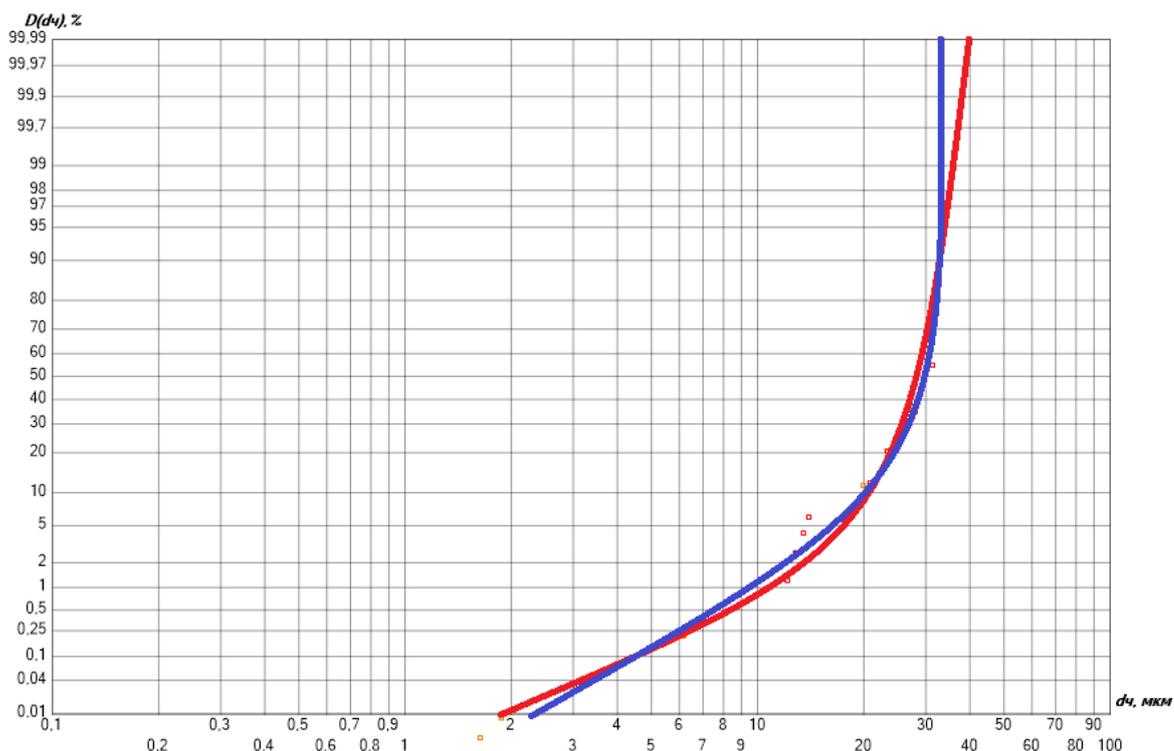


Рис. 1. – Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для пыли на проходной, образующейся от мельницы

Таблица № 1

Доли мелкодисперсной пыли в воздухе при производстве цемента

п/п	Место отбора проб	Диапазон измерения доли мелкодисперсной пыли, %	
		PM _{2,5}	PM ₁₀
1.	Проходная на территории предприятия	0-0,03	0,8-1,3
2.	Жилая зона (подоконник)	0-0,01	1,8-13,0

Таким образом, при производстве цемента образуются пылевые выбросы, как показало исследование, преимущественно частицы размером 10 мкм и менее, которые на предприятиях не нормируются [9].

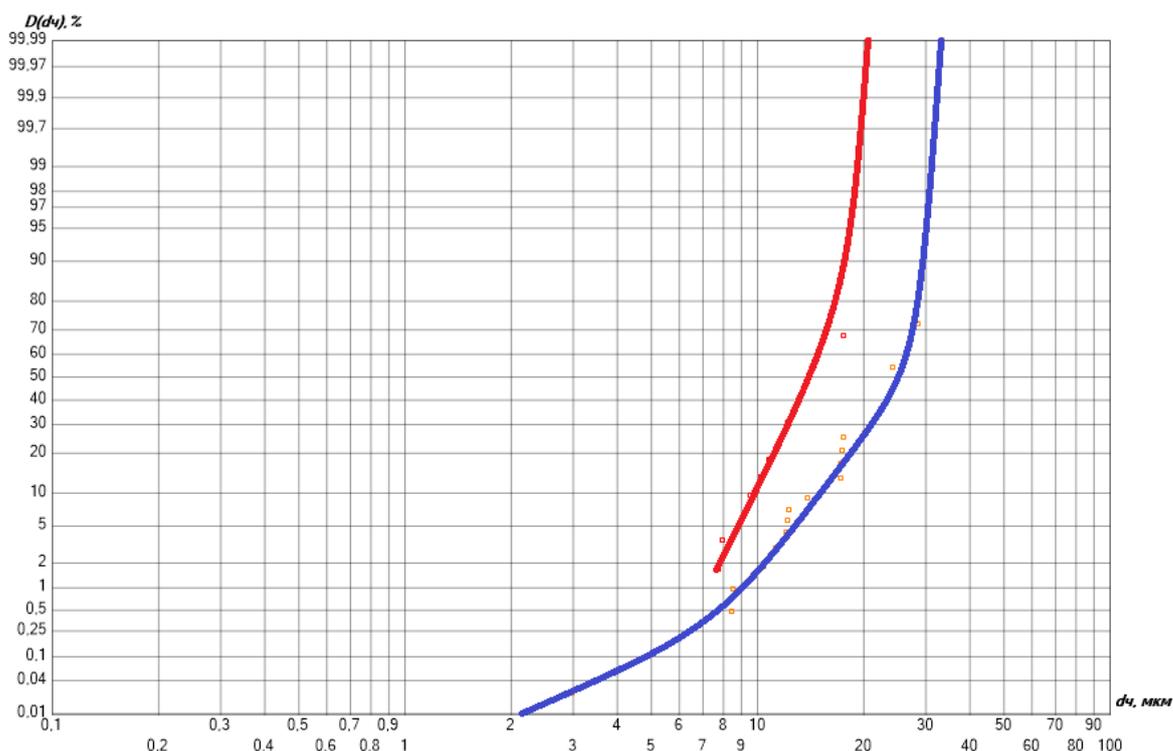


Рис. 2. – Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для пыли, собранной с подоконников квартиры

Поэтому необходим постоянный производственный экологический контроль за соблюдением требований в области охраны окружающей среды, а также установление нормативов для PM_{10} и $PM_{2,5}$ в промышленных выбросах [10].

Литература

1. Широков Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 360 с.
2. Кошкарёв С.А., Соломахина Л.Я., Редван А.М. Дисперсионный анализ пыли выбросов в системах аспирации производства цемента с использованием усовершенствованной экспериментальной установки / С.А. Кошкарёв, Л.Я. Соломахина, А.М. Редван // Инженерный Вестник Дона. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf.

3. Menzelintsev N.V., Karapuzova N.Yu., Redwan Avadh Mohammed, Fomina E.A. Study of dust particle size distribution in the air of work areas at cement production facilities // E3S Web of Conferences. Vol. 138: International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development” (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia, October 1-5, 2019 / ed. A. Mottaeva. – [Published by: EDP Sciences], 2019. 7 p. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/201913801026.

4. Глинянова И.Ю. Обеспечение экологической безопасности жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга аэрозольных частиц // Инженерный вестник Дона. 2021. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7070.

5. Быченкова С.А., Минаев Н.С., Стреляева А.Б., Д.А. Николенко Жукова Н.С. Об особенностях лабораторного исследования в воздушной среде вблизи промышленных предприятий // Инженерный вестник Дона. - 2020. № 2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf

6. Azarov V.N., Burkhanova R.A., Kovtunov I.A., Vinshu M.S. Application of theoretical studies for a description of the process of dust subsidence of chrysotile-asbestos dust and cement dust // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 698: The International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development” (CATPID-2019) 01-05 October 2019, Kislovodsk / eds.: B. Yazyev [et al.]. – [IOP Publishing], 2019. 6 p. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077056.

7. Zhukova N.S., Kalyuzhina E.A., Azarov A.V., Strelyaeva A.B. Calculation models for the dispersed composition integral functions approximation of the dust in the air // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 913: International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID-2020). Part 1

(Nalchik, Russian Federation, 26-30 September 2020). – [IOP Publishing], 2020. – 8 p. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/913/5/052036/pdf.

8. Meskhi B., Evtushenko A., Startseva Yu., Cherhushenko A. Investigation of the dispersed composition of dust of inert materials exposed to overload in the manufacture of building materials // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 937. Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE 2021) (20-21 June 2021, Ussurijsk, Russian Federation) / ed.: V. Murgul. – IOP Science, 2021. - 6 p. - 022083. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022083/meta.

9. Startseva Y.V, Evtushenko A.I., Sergina N.M. About Characteristics Of Dust Stands Out In The Air At Production Of Concrete Products // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (2-4 October 2018, Vladivostok, Russian Federation). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - [Publishing IOP], 2018. Vol. 463, 2. 7 p. **URL:** iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/463/3/032040/pdf.

10. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // Научно-практический журнал «Гигиена и санитария». 2019. Т.98. №2. С. 142-147.

References

1. Shirokov Ju. A. Jekologicheskaja bezopasnost' na predprijatii. [Environmental safety at the enterprise]. Sankt-Peterburg: Lan', 2022. 360 p.
2. Koshkarev S.A., Solomahina L.Ja., Redvan A.M. Inzhenernyj Vestnik Dona. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf.

3. Menzelintsev N.V., Karapuzova N.Yu., Redwan Avadh Mohammed, Fomina E.A. E3S Web of Conferences. Vol. 138 : International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development” (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia, October 1-5, 2019 ed. A. Mottaeva. [Published by: EDP Sciences], 2019. 7 p. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/201913801026.

4. Glinjanova I. Ju. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7070.

5. Bychenkova S.A., Minaev N.S., Streljaeva A.B., D.A. Nikolenko Zhukova N.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/.

6. Azarov V.N., Burkhanova R.A., Kovtunov I.A., Vinshu M.S. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 698: The International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development” (CATPID-2019) 01-05 October 2019. [IOP Publishing], 2019. 6 p. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077056.

7. Zhukova N.S., Kalyuzhina E.A., Azarov A.V., Strelyaeva A.B. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 913: International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID-2020). Part 1 (Nalchik, Russian Federation, 26-30 September 2020). [IOP Publishing], 2020. 8 p. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/913/5/052036/pdf.

8. Meskhi B., Evtushenko A., Startseva Yu., Cherhushenko A. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 937. Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE 2021) (20-21 June 2021, Ussurijsk, Russian Federation). IOP Science, 2021. 6 p. 022083. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022083/meta.



9. Startseva Y.V, Evtushenko A.I., Sergina N.M. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (2-4 October 2018, Vladivostok, Russian Federation). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [Publishing IOP], 2018. Vol. 463, 2. 7 p. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/463/3/032040/pdf.

10. Zagorodnov S.Ju., Maj I.V., Kokoulina A.A. Nauchno-prakticheskij zhurnal «Gigiena i sanitarija». 2019. T.98. №2. pp. 142-147.