

Экспериментальная оценка загрязнения мелкодисперсной пылью от складов при размещении строительных материалов

Н.С. Жукова, С.А. Тумасян, Я.Е. Медведева, В.А. Кожникова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В работе произведена экспериментальная оценка пылевых выделений от складов строительных материалов с точки зрения их воздействия на воздушную среду. Рассмотрена технологическая операция размещения, при которой образуется пыль в помещении склада закрытого типа. Выявлено, что в процессе размещения строительных материалов источником пылевых выделений являются аэрационные фонари и окна. Экспериментально определён дисперсный состав по высоте помещения выбросов, поступающих в окружающую среду от неорганизованных источников (окон, аэрационных фонарей).

Ключевые слова: закрытый склад, дисперсный состав, пылевые выбросы, аэрационный фонарь, строительные материалы.

Введение

Важнейшей частью производственного цикла на промышленных предприятиях являются складские помещения, используемые для размещения произведённой продукции. По конструктивному исполнению выделяют следующие типы складов: закрытые, полужакрытые, открытые [1,2].

Закрытый склад – это одноэтажное или многоэтажное сооружение, используемое для размещения штучных материалов (цемента, гипса, легковоспламеняющихся жидкостей и т.п.), имеющее крышу и закрытое со всех сторон.

Среди всех перечисленных типов стоит отдельно рассмотреть закрытые складские помещения (рис.1.) [3]. Поступление материалов из данного вида складов в воздушную среду как компонентов пылевого аэрозоля достаточно опасно, ввиду содержания в нём большой массовой доли мелкодисперсных частиц, особенно около селитебных зон. Основываясь на том, что наиболее крупные пылевые частицы располагаются на высоте 2 – 2,5 метров от уровня пола, в то время как мелкодисперсные от 3 метров и выше, неорганизованные

источники пылевыведения (окна, аэрационные фонари) стоит изучать с точки зрения мелкодисперсной составляющей в выбросах.

Общий вид закрытого склада с источниками пылевыведения представлен на (рис.1.)

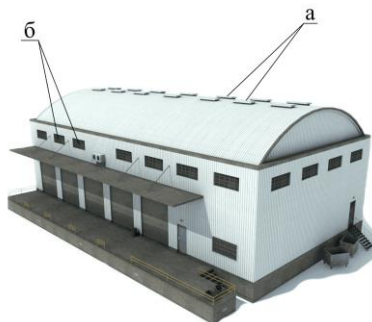


Рис. 1. – Закрытый склад с основными источниками пылевыведения:

а – аэрационные фонари; б – окна

Так в работах авторов [4,5] рассматривается распределение дисперсного состава пыли по высоте закрытого складского помещения, но не затрагивается вопрос дисперсного состава пылевых выделений, поступающих в окружающую среду через аэрационные фонари и окна при размещении строительных материалов на стеллажах и полках. С целью изучения процесса поступления пылевых выбросов в воздушную среду были проведены серии натурных экспериментов с использованием методики [6,7].

Закрытые стеллажные склады строительных материалов представлен на (рис. 2.) [8].

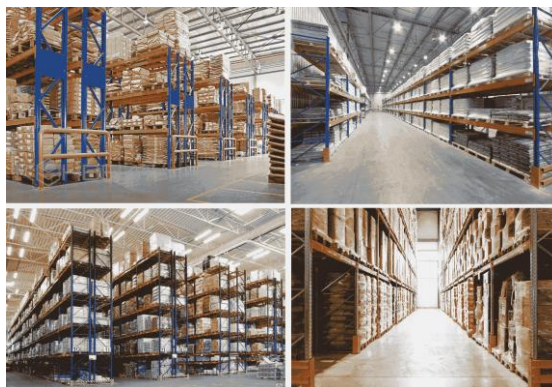


Рис. 2. – Закрытые стеллажные склады строительных материалов

Планирование эксперимента, результаты экспериментального исследования

В соответствии с методикой, описанной в работе [9] были отобраны пробы со стеллажей закрытого склада строительных материалов, окон, аэрационных фонарей (рис. 3) [10]. Места отбора проб отмечены красными точками.

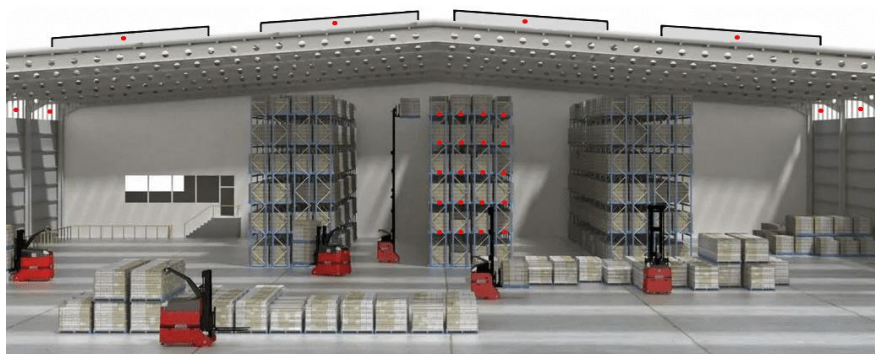


Рис. 3. – Места отбора проб со стеллажа склада закрытого типа

В исследуемом складском помещении присутствуют три стеллажа высотой 10 метров с секциями по 2 м. Отбор проб производился в верхней точке секций стеллажа на следующих высотах – 2, 4, 6, 8, 10 метров от уровня пола. Для анализа отобранного пылевого материала использовалась методика микроскопического анализа [11,12]. Методика микроскопического анализа основана на отклонении светового потока при прохождении через частицу пыли. Обработка полученного изображения (фотографий) проводилась с использованием программ [13]. Анализ фотографий включает в себя следующие этапы, представленные на схеме (рис. 3).



Рис. 4. – Схема проведения дисперсного анализа

Анализируя полученные пробы, построили интегральные функции распределения дисперсного состава по высоте помещения (рис. 4).

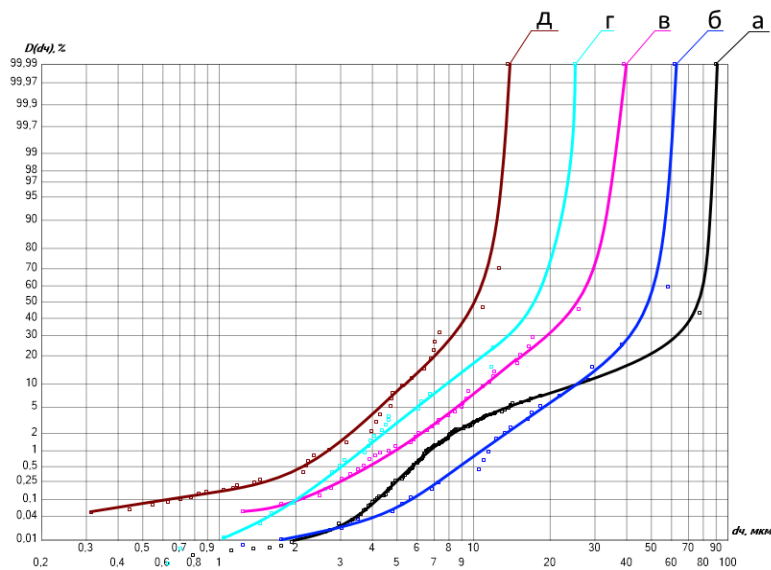


Рис. 5. – Функции распределения массы частиц по высоте помещения:
а – высота 2 м; б – высота 4 м; в – высота 6 м; г – высота 8 м; д – высота 10 м

Для большей наглядности изобразим изменение дисперсного состава по высоте при размещении строительных материалов на (рис. 5).

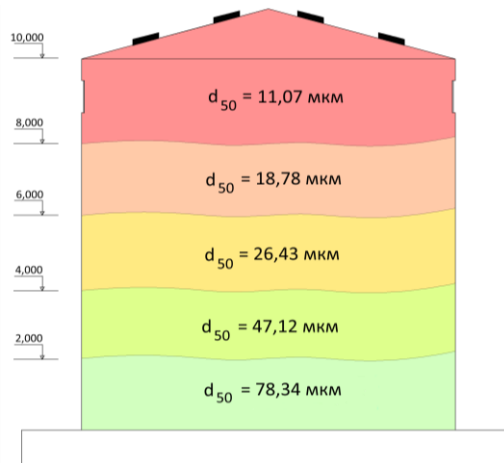


Рис. 6. – Медианное распределение дисперсного состава по высоте (мм) при размещении строительных материалов

При размещении строительных материалов на стеллажи, под действием механической силы происходит образование пылевых частиц, которые распределяются по высоте помещения и выносятся за его пределы. Для

оценки дисперсного состава пылевых выделений, поступающих в воздушную среду от аэрационных фонарей и окон произведён отбор проб (рис. 3) [10]. Полученные результаты представлены на (рис. 7).

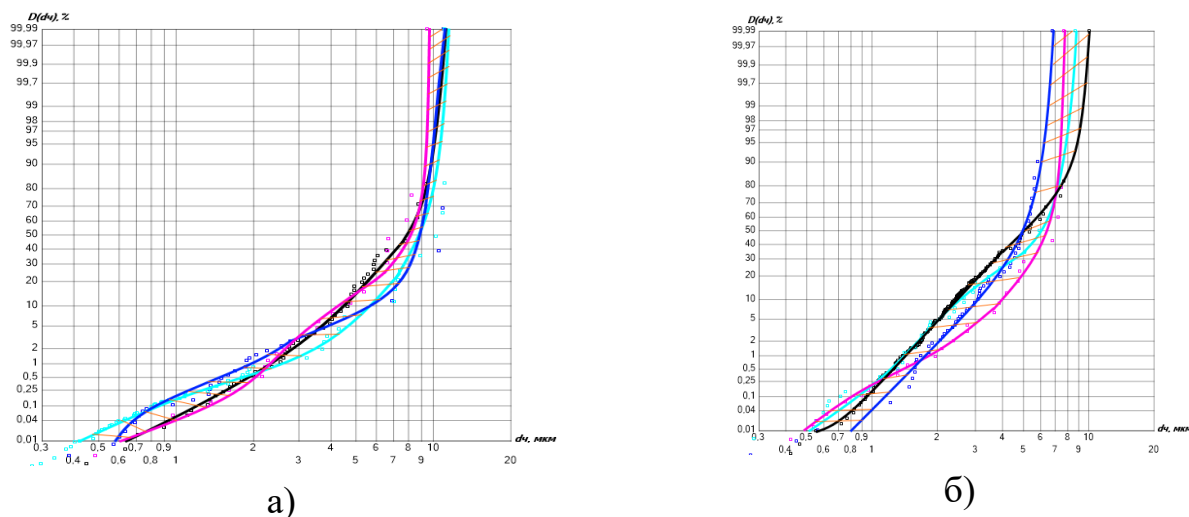


Рис. 7. – Функции распределения пылевых частиц выбрасываемых в атмосферный воздух: а – через окна; б – через аэрационные фонари

Полученные интегральные функции массового распределения для неорганизованных источников выбросов (аэрационных фонарей, окон) показывают, что размер частиц пыли, поступающих в воздушную среду через окна (0,39 - 11,8 мкм); аэрационные фонари (0,46 – 10,11 мкм).

Заключение

Проведённые экспериментальные исследования загрязнения воздушной среды мелкодисперсной пылью от складов закрытого типа позволили определить дисперсный состав пылевых выбросов. Можно утверждать, что неорганизованные источники пылевых выделений (окна, аэрационные фонари) являются одним из источников поступления мелкодисперсной составляющей пылевых выбросов в окружающую среду. Главным критерием оценки в представленном случае является содержание пылевых частиц PM2.5 и PM10, поступающих в воздушную среду с выбросами.

Литература

1. Вязунова Н.Б., Цуриков С.В. Обзор классификаций объектов складской // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2013. № 2. URL: elibrary.ru/item.asp?id=22931068.
 2. Грищенко С.И. Задачи, классификация, факторы оптимизации расположения складов в логистической системе // Научные труды Донецкого национального технического университета. 2013. № 4. URL: elibrary.ru/item.asp?id=20401421.
 3. Закрытый склад с основными источниками пылевыделения // URL: turbosquid.com/3d-model/real-time/low-poly/warehouse/fbx (дата обращения: 01.04.2023).
 4. Лупиногин В.В. Об оценке влияния складских помещений на запыленность городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. №3 (76). URL: elibrary.ru/item.asp?id=41045871.
 5. Lupinogin V.V., Azarov V.N., Gorshkov E.V., M.A. Nikolenko. On the evaluation of storage facilities on the dustiness of the urban environment // E3S Web of Conferences. Vol. 126: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2019) URL: doi.org/10.1051/e3sconf/201912600073.
 6. Азаров В.Н., Юркъян В.Ю., Сергина Н.М., Ковалева А.В. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) // Законодательная и прикладная метрология. – 2004. – № 1. – С. 46-48.
 7. Лясин Р.А., В.А. Багров, М.Д. Азарова. Определение морфологического состава пылевых частиц // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7771.
-

8. Оборудование склада. URL: theslide.ru/uncategorized/oborudovanie-sklada-2 (дата обращения: 01.04.2023).
9. Коузов, П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / Ленинград: Химия, 1987. – 264 с.
10. Pengiriman Murah Medan / Warehouse Solution: 27.Warehouse Automations: Dematic AGV I. URL: taloc.co.id/pengiriman-murah-medan-warehouse-solution-27-warehouse-automations-dematic-agv-i/ (дата обращения: 01.04.2023).
11. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. // Nature methods. 2012. Т. 9, № 7. P. 671. URL: doi.org/10.1038/nmeth.2089.
12. Азаров В.Н., Ребров В.А., Козловцева Е.Ю., Азаров А.В., Добринский Д.Р., Тертишников И.В., Поляков И.В., Абухба Б.А. Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y20185/49769.
13. Коузов П. А., Скрыбина Л. Я. Методы определения физикохимических свойств промышленных пылей / Ленинград: Химия, 1983. 143 с.

References

1. Vyazunova N.B., Tsurikov S.V. Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. 2013. № 2. URL: elibrary.ru/item.asp?id=22931068.
 2. Grishchenko S.I. Nauchnye trudy Donetskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. № 4. URL: elibrary.ru/item.asp?id=20401421.
 3. Zakrytyj sklad s osnovnymi istochnikami pylevydeleniya. URL: turbosquid.com/3d-model/real-time/low-poly/warehouse/fbx (date assessed: 01.04.2023).
 4. Lupinogin V.V. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2019. №3 (76). URL: elibrary.ru/item.asp?id=41045871.
-

5. Lupinogin V.V., Azarov V.N., Gorshkov E.V., M.A. Nikolenko. E3S Web of Conferences. Vol. 126: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2019) URL: doi.org/10.1051/e3sconf/201912600073.

6. Azarov V.N., Yurk"yan V.Yu, Sergina N.M., Kovaleva A.V. *Zakonodatel'naya i prikladnaya metrologiya*. 2004. № 1. pp. 46-48.

7. Lyasin R.A., Bagrov V.A., Azarova M.D. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2022. № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7771.

8. *Oborudovanie sklada*. URL: theslide.ru/uncategorized/oborudovanie-sklada-2 (date assessed 01.04.2023).

9. Kouzov, P.A. *Osnovy analiza dispersnogo sostava promyshlennykh pyley i izmel'chennykh materialov*. [Fundamentals of analysis of the dispersed composition of industrial dust and crushed materials]. Leningrad: Himiya, 1987. 264 p.

10. Pengiriman Murah Medan. Warehouse Solution: 27.Warehouse Automations: Dematic AGV I. URL: taloc.co.id/pengiriman-murah-medan-warehouse-solution-27-warehouse-automations-dematic-agv-i/ (date assessed: 01.04.2023).

11. Schneider C. A., Rasband W. S., Eliceiri K. W. *Nature methods*. 2012. T. 9, № 7. P. 671. URL: doi.org/10.1038/nmeth.2089.

12. Azarov V.N., Rebrov V.A., Kozlovtseva E.Yu., Azarov A.V., Dobrinskiy D.R., Tertishnikov I.V., Polyakov I.V., Abukhba B.A. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y20185/49769.

13. Kouzov, P. A., Skryabina L. *A Metody opredeleniya fiziko-himicheskikh svoystv promyshlennykh pylej*. [Methods for determining the physicochemical properties of industrial dusts]. Leningrad: Himiya, 1983. 143 p.