

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ

Тагаева С.О.

РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан

Аннотация

Актуальность темы обусловлена тем, что загрязнение окружающей среды промышленными выбросами является одним из важнейших экологических проблем во всем мире.

Присутствие пыли в воздухе является результатом высоких темпов прогресса, промышленного производства и воздействия человека на окружающую среду.

Для эффективного решения данной проблемы важно иметь некоторые инструменты: средства измерений, испытательное оборудование, нормативные документы, в том числе методики выполнения измерений (МВИ).

В данной статье представлен алгоритм действий, направленных на определение пыли в промышленных выбросах, изложенных в МВИ, разработанной Казахстанским институтом стандартизации и метрологии путем проведения экспериментальных исследований, а также порядок определения метрологических характеристик.

Ключевые слова: промышленные выбросы, пылевой поток, охрана окружающей среды, измерение пыли, методы определения, методика и точность измерений.

Введение

Контроль концентрации пыли в промышленных выбросах является критически важной задачей для обеспечения экологической безопасности и соблюдения нормативов. В Республике Казахстан для этого законодательно установлен гравиметрический метод измерений, обеспечивающий высокую точность и надежность результатов в широком диапазоне концентраций – от 0,0001 до 500,0 г/м³, и не превышающий требований Перечней измерений, относящихся к государственному регулированию Республики Казахстан.

Данная статья освещает ключевые аспекты методики: применяемое оборудование, условия проведения измерений, процедуру отбора проб и расчет итоговой погрешности.

Основное оборудование и средства измерений

Для проведения измерений используется комплекс высокоточного оборудования, соответствующего национальным и международным стандартам:

- **весоизмерительное:** аналитические весы (II класс точности, НПВ 200 г) для взвешивания фильтров с точностью до 0,0001 г.;

- **пробоотборное:** аспираторы (электрические), набор пылезаборных трубок (внутренней и внешней фильтрации конструкции НИИОГАЗ), а также различные типы пылеуловителей (фильтры АФА-ВП, патроны ФП, патроны со стекловолокном);

- **контрольно-измерительное:** дифференциальный цифровой манометр (ДМЦ-01М) для измерения скорости газового потока, термометры, гигрометры, барометр-анероид для контроля параметров окружающей среды и газовой среды;

- **вспомогательное:** сушильный шкаф, эксикатор, секундомер, средства индивидуальной защиты и др.

Условия проведения измерений и требования безопасности

Измерения проводятся в строго регламентированных условиях:

- температура газового потока: до 600 °С;
- температура окружающего воздуха: 15 °С;
- относительная влажность: 65 %;
- атмосферное давление: 85 кПа;
- скорость газового потока: не менее 4 м/с (допускается от 1,0 м/с).

Особое внимание уделяется безопасности

персонала. Работы проводятся в соответствии с требованиями Трудового кодекса Республики Казахстан, Правил пожарной и электробезопасности, Экологического кодекса Республики Казахстан и других нормативных документов и нормативных правовых актов.

При выполнении измерений работники должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты, необходимыми материалами и оборудованием в соответствии с требованиями безопасности проведения указанных работ на предприятии.

При работе на высоте работник должен пользоваться предохранительным поясом. Запрещается переносить электроприборы, подключенные к электросети.

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, имеющих среднее специальное образование, владеющих методами

анализа, ознакомленных с эксплуатационной документацией на применяемые средства измерений, вспомогательное оборудование, настоящей МВИ, требованиями должностных инструкций организации.

Методы отбора проб: внутренняя и внешняя фильтрация

В зависимости от условий в газоходе применяется один из двух методов:

- метод внутренней фильтрации: пылеуловитель размещается непосредственно внутри газохода, применяется для влажных, высокотемпературных (до 600 °С) и агрессивных газов.

- метод внешней фильтрации: пылеуловитель вынесен за пределы газохода, применяется для менее агрессивных сред с температурой до 150-400 °С.

Рекомендации по выбору пылеуловителей

Тип осадителя пыли	Температура газа, °С, не более	Запыленность, г/м ³	Максимальный привес фильтра, г
Метод внутренней фильтрации			
Патрон со стекловолокном	400	0,01 - 15,0	До 2,0
Фильтры патронные ФП	600	0,01 - 15,0	Не более 2,0
Метод внешней фильтрации			
Аналитические аэрозольные фильтры типа АФА	60	1	Не более 0,1
Патроны с бумажной гильзой	150	0,01-10,0	До 1,0

Выбор типа фильтра (АФА, ФП, стекловолокно, бумажная гильза) зависит от температуры и запыленности газа, а также от выбранного метода. Все фильтры подготавливаются по строгому протоколу (сушка, взвешивание до постоянной массы).

Ключевые этапы проведения измерений

Подготовка: Выбор места отбора проб на прямом участке газохода (не менее 4-5 эквивалентных диаметров после возмущения потока), монтаж патрубков и рабочих площадок.

Определение поля скоростей: Предварительные замеры скорости газа в нескольких точках сечения для обеспечения репрезентативности пробы.

Изокинетический отбор пробы: Проба отбирается с такой скоростью, которая

соответствует скорости газового потока, чтобы избежать искажения концентрации частиц. Для этого рассчитывается диаметр наконечника и расход газа.

Отбор пробы: Установка пылезборной трубки в точку замера, прогрев, включение аспиратора и отбор пробы в течение заданного времени (от 5 до 60 минут) с регистрацией всех параметров (температура, давление, расход).

Обработка пробы: Фильтр извлекается, консервируется для предотвращения потери пыли, и повторно взвешивается для определения массы уловленных частиц.

Расчет концентрации пыли и погрешности измерений

Массовая концентрация пыли (С, г/м³) рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{(m_1 - m_2 - \Delta m) \times 1000}{V_{н.у.}}$$

где m_1 - масса фильтра после отбора проб, г;

m_2 - масса чистого фильтра, г;

Δm - поправка на изменение массы контрольных бумажных фильтров, г;

$V_{н.у.}$ - количество проаспирированного газа при нормальных условиях, дм³.

Точность метода является его ключевым преимуществом. Суммарная погрешность при доверительной вероятности $P=0,95$ не превышает:

- $\pm 3\%$ для диапазона $0.0001 - 10$ г/м³ и $100 - 500$ г/м³;

- $\pm 6\%$ для диапазона $10 - 100$ г/м³.

Погрешность складывается из множества факторов: определение скорости газа, изокинетичность отбора, точность установки трубки, улавливание фильтром, точность весов и др. Большинство из этих погрешностей при соблюдении методики можно пренебречь или свести к минимуму.

Заключение

Представленная методика является эталонным и высоконадежным способом определения концентрации пыли в промышленных выбросах.

МВИ предназначается для использования в лабораториях, выполняющих измерения в области мониторинга загрязнения окружающей среды, применение данного документа позволит проведение оперативного определения пыли в промышленных выбросах в стране и поможет повысить надежность оказываемых услуг с целью контроля качества воздуха окружающей среды.

Ее применение позволяет получать достоверные данные, необходимые для экологического мониторинга, контроля соблюдения нормативов и разработки природоохранных мероприятий. Стандартизация всех этапов процесса – от выбора оборудования до расчета погрешности обеспечивает воспроизводимость и точность результатов в лабораториях по всему Казахстану.

МВИ зарегистрирована в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан, доступна на главной странице Института.

Список источников

1. Перечень измерений, относящийся к государственному регулированию, утверждён

совместными приказами исполняющего обязанности Министра энергетики Республики Казахстан от 11 марта 2019 года № 81 и Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 18 марта 2019 года № 143. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 марта 2019 года № 18435.

2. ГОСТ OIML R 76-1-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания. – Введён в действие 2012-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 78 с.

3. ТУ 4215-000-11696625-2003. Электрический аспиратор.

4. ГОСТ 2405-88. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия. – Введён в действие 1990-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 24 с.

5. ТУ 4212-002-40001819-98. Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М- 1998.

6. ГОСТ 28498-90. Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введён в действие 1992-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 28 с.

7. ТУ 25-1894.003-90. Секундомер механический.

8. ГОСТ 17.2.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населённых пунктов. Общие технические требования. – Введён в действие 1987-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.

9. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнённости атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения. – Введён в действие 1980-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. – 10 с.

10. ГОСТ 17.2.1.04-77 (СТ СЭВ 3403-81). Охрана природы. Атмосфера. Источники и

метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения. – Введён в действие 1978-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1977. – 22 с.

References

1. List of measurements subject to state regulation, approved by Joint Orders of the Acting Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan dated March 11, 2019 No. 81 and the Minister of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan dated March 18, 2019 No. 143. Registered in the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on March 28, 2019 No. 18435.

2. GOST OIML R 76-1–2011. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Non-automatic weighing instruments. Part 1. Metrological and technical requirements. Tests. – Introduced on July 1, 2012. – Moscow: Standartinform, 2012. – 78 p.

3. TU 4215-000-11696625–2003. Electric aspirator.

4. GOST 2405–88. Pressure gauges, vacuum gauges, combined pressure-vacuum gauges, draft gauges, and draft-pressure gauges. General technical specifications. – Introduced on January 1,

1990. – Moscow: Standards Publishing, 1989. – 24 p.

5. TU 4212-002-40001819–98. Differential digital pressure gauge DMC-01M.

6. GOST 28498–90. Liquid-in-glass thermometers. General technical requirements. Test methods. – Introduced on January 1, 1992. – Moscow: Standards Publishing, 1991. – 28 p.

7. TU 25-1894.003–90. Mechanical stopwatch.

8. GOST 17.2.6.01–86. Environmental protection. Atmosphere. Instruments for air sampling in populated areas. General technical requirements. – Introduced on January 1, 1987. – Moscow: Standards Publishing, 1986. – 16 p.

9. GOST 17.0.0.02–79. Environmental protection. Metrological support of pollution control of the atmosphere, surface waters and soil. Basic principles. – Introduced on January 1, 1980. – Moscow: Standards Publishing, 1979. – 10 p.

10. GOST 17.2.1.04–77 (ST SEV 3403–81). Environmental protection. Atmosphere. Sources and meteorological factors of pollution, industrial emissions. Terms and definitions. – Introduced on January 1, 1978. – Moscow: Standards Publishing, 1977. – 22 p.

.

Тағаева С.О.

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана, Қазақстан

ӨНЕРКӘСІПТІК ШЫҒАРЫНДЫЛАРДАҒЫ ШАҢДЫ АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Тақырыптың өзектілігі қоршаған ортаның өнеркәсіптік шығарындылармен ластануы бүкіл әлемдегі ең маңызды экологиялық проблемалардың бірі болып табылатындығына байланысты.

Ауадағы шаңның болуы прогресстің, өнеркәсіптік өндірістің және адамның қоршаған ортаға әсерінің жоғары қарқынының нәтижесі болып табылады.

Бұл мәселені тиімді шешу үшін кейбір құралдардың болуы маңызды: өлшеу құралдары, сынақ жабдықтары, нормативтік құжаттар, соның ішінде өлшеу әдістері (ӨОӘ).

Бұл мақалада Қазақстан стандарттау және метрология институты эксперименттік зерттеулер жүргізу арқылы әзірлеген өнеркәсіптік шығарындылардағы шаңды анықтауға бағытталған іс-қимыл алгоритмі, сондай-ақ метрологиялық сипаттамаларды анықтау тәртібі ұсынылған.

Түйінді сөздер: өнеркәсіптік шығарындылар, шаң ағыны, қоршаған ортаны қорғау, шаңды өлшеу, анықтау әдістері, әдістеме және өлшеу дәлдігі.

C.O. Tagayeva

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

DETERMINATION OF DUST IN INDUSTRIAL EMISSIONS

Abstract

The relevance of the topic is due to the fact that environmental pollution from industrial emissions is one of the most important environmental problems worldwide.

The presence of dust in the air is the result of high rates of progress, industrial production and human impact on the environment.

To effectively solve this problem, it is important to have some tools: measuring instruments, test equipment, regulatory documents, including measurement methods (MRI). This article presents an algorithm for determining dust in industrial emissions, as described in the MVI developed by the Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology through experimental research, as well as the procedure for determining metrological characteristics.

Keywords: industrial emissions, dust flow, environmental protection, dust measurement, determination methods, measurement techniques, and accuracy.