

УДК 628.511

**Н. М. Сергина, В. С. Симаков, Н. С. Бакин, В. А. Багров, Т. А. Сандула,
О. Р. Байбусинова**

Волгоградский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОТСЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ЧАСТИЦ ПЫЛИ ПО ДИАМЕТРАМ

Статья посвящена совершенствованию процесса обработки экспериментально полученных данных дисперсного состава пыли за счет применения метода отсечения. Данный метод предполагает исключение из выборки частиц с эквивалентным диаметром больше указанного пользователем, что важно для решения целого ряда экологических задач (пылеулавливание, расчет рассеивания и др.). Метод был внедрен в новую разрабатываемую версию программы SPOTEXPLORER FA, в настоящий момент не доступную для широкого применения. В данной работе представлены первые результаты апробации полученного программного продукта и применения метода для решения практических задач, а также освещен опыт проведения процедуры анализа дисперсного состава пыли.

Ключевые слова: пыль, дисперсный состав, метод отсечения.

Введение

Дисперсный состав является неотъемлемой характеристикой тонко измельченных материалов, определяющей их физические и аэродинамические свойства. Для наглядной визуализации дисперсного состава чаще всего выполняют построение интегральной функции распределения масс частиц по диаметрам. Особенность данного построения состоит в том, что по оси абсцисс откладывается абсолютная величина диаметров, но по оси ординат откладывается распределение массы от 0 до 100 %, что является относительной метрикой, которая зависит прежде всего от максимального размера пылинки в данной выборке. Процедура проведения анализа дисперсного состава пыли предполагает проведение микроскопии образца с последующей обработкой полученных фотографий, например в программе SPOTEXPLORER FA или в зарубежном аналоге данной программы ImageJ. Однако после обработки полученных фотографий их распределение на графике может существенно отличаться между собой, в частности из-за различного максимального диаметра частицы на каждой фотографии. Был разработан способ оценить и сравнить между собой распределения массы материала пыли по диаметрам вне зависимости от максимальных диаметров частиц в разных выборках. С целью экспериментальной проверки проводилось два эксперимента: 1) одна и та же пыль проводилась через лабораторные сита с разными размерами ячеек с целью получения воспроизводимости распределения; 2) два разных образца пыли проводились через разные лабораторные сита с целью выявления пыли с большой долей мелких частиц.

Методология проведения работы

В работах [1, 2] был предложен метод рассечения, применимый при обработке изображений микроскопии пыли. Данный метод позволяет условно разграничить мелкие фракции пыли от крупных фракций для сравнения их между собой. Результатом является то, что мы получаем детерминированную

кривую для мелких и вероятностный коридор распределения для крупных фракций пыли.

В работе [3] обсуждается возможность улучшения программы SPOTEXPLORER FA за счет ускорения алгоритма определения пятен и за счет возможности автоматического определения и исключения из расчета слипшихся частиц пыли, которые приводят к ошибкам интерпретации полученных результатов.

Интегральные кривые распределения объема частиц пыли по эквивалентным диаметрам, построенные в вероятностно-логарифмической системе координат, имеют вид усеченного логарифмически нормального распределения, которое получается из классического логарифмически нормального распределения за счет ограничения интервала возможных значений случайной величины [4]. Данные интегральные кривые являются реализацией случайной функции, где параметр случайной функции — диаметр частиц d_q , мкм.

Среди задач, имеющих значение как для экологии, так и для безопасности труда, следующие: проведение оценки качества воздушной среды рабочих зон, подбор и наладка пылеулавливающего оборудования на промышленных производствах, установление диапазона размеров твердых взвешенных частиц, находящихся в воздушной среде, а также изучение процессов слипания частиц [5—7]. В работе [8] доказывается, что от дисперсного состава зависит взрывоопасность пыли, проводится процедура выполнения анализа и микроскопии, приводятся физическая модель процесса и особенности формы частиц.

При использовании более крупной фракции частиц двуокиси титана в процессе диспергирования наблюдается более равномерный дисперсный состав, что препятствует расслоению частиц суспензии [9]. Также было изучено распределение частиц по массе, которое имеет менее выраженный характер неоднородности при использовании как мелких, так и крупных частиц двуокиси титана. В исследованиях [10, 11] описывается опыт применения зарубежной программы ImageJ с целью определения дисперсного состава и других характеристик частиц пыли по снимкам, сделанным с помощью цифрового микроскопа.

Исследование [12] было сосредоточено на выбросах от производства и металлообработки. В ходе исследования был изучен состав как газов, так и твердых частиц. Было обнаружено, что выбросы пыли могут содержать до 80 % мелких частиц размером менее 10 мкм (PM_{10}) и до 40 % частиц размером менее 2,5 мкм ($PM_{2,5}$). Кроме того, были обнаружены частицы нанометрового размера. Основными компонентами пыли были железо, кремний и алюминий с сопутствующими оксидами, но в некоторых образцах были обнаружены токсичные металлы, такие как марганец, хром и ванадий. При определении дисперсного состава использовался лазерный анализатор частиц Microtrac S3500. Аналогичная предыдущей работе [13] была выполнена также в зоне влияния предприятия по производству строительных конструкций, в ходе которой посредством проведения анализа дисперсного состава было установлено, что население проживает в зоне загрязненного твердыми частицами воздуха.

Загрязнение воздуха галитом упоминается, например, в работе [14], где проводится исследование атмосферных взвесей Петропавловска-Камчатского

с помощью методов лазерной гранулометрии, масс-спектрометрии высокого разрешения (HR-ICP-MS) и сканирующей электронной микроскопии. Загрязнение солями галита не являлось главным источником загрязнения, однако были обнаружены частицы 10...15 мкм.

В исследовании [15] приводятся валовые характеристики загрязнения воздуха зерновой пылью и назначаются мероприятия по снижению уровней концентрации. На площадке предприятия имеется один организованный источник выбросов (комбикормовый цех) и 14 неорганизованных источников выбросов.

В некоторых исследованиях^{*} [16] применялся спектрометр сканирующего подвижного анализатора частиц (SMPS™). Интерес представляет график, на котором представляются как данные дисперсного состава пыли в воздухе, так и концентрация. Данные о диаметре частиц пыли откладываются по горизонтали в логарифмической сетке и представляются диапазонами; чем они меньше, тем выше разрешение данного графика. В то же время концентрации по вертикали могут быть отложены непосредственно либо после нормализации значений: $dN / d \log D_p$, где dN (или ΔN) — это количество частиц в диапазоне (общая концентрация), а $d \log D_p$ (или $\Delta \log D_p$) — разница в логарифме ширины канала.

В статье [17] представлены результаты анализа некоторых видов дисперсной пыли, которые образуются в воздухе рабочей зоны приемного центра комбикормового завода. На подземных угледобывающих предприятиях недостоверная оценка пылевой обстановки признана одной из основных причин, способствующих возникновению опасных пылевоздушных смесей [18]. Исследования частиц, проведенные с помощью оптического микроскопа LEICA DM 4000 и программного обеспечения IMAGE SCOPE M, дали возможность установить различные класс-формы пылинок и дисперсный состав, от которых, как показывает исследование, зависит взрывоопасность пыли.

В подземной угольной шахте было обнаружено, что вдыхаемые частицы угольной пыли, особенно в нанодиапазоне (< 1 мкм), представляют собой проблему из-за их потенциальной опасности для здоровья легких у шахтеров [19]. Определение размера и химического состава этих частиц проводилось с использованием различных методов, таких как сканирующая электронная микроскопия, методы рассеяния и фракционирования поля потока. Анализ показал, что частицы микронного размера (> 1 мкм) содержали больше частиц угля, в то время как частицы в зоне расположения анкеродержателя содержали больше частиц горной пыли.

Материалы и методы

Была разработана модифицированная версия программы SPOTEXPLORE FA, снабженная инструментом под рабочим названием «виртуальное сито», которое убирает из расчета все частицы со знанием эквивалентного диаметра больше, чем указано пользователем. В данном исследовании проводится первая апробация данного компьютерного решения с целью проверки поставленных гипотез.

Первая гипотеза: распределение одной и той же пыли, проведенной через разные сита, с учетом погрешности не будет существенно отличаться при

* TSI. Aerosol Statistics Lognormal Distributions and $dN/d\log D_p$. 2012.

условии, что максимальный диаметр в обеих выборках будет совпадать. Вторая гипотеза: если взять две произвольно выбранные разные пыли, для которых также максимальный диаметр будет совпадать, то будет отличаться как характер распределения, так и доля PM_{10} .

Для проверки поставленных гипотез было отобрано два материала: галитовая соль и зерновая пыль. Оба этих материала представляют собой трудности при микроскопии, потому что первый является прозрачным, а у второго сложная форма частиц. Стоит уточнить, что в целях интереса исследования был отобран образец галитовой соли, подвергшийся механическому дроблению, из-за чего в нем образовалось достаточно много мелких частиц. В действительности в преобладающем большинстве случаев в галитовой соли доля мелкой пыли может оказаться гораздо меньше, чем в настоящем исследовании. Тем не менее галитовая пыль существует и даже вызывает загрязнение воздуха при пересыпке и промышленном производстве. Данный образец галитовой пыли из нашей статьи можно считать примером галитовой соли, которая приводит к описанному загрязнению.

Часть зерновой пыли была проведена через сито с размером ячеек 125 мкм, вторая часть — через сито с диаметром ячеек 80 мкм. Размер ячейки сита не обязательно будет совпадать с максимальным эквивалентным диаметром полученных частиц (например, из-за больших линейных размеров пылинки при меньшей ширине), но очевидно ожидается, что в некоторой выборке пыли, проведенной через лабораторное сито с диаметром 80 мкм, максимальный диаметр пылинок будет меньше, чем максимальный диаметр частиц пыли из выборки, проведенной через сито 125 мкм. Полученный график представлен на рис. 1. Первая гипотеза подтвердится в том случае, если оба графика совпадут друг с другом.

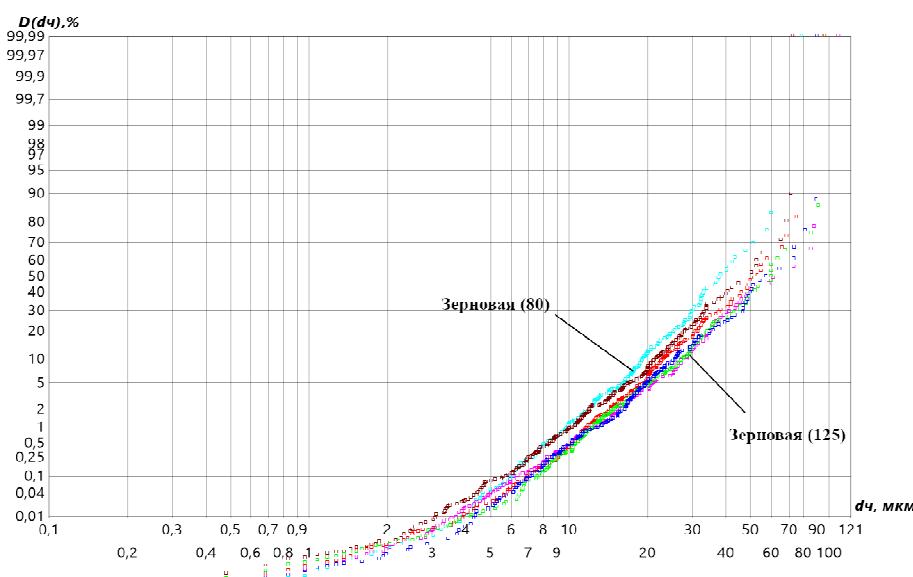


Рис. 1. Исходные интегральные функции распределения массы материала по диаметрам частиц для зерновой пыли, пропущенной через сито с диаметром ячеек 80 и 125 мкм

Как следует из рис. 1, кривые достаточно сильно отклоняются друг от друга из-за того, что наличие на фотографиях частиц с большим максимальным диаметром смещает ее вправо; наоборот, меньший минимальный диаметр смещает кривую влево. В результате представленные данные кажутся разрозненными. Например, PM_{10} находится в диапазоне 0,25...1,3 %. Полностью аналогичный эксперимент проводился с галитовой солью, которая была пропущена через сита с размером ячеек 80 и 200 мкм, с той же целью — подтвердить или опровергнуть первую гипотезу; результат без обработки представлен на рис. 2 со значениями PM_{10} в диапазоне примерно 0,25...3,00.

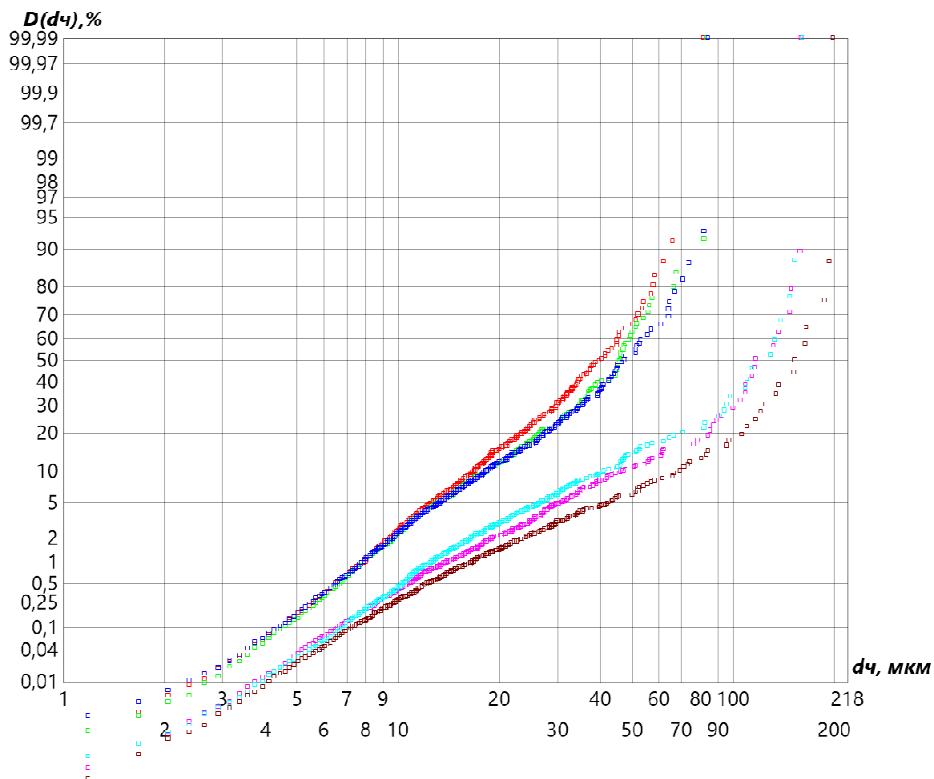


Рис. 2. Исходные интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для галитовой соли, проведенной через сито с размерами ячеек 80 мкм (слева) и 200 мкм (справа)

Во второй части исследования сопоставлялся дисперсный состав разных видов пыли — зерновой и галитовой. Между собой сравнивались фотографии зерновой и галитовой пыли, которые представлены на рис. 3 без обработки. Очевидно, максимальные диаметры в выборке существенно отличаются, поэтому график галитовой соли заканчивается правее, чем график зерновой пыли. Вторая гипотеза подтверждается, если после обработки и сопоставления данных по графику будет возможно выбрать пыль с большей долей мелкодисперсной пыли.

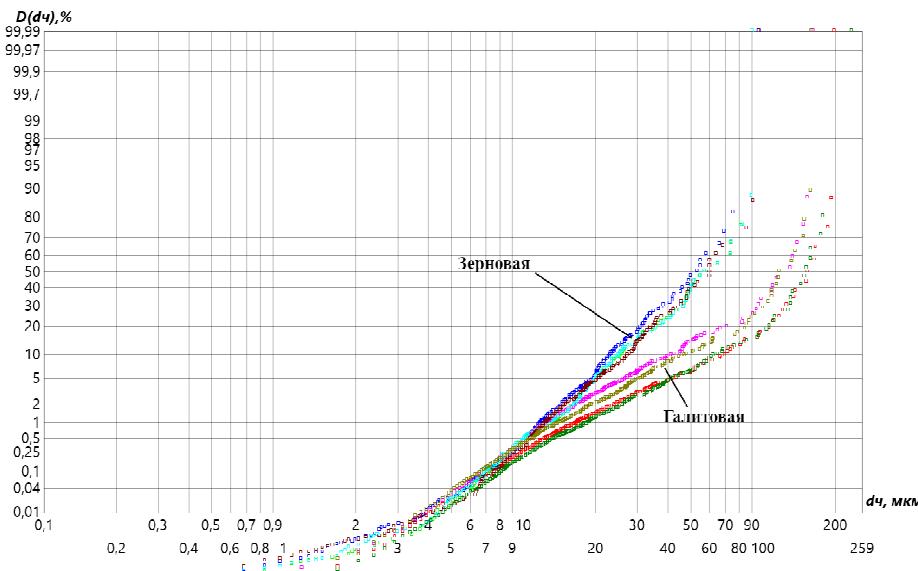


Рис. 3. Исходные интегральные функции распределения масс частиц по диаметрам для зерновой и галитовой пыли

Результаты исследований

Данные, полученные экспериментально, были обработаны программой таким образом, чтобы в каждой выборке максимальный диаметр был одинаковым. Начнем обсуждение с эксперимента с зерновой пылью, где верхняя граница была назначена на диаметре 80 мкм.

На рис. 4 частицы с диаметром более 80 мкм были отброшены, в результате чего траектории графиков более плотно совпадают друг с другом с РМ₁₀, находящимся в диапазоне 0,5...1,1 %, т. е. разброс диапазона сократился, а, следовательно, значения уточнились. Пересечения частиц зерновой пыли на предметном стекле, их сложная форма и недостаточное количество частиц, которые попали в объектив микроскопа, могут быть причиной отклонений и снижения точности результатов, которые остаются примерно в пределах одного процента, что подходит для практического применения и дальнейших исследований, но в рамках данной работы результатом является то, что диапазон разброса значений уменьшился, следовательно, точность повысилась после применения «виртуального сита».

Таким образом, проведенный эксперимент подтверждает первую гипотезу. Распределение масс частиц по диаметрам можно воспроизвести вне зависимости от максимального диаметра частиц пыли в данной выборке (вне зависимости от выбранного сита для извлечения мелкодисперсной доли материала). Аналогично для галитовой соли, интегральная функция распределения масс частиц по диаметрам которой представлена на рис. 5, где диапазон PM_{10} 0,25...3,00% сократился до 2...3 %, что говорит об уточнении полученных данных, а главное, о сходимости распределения одной и той же пыли.

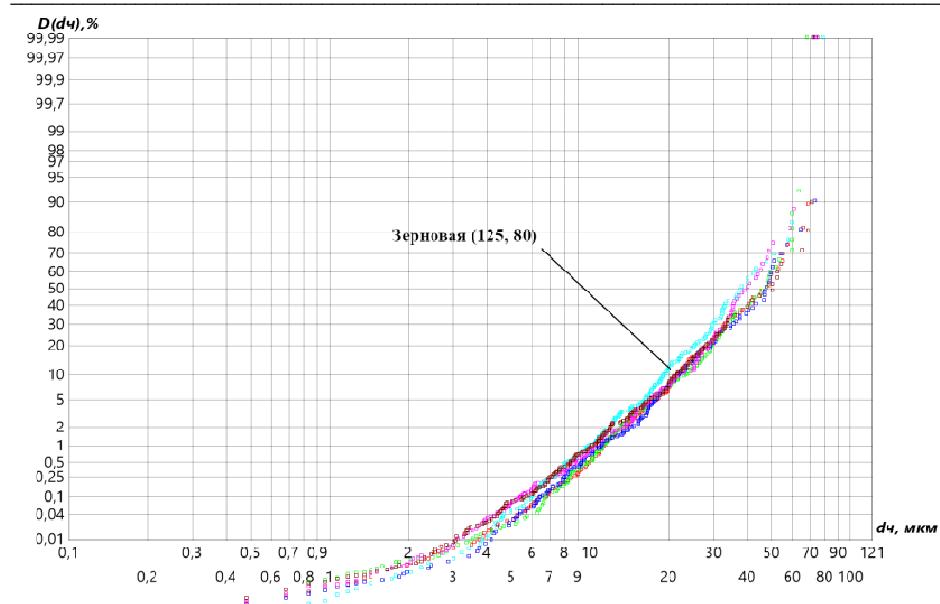


Рис. 4. Полученная интегральная функция распределения массы материала по диаметрам частиц для зерновой пыли после отсечения всех частиц с диаметром более 80 мкм

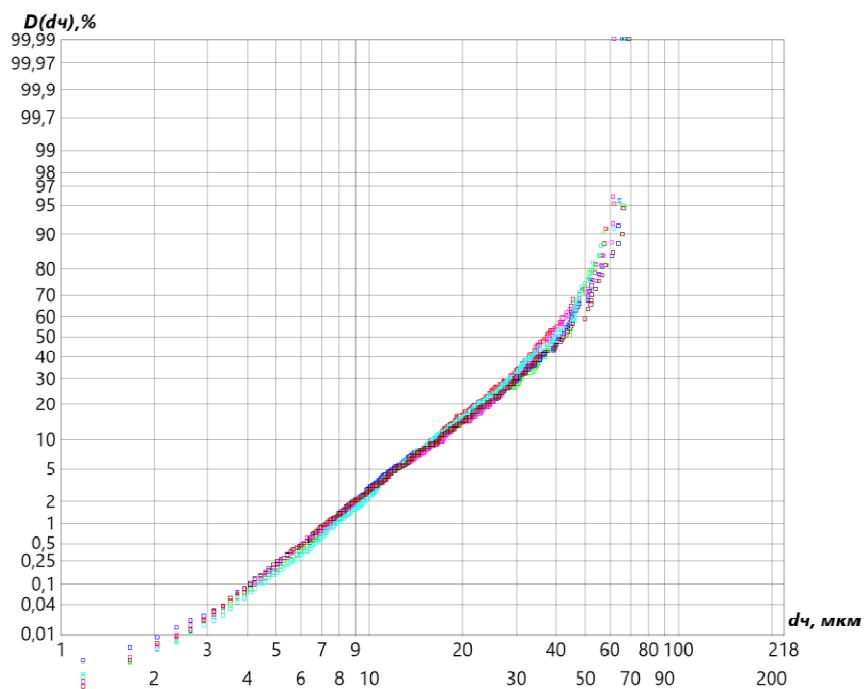


Рис. 5. Полученная интегральная функция распределения массы частиц по диаметрам для галитовой соли, проведенной через сито с размерами ячеек 80 и 200 мкм, после отсечения всех частиц с диаметром более 80 мкм

Далее выполнялось сравнение зерновой пыли и галитовой соли, для чего в программе были отброшены все частицы с эквивалентным диаметром больше 100 мкм при помощи инструмента под рабочим названием «виртуальное сито». Полученный после обработки результат представлен на рис. 6.

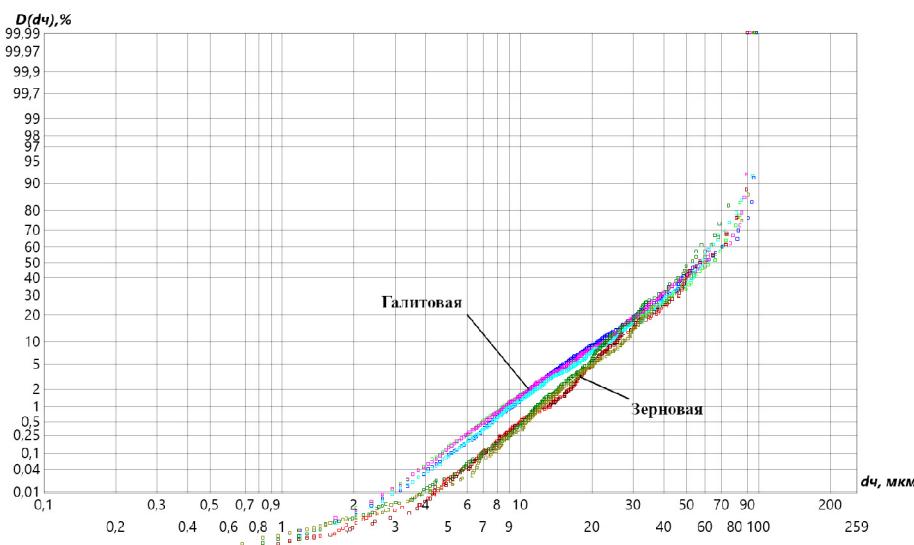


Рис. 6. Полученные интегральные функции распределения масс частиц по диаметрам галитовой и зерновой пыли после отсечения частиц диаметром более 100 мкм

После обработки имеем PM_{10} галитовой соли 1,4 %, у зерновой — 0,4 %, что указывает на то, что в выборке галитовой соли доля мелкой пыли оказалась выше, что существенно отличается от значений до обработки. Таким образом, материал данной статьи является примером того, как можно практически применить разработанный программный инструмент. Распределение совпадает в случаях, когда изучается одинаковая пыль и отличается при анализе разных видов пыли. Так как на графике ожидается прямолинейный участок, свидетельствующий о выполнении закона логарифмически-нормального распределения, то при сравнении двух видов пыли ожидается получить две прямые, отличающиеся углом, как и вышло на рис. 6, где полученные функции распределения графически напоминают перевернутую букву «Y». Однако такой вид графика скорее является ожидаемым общим видом, в действительности вид распределения может быть представлен другим видом и визуально отличаться от приведенного в данном исследовании.

Заключение

Была разработана модификация программы SPOTEXPLORER FA, в настоящий момент не доступная к распространению, которая отличается от оригинальной версии наличием инструмента под рабочим названием «виртуальное сито». Предлагаемый подход включает в себя возможность исключения из расчета частиц с эквивалентным диаметром больше, чем указано пользователем, с целью сравнения полученного распределения. В данной статье экспериментально показано практическое применение данного инструмента

для сравнения и сопоставления различных, идентичных и схожих распределений пыли друг с другом на примере проверки двух гипотез.

Первая гипотеза состояла в том, что распределение одной и той же пыли будет одинаковым вне зависимости от размеров ячеек лабораторного сита, через которое проводится материал. Критерий сходства в данном случае заключается в визуальном совпадении функций на графике. *Данная гипотеза была подтверждена*. Распределения зерновой пыли, проведенной через сита с размерами ячеек 80 и 125 мкм, визуально совпали. Аналогичные результаты получены для галитовой соли, проведенной через сито с размерами ячеек 80 и 200 мкм.

Вторая гипотеза заключалась в том, что два произвольно выбранных по-рошкообразных вещества будут иметь различную долю РМ₁₀. *Гипотеза была подтверждена*. Доля РМ₁₀ составила 1,4 % для галитовой соли и 0,4 % для зерновой пыли. В полученном графике функции были представлены прямыми, имеющими разный наклон, что можно считать общим случаем, так как в данной сетке координат ожидается получить усеченный участок с прямой линией.

Таким образом, данный программный инструмент позволяет упростить и уточнить процесс изучения экспериментально полученных интегральных функций распределения массы материала по диаметрам частиц за счет возможности сравнения данных между собой, а также лучше стандартизировать процедуру получения данного распределения. Применяемая в настоящий момент процедура представляет трудности для стандартизации, так как для нее требуется либо вручную подбирать участки с частицами пыли, не превышающими некоторый диаметр, либо вручную использовать графические редакторы для ручного замазывания частиц, что трудоемко и непрофессионально. Использование предложенного в данной статье подхода позволяет стандартизировать вид графиков распределения масс частиц по диаметрам (например, ограничить максимальный диаметр на отметке 100 мкм), получать массивы данных, собранных в стройные линии, что подчеркивает воспроизведимость распределения пыли, уточняет данные и оставляет меньше возможности для неверной интерпретации полученных результатов анализа, на конец, делает удобным и интуитивным сравнение между собой разных образцов пыли с целью выявления отличий в распределении их масс по диаметрам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Использование метода рассечения при анализе дисперсного состава пыли городской среды / В. Н. Азаров, Е. Ю. Козловцева, А. И. Евтушенко и др. // Экономика строительства и природопользования. 2021. № 4(81). С. 122—127. DOI: 10.37279/2519-4453-2021-4-122-127. EDN: JBNXEK.
2. О дисперсном составе пыли в системах аспирации и пневмоуборки / В. Н. Азаров, А. Н. Богомолов, Н. М. Сергина и др. // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2011. № 25(44). С. 218—223. EDN: PDXKAX.
3. О совершенствовании алгоритма компьютерной программы анализа дисперсного состава пыли в воздушной среде / В. Н. Азаров, В. А. Ребров, Е. Ю. Козловцева и др. // Инженер. вестн. Дона. 2018. № 2(49). С. 92. EDN: YATFET.
4. Исследование дисперсного состава пыли городской среды / В. Н. Азаров, А. А. Кузьмичев, Д. А. Николенко и др. // Вестн. МГСУ. 2020. Т. 15. № 3. С. 432—442. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442. EDN: WFOWLG.

5. Азаров В. Н., Маринин Н. А., Бурханова Р. А., Азаров А. В. О дисперсном составе пыли в воздушной среде в производстве строительных материалов // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2013. Вып. 30(49). С. 256—260. EDN: RDPSFV.
6. Азаров В. Н., Козловцева Е. Ю. Исследование распределения частиц пыли в помещении здания общественного назначения // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2018. Вып. 51(70). С. 170—177. EDN: YSGUEN.
7. Ахмедов А. М., Бакин Н. С. Исследование дисперсного состава пыли при проведении земляных работ // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2025. Вып. 1(98). С. 229—235. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_229. EDN: UQNDYE.
8. Романченко С. Б., Девликанов М. О. Влияние дисперсного состава угольной пыли на показатели взрывоопасности // Вестн. Науч. центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2019. № 2. С. 16—23. EDN: NQJVOM.
9. Сидоров В. Н., Ширина Н. Ю., Мурашов А. А. Изменение дисперсного состава твердых частиц при диспергировании в аппарате роторного типа // Междунар. журн. приклад. и фундамент. исследований. 2019. № 7. С. 124—129. EDN: LVBLQZ.
10. Белова Т. И., Агаишков Е. М., Камовский С. Н. Современные способы дисперсного анализа пыли при производстве комбикормов // Вестн. Брянской ГСХА. 2024. № 2(102). С. 72—77. EDN: OBTJZQ.
11. Лясин Р. А., Багров В. А., Брежнева Я. С., Сидельникова О. П. Анализ влияния пылевого фактора асфальтобетонного завода на атмосферный воздух // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 2. г. Волгоград, 7—8 дек. 2021. Волгоград : ВолгГТУ, 2021. С. 339—346. EDN: IUQBLF.
12. Зайцева Н. В., Май И. В., Макс А. А., Загороднов С. Ю. Анализ дисперсного и компонентного состава пыли для оценки экспозиции населения в зонах влияния выбросов промышленных стационарных источников // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 5. С. 19—23. EDN: RKRXGL.
13. Май И. В., Загороднов С. Ю., Кокоуллина А. А. Опыт оценки пылевой экспозиции населения мелкодисперсными частицами PM_{10} и $PM_{2,5}$ в зоне влияния предприятия по производству строительных конструкций // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта Федерации : материалы межрегион. науч.-практ. интернет-конф., г. Пермь, 11—15 сент. 2017 / Под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. Пермь : Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2017. С. 266—272. EDN: ZTRJGN.
14. АтмосферныезвесиПетропавловска-Камчатского по данным загрязнения снежного покрова: экологический анализ / К. С. Голохваст, В. В. Жаков, П. А. Никифоров и др. // Бюл. физиологии и патологии дыхания. 2014. № 53. С. 89—94. EDN: SNECNJ.
15. Садовников М. А., Рыжкова А. А., Мисюряев В. Ю., Гузенко Е. Ю. Анализ состояния экологической безопасности и техногенной нагрузки, оказываемой сельскохозяйственным предприятием на окружающую среду // Изв. Нижневолж. агрониверситет. комплекс: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1(53). С. 377—385. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-50. EDN: WFGURN.
16. The time evolution of aerosol size distribution over the Mexico City plateau / L. I. Kleinman et al. // Atmospheric Chemistry and Physics. 2009. Vol. 9. No. 13. Pp. 4261—4278.
17. Agashkov E., Terekhov D., Loboda O., Belova T. Analysis of disperse composition of the dust in air of working zone of feed mills // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Construction and Architecture. Theory and Practice of Innovative Development (CATPID-2020), Nalchik, Sept. 26—30, 2020. Vol. 913. Nalchik : Institute of Physics Publishing, 2020. P. 052064. DOI: 10.1088/1757-899X/913/5/052064. EDN: OUIEUG.
18. Смирняков В. В., Родионов В. А., Смирнякова В. В., Орлов Ф. А. Влияние формы и размеров пылевых фракций на их распределение и накопление в горных выработках при изменении структуры воздушного потока // Записки Горного ин-та. 2022. Т. 253. С. 71—81. DOI: 10.31897/PMI.2022.12. EDN: NVUPQR.
19. Characterization of particle size and composition of respirable coal mine dust / L. Pan, S. Golden, Sh. Assemi et al. // Minerals. 2021. Vol. 11. No. 3. P. 276. DOI: 10.3390/min11030276. EDN: NTMELC.

© Серегина Н. М., Симаков В. С., Бакин Н. С., Баиров В. А., Сандула Т. А., Байбусинова О. Р., 2025

Поступила в редакцию
14.10.2025

Ссылка для цитирования:

Применение метода отсечения для исследования распределения массы частиц пыли по диаметрам / Н. М. Сергина, В. С. Симаков, Н. С. Бакин, В. А. Багров, Т. А. Сандула, О. Р. Байбусинова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 4(101). С. 216—227. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_216.

Об авторах:

Сергина Наталия Михайловна — д-р техн. наук, доц., проф. каф. безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; sergina.natalka@yandex.ru

Симаков Владислав Сергеевич — аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; p.o.t.u@mail.ru

Бакин Никита Сергеевич — аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Багров Владимир Алексеевич — аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; bagrovova1@mail.ru

Сандула Тимофей Андреевич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; mir.tim.wizard@gmail.com

Байбусинова Ольга Ренатовна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; olgababajnova@gmail.com

Natalia M. Sergina, Vladislav S. Simakov, Nikita S. Bakin, Vladimir A. Bagrov, Timofey A. Sandula, Olga R. Baibusinova

Volgograd State Technical University

**APPLICATION OF THE CUT-OFF METHOD
FOR STUDYING THE DISTRIBUTION OF DUST PARTICLE MASS BY DIAMETER**

The article is devoted to improving the processing of experimentally obtained data on the dispersed composition of dust through the use of the clipping method. This method involves excluding particles with an equivalent diameter larger than the one specified by the user from the sample, which is important for solving a number of environmental problems (dust collection, dispersion calculation, etc.). The method has been implemented in a new version of the SPOTEXPLORE FA program that is currently not widely available. This paper presents the first results of testing the obtained software product and the application of the method to solve practical problems, and also highlights the experience of conducting a procedure for analyzing the dispersed composition of dust.

К e y w o r d s: dust, dispersed composition, cut-off method.

For citation:

Sergina N. M., Simakov V. S., Bakin N. S., Bagrov V. A., Sandula T. A., Baibusinova O. R. [Application of the cut-off method for studying the distribution of dust particle mass by diameter]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2025, iss. 4, pp. 216—227. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_216.

About authors:

Natalia M. Sergina — Doctor of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; sergina.natalka@yandex.ru

Vladislav S. Simakov — Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; p.o.t.u@mail.ru

Nikita S. Bakin — Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU).
1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Vladimir A. Bagrov — Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU).
1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; bagrovvova1@mail.ru

Timofey A. Sandula — student, Volgograd State Technical University (VSTU).
1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; mir.tim.wizard@gmai.com

Olga R. Baibusinova — student, Volgograd State Technical University (VSTU).
1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; olgabajbusinova@gmail.com