ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.755— 2011

Государственная система обеспечения единства измерений

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ГАЗОВЫХ СРЕД

Определение размеров наночастиц методом диффузионной спектрометрии

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и Федеральным государственным унитарным предприятием «Ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова» (ФГУП НИФХИ им. Л.Я. Карпова) Госкорпорации «Росатом»

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1084-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сущность метода измерений 2
5 Описание средства измерений 3
6 Условия измерений 5
7 Требования безопасности 5
8 Требования к аэрозольной пробе 5
9 Порядок подготовки и проведения измерений 5
10 Правила оформления результатов измерений 6
11 Оценка неопределенности результатов измерений 6
Приложение А (справочное) Теоретическая зависимость коэффициента проскока от числа сеток в соответствии с размерами аэрозольных частиц 7
Приложение Б (справочное) Алгоритм решения уравнения Каннингема — Миллекена относительно размера монодисперсных аэрозольных частиц 10
Приложение В (справочное) Зависимость коэффициента проскока аэрозольных частиц от числа сеток в зависимости от скорости аэрозоля 11
Библиография 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ГАЗОВЫХ СРЕД

Определение размеров наночастиц методом диффузионной спектрометрии

State system for ensuring the uniformity of measurements. Disperse composition of gas atmospheres. Determination of nanoparticle size by diffusion spectral analysis

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на метод определения размеров наночастиц в диапазоне от 5 до 200 нм в газовых средах по коэффициенту их диффузии.

Метод применяют для анализа аэрозолей с одномодальным распределением частиц по размерам.

Метод реализуется с помощью анализаторов, основным элементом которых является многоступенчатая диффузионная батарея сеточного типа для разделения аэрозольных частиц по размерам. Каждая ступень диффузионной батареи представляет собой набор с различным числом проволочных сеток.

Стандарт не устанавливает конкретных методик измерений размеров частиц в конкретных газовых средах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 5725-2—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ Р 51251—99 Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка

ГОСТ 12.1.005—88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007—76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.044—89 (ИСО 4589—84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 12.4.011—89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 32—74 Масла турбинные. Технические условия

ГОСТ 8728—88 Пластификаторы. Технические условия

ГОСТ 6613—86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

дисперсная система: Система, состоящая из двух или более фаз (тел) с сильно развитой поверхностью раздела между ними.

[ГОСТ Р 51109, статья 5.6]

3.2

дисперсионная среда: Непрерывная фаза в дисперсной системе.

[ГОСТ 16887, статья 2]

3.3

аэрозоль: Дисперсные системы, состоящие из мелких частиц, взвешенных в воздушной или газообразной (дисперсионной) среде.

[ГОСТ Р 51109, статья 5.11]

3.4 **монодисперсный аэрозоль:** Аэрозоль, содержащий частицы только одного размера.

3.5 **полидисперсный аэрозоль:** Аэрозоль, содержащий частицы разных размеров.

3.6 **наночастица:** Твердый, жидкий или многофазный объект, в том числе микроорганизм, размером менее или равным 100 нм.

3.7 **размер наночастицы:** Диаметр сферы, которая в контролирующем приборе дает отклик, равный отклику от оцениваемой наночастицы.

3.8 **счетная концентрация:** Число частиц в единице объема дисперсной системы.

3.9 **распределение частиц по размерам:** Зависимость счетной концентрации частиц от их размера.

3.10 **коэффициент проскока:** Параметр ступени диффузионной батареи, определяемый как отношение счетной концентрации аэрозоля до и после его прохождения через ступень.

4 Сущность метода измерений

Сущность метода состоит в определении коэффициента диффузии D аэрозольных частиц по измеренному значению коэффициента их проскока $P(n)$ через ступень диффузионной батареи, содержащую n сеток, при условии известной зависимости коэффициента проскока частиц определенного размера от числа сеток.

Теоретические зависимости коэффициента проскока от числа сеток для монодисперсных и полидисперсных аэрозолей представлены в приложении А.

Коэффициент диффузии связан с коэффициентом проскока формулой

$$D = 2Vr\left[-\frac{\ln P(n)}{An}\right]^{\frac{3}{2}}, \quad (1)$$

где V — линейная скорость аэрозоля через диффузионную батарею;

r — радиус проволоки, из которой сотканы сетки;

$P(n)$ — коэффициент проскока, равный C/C_0, где C_0 и C — счетная концентрация частиц в аэрозоле соответственно до и после прохождения его через диффузионную батарею;

n — число сеток;

A — эмпирическая константа.

Зависимость между коэффициентом диффузии и размером аэрозольной частицы описывается уравнением Каннингема — Миллекена

$$D = kT\frac{1 + a_1(2l/d) + a_2(2l/d)\cdot e^{-a_3(2l/d)}}{3\pi\mu d}, \quad (2)$$

где k — постоянная Больцмана;

T — температура аэрозоля;

μ — коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды;

d — размер аэрозольной частицы;

l — средняя длина свободного пробега частицы;

a_1, a_2, a_3 — полуэмпирические константы, равные соответственно 1,25; 0,42; 0,87. Алгоритм решения уравнения (2) относительно размера частиц монодисперсного аэрозоля приведен в приложении Б.

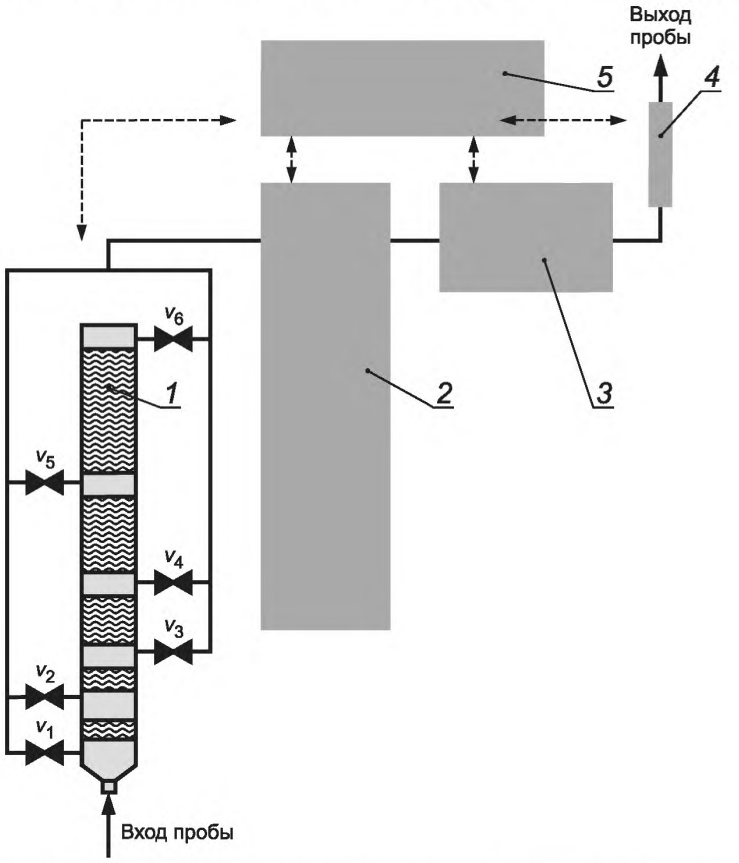
В случае полидисперсного аэрозоля коэффициент проскока зависит от функции распределения аэрозольных частиц по размерам, в качестве которой используют различные модельные функции. Анализ полидисперсного аэрозоля с применением диффузионной батареи проводят на основе гамма-распределения $f(x)$ с переменной x, равной $D^{2/3}$, где коэффициент диффузии D связан с размером частицы уравнением (2).

5 Описание средства измерений

5.1 Средство измерений, реализующее метод диффузионной спектрометрии, — диффузионный аэрозольный анализатор — должно включать в себя следующие основные компоненты:

- диффузионную батарею;
- устройство для укрупнения наночастиц;
- средство измерений счетной концентрации;
- расходомер;
- блок сбора и обработки данных.

На рисунке 1 приведена типичная схема системы диффузионного анализатора.



1 — диффузионная батарея; *2* — устройство для укрупнения наночастиц; *3* — средство измерений счетной концентрации; *4* — расходомер; *5* — блок сбора и обработки данных; v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6 — клапаны

Рисунок 1 — Типичная блок-схема диффузионного аэрозольного анализатора

5.2 Описание компонентов

5.2.1 Диффузионная батарея

5.2.1.1 Ступени диффузионной батареи должны осуществлять сепарацию аэрозольных частиц по размерам.

5.2.1.2 Каждая ступень должна иметь выход для доли аэрозоля, отобранной ею из анализируемой пробы.

Размер отобранных ступенью частиц зависит от числа установленных на ней сеток, а также от скорости потока аэрозоля в диффузионной батарее. Выбор числа ступеней и сеток должен осуществляться в зависимости от требуемого диапазона измерений размеров частиц. Для анализа аэрозоля с размерами частиц от 5 до 200 нм рекомендуется применять диффузионные анализаторы с пятиступенчатой диффузионной батареей с наборами сеток согласно таблице 1 при объемной скорости потока аэрозоля 1 или 2 дм^3/мин.

Таблица 1

Номер ступени	1	2	3	4	5
Число сеток ступени, шт.	3	6	12	24	48
Размер отбираемых ступенью частиц, нм	5	10	50	100	200

5.2.1.3 Объемная скорость потока аэрозоля в диффузионной батарее должна определяться и сохраняться неизменной с погрешностью в пределах ± 5 % в процессе измерения. Влияние скорости аэрозоля на точность его сепарации по размерам в диффузионной батарее описано в приложении В.

5.2.1.4 Диффузионный аэрозольный анализатор должен иметь автоматическую систему переключений потоков для проведения измерений на каждой ступени.

5.2.1.5 Сетки должны быть установлены перпендикулярно к потоку аэрозоля.

5.2.1.6 Течение анализируемой пробы от точки поступления в диффузионную батарею до выхода из нее должно быть ламинарным.

5.2.1.7 Сетки, используемые для разделения аэрозольных частиц, должны соответствовать требованиям ГОСТ 6613. В диффузионной батарее рекомендуется использовать сетки нормальной точности с размером стороны ячейки от 0,040 до 0,080 мм по ГОСТ 6613.

5.2.1.8 Система распределения потоков должна быть герметичной.

5.2.2 Устройство для укрупнения наночастиц

5.2.2.1 Устройство для укрупнения наночастиц должно обеспечивать укрупнение аэрозольных наночастиц до размеров, регистрируемых средствами измерений счетной концентрации, методом конденсации на частицах пересыщенного пара рабочей жидкости.

5.2.2.2 В качестве рабочей жидкости рекомендуется использовать дибутилфталат по ГОСТ 8728, диоктилсебацинат по ГОСТ 8728, турбинные масла по ГОСТ 32 или другие жидкости.

5.2.2.3 В устройстве для укрупнения наночастиц следует осуществлять контроль температуры рабочей жидкости и аэрозоля с погрешностью в пределах ± 1 °С.

5.2.2.4 Конструкция устройства для укрупнения наночастиц не должна допускать попадания излишней влаги в пробоотборный канал средства измерений счетной концентрации во избежание сбоя в его работе.

5.2.3 Средство измерений счетной концентрации

5.2.3.1 Средство измерений счетной концентрации должно обеспечивать измерения счетной концентрации аэрозольных частиц на входе диффузионной батареи и выходе данной ступени с заданной погрешностью по всему рассматриваемому диапазону размеров.

5.2.3.2 Выбор средства измерений счетной концентрации следует осуществлять в зависимости от нижней границы диапазона размеров анализируемых частиц. Рекомендуется использовать в качестве таких средств измерений счетчики ядер конденсации, в состав которых уже включены устройства для укрупнения наночастиц, оптические счетчики для измерения наночастиц.

5.2.4 Блок управления и обработки данных

5.2.4.1 Блок управления и обработки данных должен осуществлять управление и контроль за процессом измерения и состоянием диффузионного аэрозольного анализатора, а также сбор и преобразование данных.

5.2.4.2 Управление, контроль и обработку данных следует осуществлять с помощью программного обеспечения и/или аппаратного обеспечения на персональном компьютере. Допускается интегрировать блок управления и обработки данных в автономный прибор для измерений счетной концентрации частиц.

6 Условия измерений

При выполнении измерений следует соблюдать следующие условия, если в руководствах по эксплуатации применяемых средств не указаны более жесткие условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 10) °С;
- влажность от 30 % до 80 %;
- давление от 84 до 106 кПа;
- в зоне размещения диффузионного аэрозольного анализатора должны отсутствовать механические вибрации с частотами до 30 Гц и амплитудой виброперемещений более 0,75 мм;
- напряжение питающей сети 230 В ($^{+6}_{-10}$ %).

7 Требования безопасности

7.1 К выполнению измерений с помощью диффузионного аэрозольного анализатора допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и допущенные к работе с электротехническими изделиями до 1000 В, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с лазерным излучением.

7.2 При выполнении измерений соблюдают требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на диффузионный аэрозольный анализатор.

7.3 При использовании для насыщения аэрозоля в качестве рабочей жидкости дибутилфталата, диоктилсебацината или турбинного масла необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007, ГОСТ 12.4.011 и ГОСТ 12.1.044 для работ с пожаровзрывоопасными и вредными веществами.

8 Требования к аэрозольной пробе

Аэрозольная проба не должна содержать капель масла, воды и крупных частиц. Для ее очистки рекомендуется использовать импакторы.

9 Порядок подготовки и проведения измерений

9.1 Подготовка и проведение измерений включает следующие этапы:

а) проверка работы всех частей диффузионного аэрозольного анализатора;

б) проверка фона в пробоотборной системе в диффузионном аэрозольном анализаторе;

в) измерение и обработка данных.

9.2 При проверке работы диффузионного аэрозольного анализатора необходимо убедиться в правильности регистрации параметров всех контролирующих систем (скорость потока, температура и т. п.), возможности подсчета частиц.

9.3 Фон в пробоотборной системе диффузионного аэрозольного анализатора должен быть не более 10 $см^{-3}$. Проверку фона рекомендуется проводить при установке на входе диффузионной батареи воздушного фильтра высокой эффективности от Н13 до Н14 класса по ГОСТ Р 51251. При превышении фона следует проводить очистку пробоотборной системы с помощью чистого воздуха (не содержащего взвешенные частицы).

9.4 Измерение и обработка данных включает следующие этапы:

- измерения счетных концентраций на входе диффузионной батареи (до сеток) и на выходе каждой ступени, сохранение данных;
- программная обработка полученных данных (вычисление коэффициентов проскоков для каждой ступени, определение коэффициента диффузии D при условии известной зависимости коэффициента проскока частиц определенного размера от числа сеток, расчет среднего размера частиц $d_{ср}$ и его дисперсии, вычисление значений счетной концентрации частиц соответствующих размеров).

10 Правила оформления результатов измерений

Отчет об измерениях должен включать результаты измерений — средний размер частиц $d_{ср}$, дисперсию, а также рекомендуется указывать следующую информацию:

- идентификацию диффузионного аэрозольного анализатора, включая изготовителя, модель и серийный номер;
- дату и время анализа;
- тип анализируемого аэрозоля;
- объемную скорость потока аэрозоля;
- температуру пробы аэрозоля на выходе устройства для укрупнения наночастиц;
- условия измерений;
- дату проведения последнего испытания на герметичность и скорость утечки.

11 Оценка неопределенности результатов измерений

11.1 Оценку стандартной неопределенности (пределы допускаемой относительной погрешности) результатов измерений распределения частиц по размерам следует проводить в соответствии с требованиями рекомендаций [1] с использованием эталонных мер размера наночастиц в газовых средах. В качестве указанных мер рекомендуется применять дисперсные системы на основе полистирольного латекса. Характеристики мер и условия их применения должны быть определены в технической документации на них.

11.2 Если необходима оценка повторяемости (сходимости) и воспроизводимости измерений, ее осуществляют в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2.

Приложение А
(справочное)

Теоретическая зависимость коэффициента проскока от числа сеток в соответствии с размерами аэрозольных частиц

А.1 На рисунках А.1 и А.2 представлены теоретические зависимости коэффициента проскока от числа сеток для монодисперсного аэрозоля с размерами частиц от 5 до 200 нм.

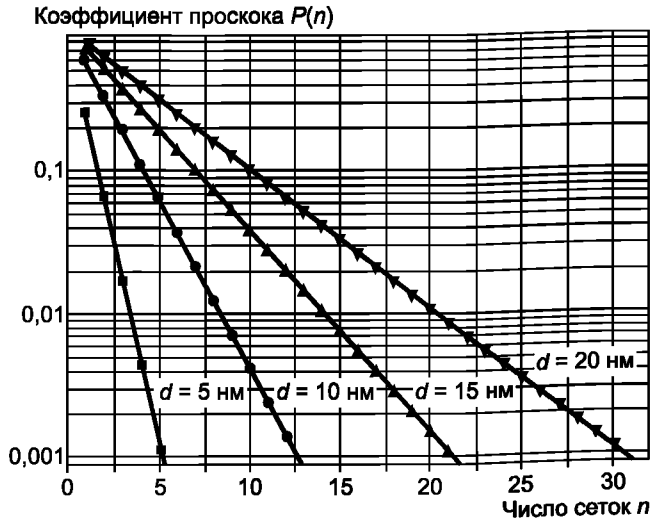


Рисунок А.1 — Теоретическая зависимость коэффициента проскока аэрозольных частиц размерами от 5 до 20 нм от числа сеток при скорости потока аэрозоля 1 дм^3/мин

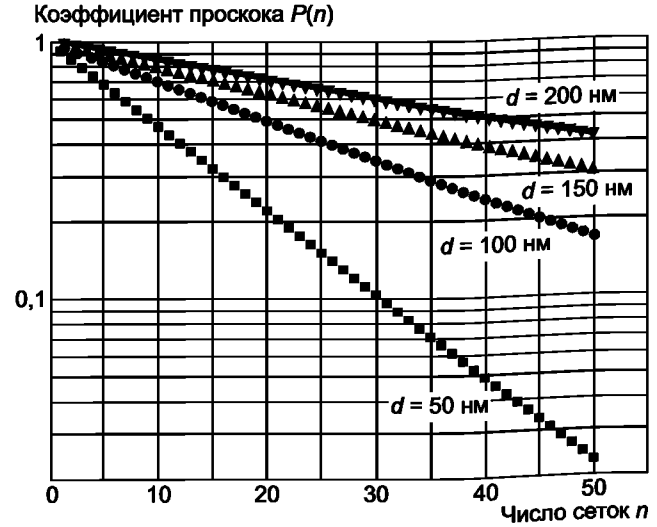


Рисунок А.2 — Теоретическая зависимость коэффициента проскока частиц размерами от 50 до 200 нм от числа сеток при скорости потока аэрозоля 1 дм^3/мин

А.2 Коэффициент проскока частиц полидисперсного аэрозоля с одномодальным распределением зависит от числа сеток ступени диффузионной батареи и вида функции одномодального распределения частиц по размерам *f(d)*, характеризующейся средним размером частиц $d_{ср}$ и шириной распределения σ_d. Для определения функции *f(d)* вводят дополнительную функцию гамма-распределения с переменной *x*, равной $D^{2/3}$ (см. раздел 4)

$$f(x) = \frac{\lambda\gamma}{\Gamma(\gamma)} x^{\gamma-1} e^{-\lambda x}. \quad (A.1)$$

Среднее значение <x> и ширина распределения σ_x связаны с расчетными параметрами γ и λ соотношения (А.1) формулами

$$<x> = \frac{\gamma}{\lambda}, \ \sigma_x = \frac{\sqrt{\gamma}}{\lambda}. \quad (A.2)$$

Параметры λ и γ рассчитывают по формулам

$$\lambda = \frac{n_2}{\left(1+\frac{n_1}{\lambda_0}\right)^{\frac{\ln P(n_2)}{\ln P(n_1)}} - 1}, \quad (A.3)$$

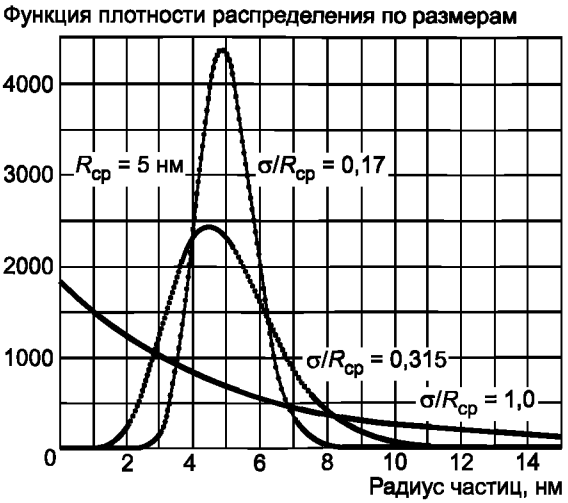
$$\gamma = -\frac{\ln P(n_1)}{\ln\left\{\frac{n_1}{n_2}\left[P(n_2)^{-\frac{1}{\gamma}} - 1\right] + 1\right\}}, \quad (A.4)$$

где $P(n_1)$ и $P(n_2)$ — коэффициенты проскоков ступеней с числом сеток n_1 и n_2;

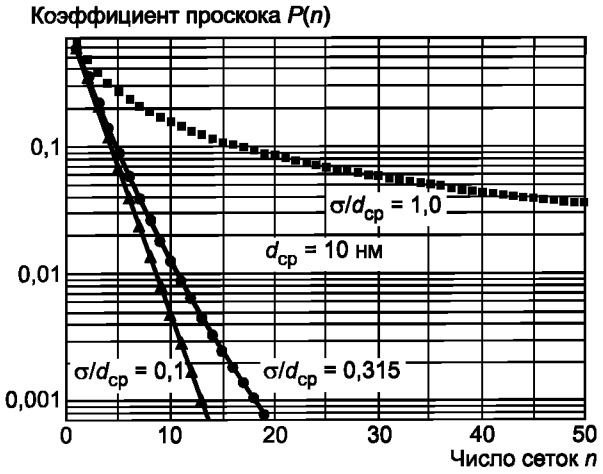
λ_0 — безразмерный параметр гамма-распределения, равный $\frac{(2rV)^{2/3}}{A}$.

Размер частиц как функцию от x определяют по формуле (2), где коэффициент диффузии D заменяют на значение x, равное $D^{2/3}$.

На рисунках А.3, А.4, А.5 представлены функции распределения частиц полидисперсного аэрозоля $f(d)$ с размерами от 5 до 200 нм и соответствующие теоретические зависимости коэффициента проскока от числа сеток диффузионной батареи $P(n)$.

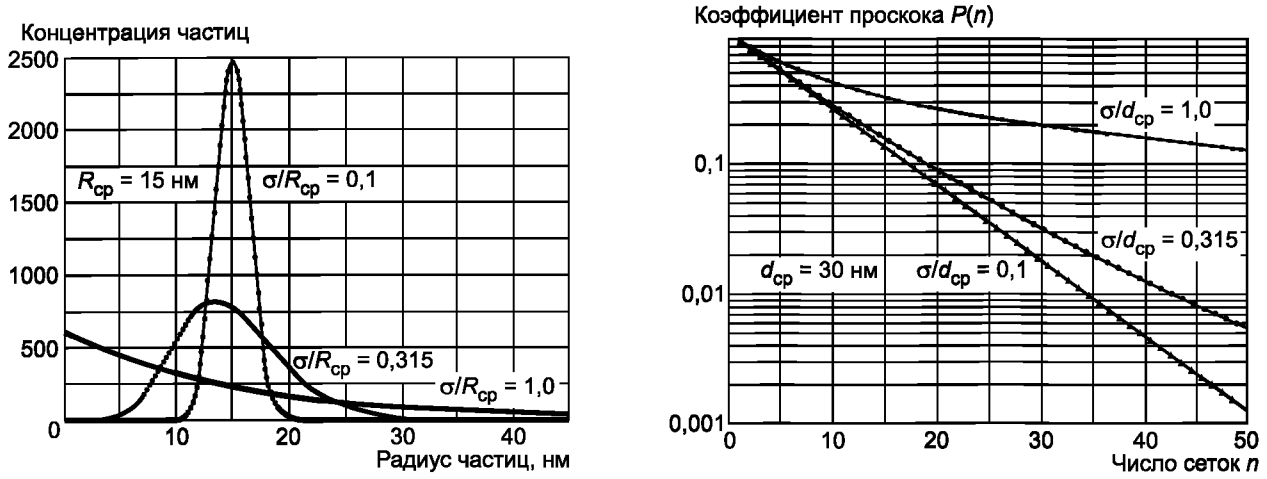


а) Функция $f(d)$



б) Функция $P(n)$

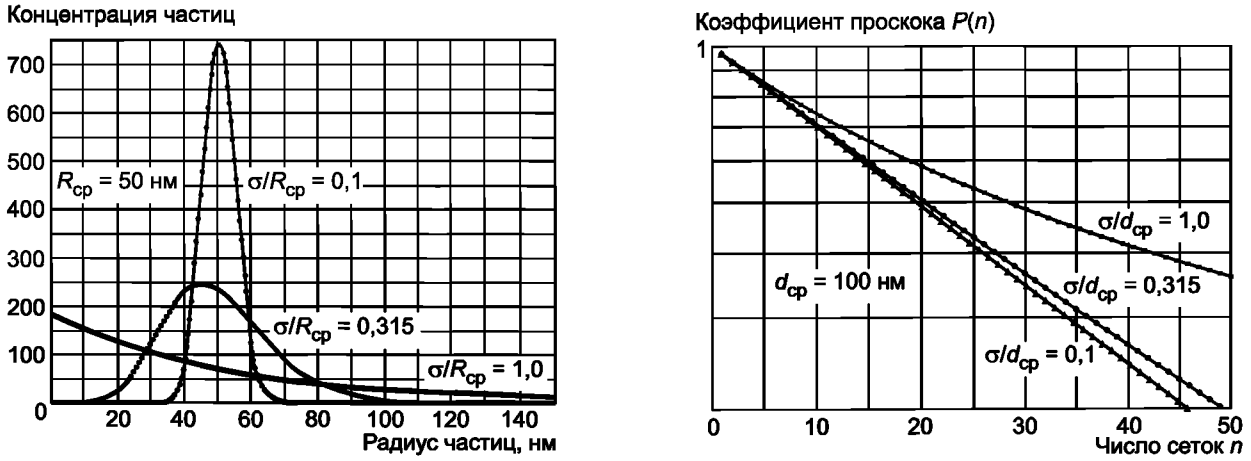
Рисунок А.3 — Теоретическая зависимость коэффициента проскока от числа сеток для частиц размерами 10 нм и относительной шириной распределения частиц от 0,1 до 1,0



а) Функция $f(d)$

б) Функция $P(n)$

Рисунок А.4 — Теоретическая зависимость коэффициента проскока от числа сеток для частиц размерами 30 нм и относительной шириной распределения от 0,1 до 1,0



а) Функция $f(d)$

б) Функция $P(n)$

Рисунок А.5 — Теоретическая зависимость коэффициента проскока от числа сеток для частиц размерами 100 нм и относительной шириной распределения от 0,1 до 1,0

Приложение Б
(справочное)

Алгоритм решения уравнения Каннингема—Миллекена относительно размера монодисперсных аэрозольных частиц

При исследовании частиц размерами менее 50 нм уравнение Каннингема—Миллекена преобразуют в выражение

$$D = kT\frac{1+a_1(2l/d)}{3\pi\mu d}, \qquad (Б.1)$$

где D — коэффициент диффузии;
k — постоянная Больцмана;
T — температура аэрозоля;
l — средняя длина свободного пробега частицы;
d — размер аэрозольной частицы;
μ — коэффициент динамической вязкости дисперсной среды;
a_1 — полуэмпирическая константа, равная 1,25.

Это позволяет вычислить размер частиц по формуле

$$d = \frac{kT}{6\pi\mu D}\left[1+\sqrt{\frac{24a_1\pi lD}{kT}}\right], \qquad (Б.2)$$

где d — размер аэрозольной частицы;
k — постоянная Больцмана;
T — температура аэрозоля;
l — средняя длина свободного пробега частицы;
D — коэффициент диффузии;
μ — коэффициент динамической вязкости дисперсной среды;
a_1 — полуэмпирическая константа, равная 1,25.

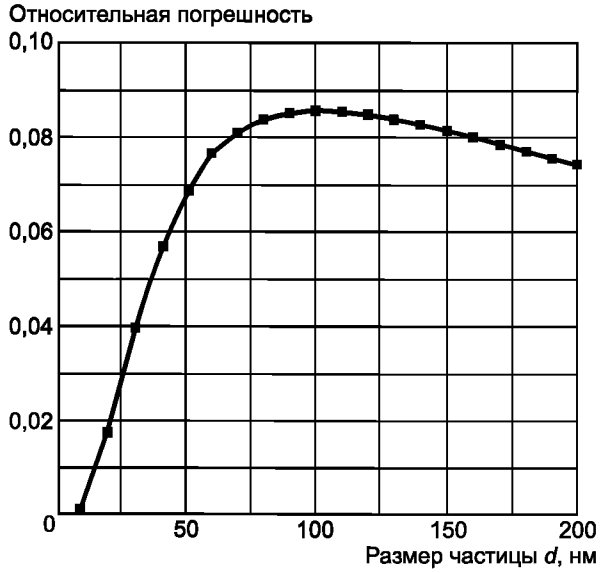


Рисунок Б.1 — Зависимость относительной погрешности результатов вычислений по формулам (2) и (Б.1) от размеров частиц

На рисунке Б.1 показана зависимость погрешности вычислений размеров частиц по формуле (Б.2) от значений, рассчитанных по формуле (2) в диапазоне размеров от 10 до 200 нм.

Из графика на рисунке Б.1 видно, что отличие результатов вычислений по формулам (2) и (Б.1) не превышает 8 % в диапазоне от 10 до 200 нм, а для размера 100 нм составляет примерно 7 %, что меньше ошибки, возникающей из-за экспериментальных погрешностей.

При вычислении размеров частиц более 50 нм с погрешностью от 2 % до 1 % следует в качестве первого приближения брать значение, определяемое по формуле (Б.2) и с шагом, соответствующим требуемой погрешности (см. рисунок Б.1), приближаться к исходному значению D, вычитая последовательно значение требуемой погрешности из первого приближения d. Если требуется погрешность измерения менее 1 %, то необходимо выполнить несколько итераций. О погрешности конечного результата можно судить по подстановке в формулу (2).

Приложение В
(справочное)

Зависимость коэффициента проскока аэрозольных частиц от числа сеток в зависимости от скорости аэрозоля

На значение коэффициента проскока аэрозольной частицы определенного размера влияет изменение скорости аэрозоля в диффузионной батарее. Следует учитывать, что варьирование скорости потока связано с изменением числа Пекле, т. е. с изменением условий улавливания частиц волокнами сетки. Скорость потока не может быть очень малой, когда скорость макроскопического переноса становится сопоставимой со скоростью диффузионного потока, а также когда скорость потока приводит к возникновению турбулентности. Поэтому с технической точки зрения оптимально иметь набор диффузионных батарей, через которые можно пропускать один и тот же поток аэрозоля.

На рисунке В.1 представлена зависимость коэффициента проскока аэрозольных частиц определенного размера от числа сеток в диффузионной батарее в зависимости от скорости аэрозоля.

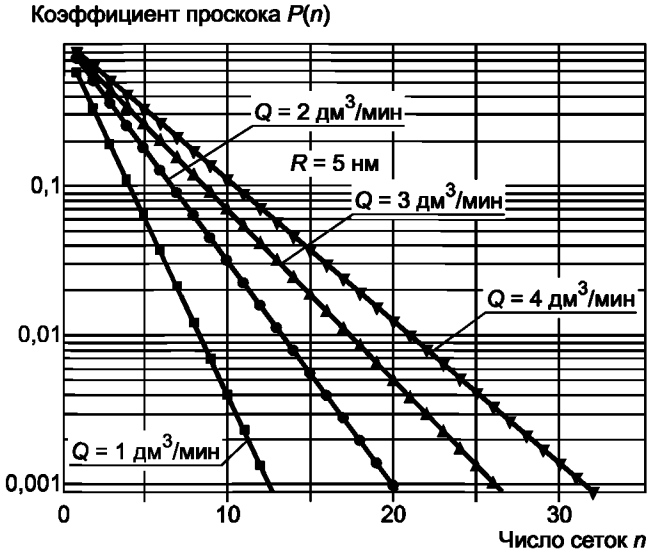


Рисунок В.1 — Зависимость коэффициента проскока аэрозольных частиц размером 10 нм от числа сеток в диффузионной батарее при объемных скоростях 1, 2, 3 и 4 дм^3/мин

Библиография

[1] РМГ 43—2001 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»

УДК 620.3:022.91:006.354 ОКС 17.020 Т86.5

Ключевые слова: дисперсный состав, наночастица, размер наночастиц, аэрозоль, диффузионная батарея, коэффициент проскока

Редактор *О.А. Стояновская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 16.01.2013. Подписано в печать 12.02.2013. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 153 экз. Зак. 157.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru