

Строительная площадка, как источник загрязнения воздушной среды городских территорий

С.Е. Манжилевская, Е.О. Еманов, И Цзиньлэй

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Вопросы защиты окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, защиты населения, проживающего поблизости с местами развернутых строительных работ, от воздействия загрязняющих веществ, актуальны, так как возрастают объемы возведения и ввода новых зданий и сооружений, и идет непрерывное развитие техники и технологий в строительном производстве. С целью изучения степени загрязненности воздушной среды строительной площадки, на протяжении 2020-2023 гг. производился мониторинг загрязненности воздуха частицами мелкодисперсной пыли PM_{2,5} и PM₁₀, а именно - объем пылевых выбросов, их химический состав рассматривался для оценки загрязнения, которое вызывают данные строительные процессы с учетом факторов фоновой запыленности воздушной среды территории, воздействующих на здоровье рабочих-строителей и населения. В итоге выяснилось, что самую высокую концентрацию пыли и объем пылевых выбросов демонстрируют земляные работы. Результаты данного исследования, с практической точки зрения, позволят детализировать и сделать более объективной оценку объема и концентрации пылевого загрязнения, производимого на строительной площадке.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологический мониторинг, защита атмосферного воздуха, экология в строительстве, пылеподавление, технико-экономическое обоснование, системы пылеулавливания, охрана труда в строительстве

С быстрым развитием экономики и промышленности загрязнение воздуха стало серьезной экологической проблемой во всем мире, особенно в городских районах [1]. Загрязнение воздуха вызывает серьезные респираторные заболевания у людей. Вдыхание взвешенных в воздухе твердых частиц PM_{2,5} и PM₁₀ может вызвать различные длительные респираторные заболевания и преждевременную смерть [2]. Поэтому в эти годы специалисты постепенно обращают внимание на загрязнение воздуха. Строительная промышленность является одним из основных источников загрязнения воздуха в большинстве стран [3]. Кроме того, строительная отрасль - трудоемкая, и многим работникам приходится работать в непосредственной близости от различных источников пыли. Многие строительные работы, такие, как смешивание цемента, земляные работы,

благоустройство территории, отделочные работы, могут привести к образованию большого количества пыли на этапах строительства [4]. Эта пыль загрязняет окружающую среду, а также угрожает физическому здоровью строительных рабочих [5, 6]. Многие исследователи обнаружили, что такая среда может привести к увеличению числа сердечно-сосудистых, респираторных и кожных заболеваний [7, 8]. Таким образом, негативное воздействие строительной пыли на работников и проживающего рядом населения привлекло внимание всей строительной отрасли и научных кругов. Необходимо принять некоторые меры для защиты воздушной среды, рабочих-строителей и населения.

Задача данного исследования – оценить пылевые выбросы от строительных процессов и оборудования с учетом факторов фоновой запыленности воздушной среды территории, воздействующих на здоровье рабочих-строителей и население.

Решение данной задачи определило проведение измерений химического состава загрязняющих веществ и отдельно пылевых выбросов и в период 2020-2023гг на строительных площадках высотных многоквартирных жилых домов, возводимых в г. Ростове-на-Дону.

Пример анализа химического состава загрязнения, образующегося при производстве строительных работ по благоустройству территории и подготовке к вводу объекта в эксплуатацию на строительной площадке, можно увидеть на рис. 1. В данном примере пылевые выбросы занимают весомую долю в составе загрязняющих веществ, производимых от строительного процесса, учитывая еще и фоновые концентрации воздушной среды, где располагается строительная площадка.



Рис. 1. – Химический состав загрязняющих веществ при благоустройстве

В данном исследовании для измерения концентрации пылевых выбросов выбраны следующие строительные процессы: подготовительные, земляные, железобетонные, арматурные работы, работы по монтажу каркаса, каменно-монтажные работы, работы по благоустройству, демонтажные работы.

Существуют 3 основных фактора образования пылевых выбросов на строительной площадке, которым подвержено здоровье рабочих и окружающего населения: выбросы пыли от использования строительного оборудования и техники, фоновая концентрация в воздушной среде территории и производство различных строительных процессов.

В основном, строительные процессы требуют применение строительной техники, которая потребляет топливо и прочие ресурсы, при этом выбрасывая в атмосферу различные загрязняющие вещества, такие, как пыль.

Расчет пылевых выбросов от строительной техники должен принимать во внимание такие характеристики, как объемы работ и потребления ресурсов. Таким образом, пылевое загрязнение можно рассчитать следующим образом:

$$ПВ = \frac{M}{OP} * PП_i * K_i, \quad (1)$$

где $PВ$ – пылевые выбросы от различных видов строительных процессов, кг;
 M – производительность, ед.; OP – объем работы реализуемый строительной техникой за час, ед/час; i – тип ресурса, потребляемый строительной техникой, например, дизельное топливо или электроэнергия; PP – энергопотребление, расход ресурсов строительной техникой в час с учетом вида ресурса, литр/час или кВт/час; K_i – коэффициент пылевых выбросов для конкретного вида энергии, кг/л или кг/кВт. В расчетах принимается для дизельного топлива $K_i = 7,2 \times 10^{-5}$ кг/л, для электроэнергии $K_i = 1,08 \times 10^{-4}$ кг/кВтч [9].

В период возведения, например, 20-этажного жилого дома по ул. Магнитогорская 2А, использовалась техника, представленная в таблице №1, чьи показатели были приняты для расчетов пылевых выбросов.

Таблица №1

Показатели энергопотребления и производительности строительной техники

Наименование	Единица измерения производительности	Производительность, M	Энергопотребление, расход ресурсов	
			литр/час	кВт/ч
Автокран	шт/ч	0,06	10	
Бульдозер	м ³ /ч	55,15	10,5	
Экскаватор типа "обратная лопата"	м ³ /ч	12,27	5	
Уплотнитель грунта	м ³ /ч	9,7	1	
Пневмат. отб. молоток	м ³ /ч	3,2	9,92	
Каток	м ³ /ч	11,64	3,2	
Автобетононасос	м ³ /ч	40,3	31	
Башенный кран	тонна/час	20		120
Растворомешалка	м ³ /ч	0,3		1,87
Растворонасос	м ³ /ч	1,8		3,7
Резат. комплекс для блоков	шт/ч	50		1,49

Исследование фоновой запыленности г. Ростова-на-Дону проводилось параллельно измерениям на строительных площадках. Среднее значение фоновой концентрации в западной части города частиц мелкодисперсной пыли PM_{2,5} и PM₁₀ в теплый период может достигать 3,77 мкг/м³. Данные

значения были приняты для оценки пылевого загрязнения со строительной площадки.

Замеры пылевых выбросов от процессов осуществлялись согласно графику производства работ в рабочих зонах на различных строительных площадках, одновременно с изучением аэродинамических свойств частиц PM_{2,5} и PM₁₀ при помощи ручного счетчика частиц Handheld 3016 [10].

В период измерения пылевых выбросов от выбранных работ были получены следующие средние значения концентрации частиц PM_{2,5} и PM₁₀, представленные в таблице №2.

Таблица №2

Средняя концентрация частиц PM_{2,5} и PM₁₀ от строительных процессов

Наименование работы	Средняя концентрация, мкг/м ³
Подготовительные работы	1,8
Земляные работы	3,82
Железобетонные работы	3,3
Арматурные работы	1,42
Работы по монтажу каркаса	2,13
Каменно-монтажные работы	3,76
Работы по благоустройству	2,4
Демонтажные работы	1,06

Далее была проведена комплексная оценка пылевого загрязнения по выбранным видам строительных работ, на основе значений из проектной документации и данных натурных исследований.

Площадка строительства, принятая за объект исследования, располагалась в западной части г. Ростова-на-Дону. Объект строительства – 20-этажный жилой дом, общей площадью 27470 м².

В период реализации исследования и оценки пылевого загрязнения, на строительной площадке производились нижеследующие строительные процессы, представленные в таблице №3. Согласно проектным решениям были определены строительные объемы, строительная техника и оборудование, обеспечивающие реализацию производства.

Таблица №3

Виды работ и строительная техника, учтенная в оценке пылевых выбросов

Виды работ	Строительная техника	Строительные процессы	Един. измерения	Количество
Подготовит. работы	Автокран	Установка строительных бытовок	шт.	3
		Устройство башенного кран	шт.	1
Земляные работы	Бульдозер	Перемещение грунта	м ³	5430
		Срезка грунта	м ³	881
		Укладка грунта	м ³	6045
	Экскаватор типа "обратная лопата"	Разработка грунта	м ³	1652
		Обратная засыпка	м ³	350
	Уплотнитель грунта	Уплотнение грунта	м ³	350
	Пневмат. отб. молоток	Рыхление грунта	м ³	2610
Каток	Уплотнения грунта	м ³	350	
Железобетон. работы	Автобетононасос	Укладка бетонной смеси	м ³	4900
	Башенный кран	Подача арматуры	тонна	512
Арматурные и стальные работы	Башенный кран	Установка армокаркаса	тонна	6
		Установка водостоков и решетчатых настилов	шт.	24
Работы по монтажу каркаса	Автобетононасос	Укладка бетонной смеси	м ³	40
	Автокран	Устройство каркаса	тонна	4
	Бульдозер	Укладка щебня	м ³	17
Каменно-монтажные работы	Растворомешалка	Приготовление раствора	м ³	117
	Растворонасос	Подача раствора	м ³	117
	Резат. комплекс для блоков	Резка газоблоков	шт.	137000
		Резка кирпича	шт.	2700
Работы по благоустройству	Уплотнитель грунта	Уплотнение грунта	м ³	77
	Каток	Укладка асфальта	м ³	49
Демонтажные работы	Пневмат. отб. молоток	Демонтаж бетона	м ³	800
	Бульдозер	Уборка отходов	м ³	800

В таблице №4 представлены результаты выбросов пыли от работы строительной техники по рассматриваемым видам работ.

Таблица №4

Пылевые выбросы от произведенных строительных процессов

Наименование работы	Объем пылевых выбросов, кг
Подготовительные работы	0,024
Земляные работы	0,958
Железобетонные работы	0,608
Арматурные работы	0,033
Работы по монтажу каркаса	0,045
Каменно-монтажные работы	0,550
Работы по благоустройству	0,020
Демонтажные работы	0,210

В расчете общей концентрации пыли в воздухе рассматриваемой строительной площадки необходимо учесть значения фоновой концентрации воздушной среды. Данные представлены на рис. 2.

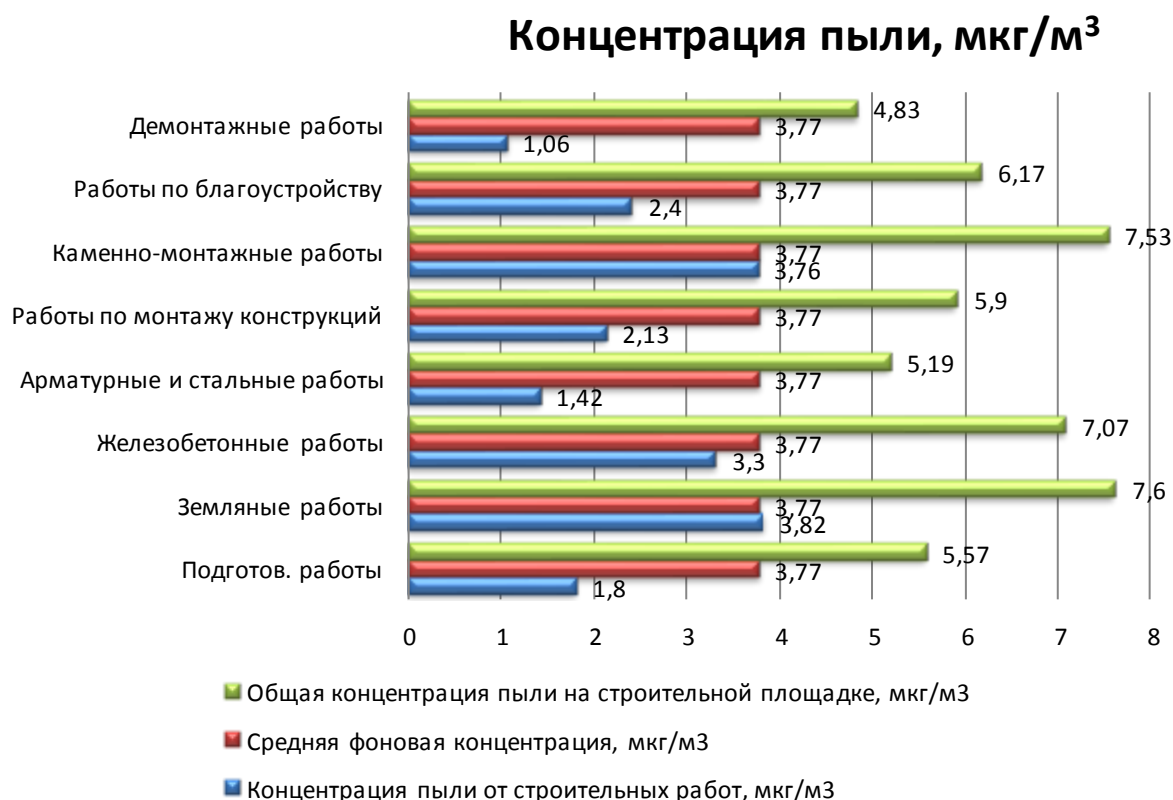


Рис. 2. – Показатели общей концентрации строительной пыли

Общий объем пылевых выбросов, согласно расчетам, составил 2,448кг. В результате проведенной работы определено, что самую высокую

концентрацию пыли показывают земляные работы – 7,6 мкг/м³, и наибольший объем пылевых выбросов – 0,958 кг, что является самым высоким показателем из всех рассмотренных работ.

Результаты данной работы, с практической точки зрения позволят детализировать и сделать более объективной оценку объема и концентрации пылевого загрязнения, производимого на строительной площадке.

Литература

1. Миличева Н.Н., Саблина А.Н. Наилучшие доступные технологии снижения выбросов в атмосферный воздух, применимые в различных отраслях промышленности // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5300.

2. Genikhovich E.L., Gracheva I.G, Onikul R.L., Filatova E.N. Air-pollution modelling at an urban scale – Russian experience and problems Water, Air, & Soil Pollution: Focus, 2002. V. 2., №5-6. pp. 501-512.

3. Revich B.A., Sidorenko V.N. Human Health Damage from Environmental Pollution. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35. URL: ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf.

4. Барикаева Н.С., Николенко Д.А. Мониторинг пылевого загрязнения атмосферного воздуха городской среды на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50. С. 182-189. URL: elibrary.ru/item.asp?id=32321718.

5. Петренко Л.К., Буц А.А. Природные компоненты проектирования реконструкции и инженерная подготовка // Инженерный вестник Дона, 2018, № 2. - URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_155_Petrenko_N.pdf.

6. Николенко Д.А., Васильев А.Н., Иванова Ю.П., Сахарова А.А., Иванова О.О., Азаров В.Н., Чернущенко А.А. О влиянии градостроительных решений и зеленых газозащитных зон на качество воздушной среды

примагистральных территорий // Инженерный вестник Дона. 2022. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7441.

7. Петренко Л. К., Саркисян А. А. К вопросу о преимуществах и недостатках субподрядного метода ведения работ в строительстве// Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4429.

8. Azarov V. N., Barikaeva N. S. and Solovyeva T. V. 2016 Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions Procedia Engineering (Amsterdam: Elsevier) 150. pp 2001-2007.

9. Васильев А.Н., Козловцева Е.Ю., Гараев А.Л. Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью PM10 и PM2.5 воздушной среды города Волгограда // Инженерный вестник Дона. 2020. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6313.

10. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. - 560 p.

References

1. Milicheva N.N., Sablina A.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5300.

2. Genikhovich E.L., Gracheva I.G, Onikul R.L., Filatova E.N. Water, Air, & Soil Pollution: Focus, 2002. V. 2, №5-6. pp. 501-512.

3. Revich B.A., Sidorenko V.N. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35. URL: ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf.

4. Barikaeva N.S., Nikolenko D.A. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2017. № 50. pp. 182-189. URL: elibrary.ru/item.asp?id=32321718.

5. Petrenko L.K., Buc A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, № 2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_155_Petrenko_N.pdf.



6. Nikolenko D.A., Vasil'ev A.N., Ivanova Yu.P., Sakharova A.A., Ivanova O.O., Azarov V.N., Chernushchenko A.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7441.

7. Petrenko L. K., Sarkisyan A. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4429.

8. Azarov V. N., Barikaeva N. S. and Solovyeva T. V. 2016 Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions Procedia Engineering (Amsterdam: Elsevier) 150. pp. 2001-2007.

9. Vasil'ev A.N., Kozlovtseva E.Yu., Garaev A.L. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6313.

10. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. 560 p.

Дата поступления: 2.01.2024

Дата публикации: 8.02.2024