

УДК 504.064

Особенности пыли как объекта экологического контроля: отличия от газовых загрязнений и аспекты метрологического обеспечения

Гусев Андрей Вячеславович^(*)

gusevandre2015@yandex.ru

SPIN-код: 2732-1655

Маркачев Андрей Евгеньевич

mae@smartlightlab.ru

ООО «Бер», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены ключевые отличия твердых частиц (пыли) от газообразных загрязняющих веществ в контексте экологического мониторинга. Показано, что поведение пыли в атмосфере, обусловленное процессами седиментации и вторичного уноса, принципиально отличается от диффузионного распространения газов. Представлено многообразие видов пыли по происхождению и опасности — от аллергенной пыльцы до взрывчатых веществ. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к измерению пыли как с точки зрения нормирования по массе, так и с учетом ее физико-химических свойств, а также о наличии проблем в области метрологического обеспечения измерений.

Ключевые слова: твердые частицы, пыль, экологический контроль, газовый анализ, метрологическое обеспечение, вторичный унос

Введение. Актуальность контроля загрязнения атмосферного воздуха не вызывает сомнений. Однако при оценке качества воздуха часто не делается существенного различия между газовыми примесями и взвешенными частицами (пылью), хотя их природа, поведение в окружающей среде и методы измерения кардинально различаются. Целью данной работы является систематизация особенностей пыли как объекта измерения, выделение ее ключевых отличий от газовых загрязнений и анализ актуальных проблем метрологического обеспечения. Научная значимость работы заключается в привлечении внимания к необходимости специализированных подходов к контролю пылевого загрязнения, что не всегда является очевидным.

Методы и материалы; результаты. Основное отличие газовых загрязнений от пылевых заключается в динамике загрязнения. Газовые примеси, такие как оксид углерода или диоксид серы, быстро рассеиваются в атмосфере за счет диффузии и ветра. Изменение их концентрации на точке измерения может быть кратковременным и обратимым. В отличие от них, пыль, обладающая массой, подвержена седиментации (оседанию). При этом она не исчезает, а накапливается на поверхности, формируя вторичные источники [1]. Последующий порыв ветра приводит к повторному подъему (вторичному уносу) уже осевшей пыли, что создает устойчивый, часто повторяющийся фон загрязнения, слабо связанный с первичными выбросами в данный момент [2].

Многообразие пыли крайне широко. По происхождению и составу выделяют силикатную, угольную, металлическую, органическую пыль, пыльцу

растений и др. Опасности также многоаспектны: от вреда здоровью (аллергены, фиброгенное действие, например, силикоз) до риска взрывов (мука на мельницах, сахарная пыль на производствах, угольная пыль в шахтах) [3]. Это определяет и разные подходы к измерению. Российское законодательство в основном нормирует массовую концентрацию ($\text{мг}/\text{м}^3$). Однако для оценки специфических рисков (взрывоопасность, аллергенность) более релевантной может быть счетная концентрация (количество частиц/ м^3) или химический состав частиц.

Метрологическое обеспечение измерений пыли остается сложной задачей, что обусловлено многообразием свойств частиц. Существующие методы условно делятся на классические (гравиметрические) и современные приборные (оптические, лазерные). «Золотым стандартом» является гравиметрический метод, основанный на отборе пробы воздуха на фильтр с последующим взвешиванием [4]. Он точен, но дает результат с значительной временной задержкой. Для оперативного контроля широко используются автоматические приборы, которые в реальном времени измеряют рассеяние света на частицах, предоставляя данные как о массовой, так и о счетной концентрации в различных фракциях. Ключевой проблемой является обеспечение единства измерений между этими методами.

Заключение. Проведенный анализ показал, что пыль представляет собой самостоятельный и сложный объект экологического контроля, требующий учета ее специфических свойств, отличных от газовых загрязнений. Учет процессов вторичного уноса необходим для адекватной оценки уровня загрязнения и разработки эффективных мер по его снижению. Широкий спектр опасностей, связанных с пылью, диктует необходимость развития методов измерений, выходящих за рамки простого определения массовой концентрации. Полученные знания подчеркивают актуальность совершенствования нормативной базы и метрологического обеспечения в области контроля взвешенных частиц для решения задач как охраны здоровья населения, так и промышленной безопасности.

Список источников

- [1] Об утверждении требований к проведению наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением. Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 524.
- [2] Шестаков Н.И., Алешин Н.Д., Макаров А.Д. Ресурсный потенциал пыли уноса асфальтобетонных заводов. *Строительство и реконструкция*, 2024, № 2, с. 117–127. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2024-112-2-117-127>
- [3] Зайнутдинова А.Ф., Смагина А.Н., Кострюкова Н.В. Анализ негативного воздействия на окружающую среду сахарного завода. *Проблемы обеспечения безопасности. I Междунар. науч.-практ. конф.: матер.* Уфа, УГАТУ, 2019, с. 200–206.
- [4] Assefa F.G., Xiang L., Yang Z., Gebretsadik A., Wahab A., Fissaha Y., Cheepurupalli N.R., Sazid M. Research on Dust Concentration and Migration Mechanisms on Open-Pit Coal Mining Roads: Effects of Meteorological Conditions and Haul Truck Movements. *Mining*, 2025, no. 5, pp. 43–52. <https://doi.org/10.3390/mining5030043>