ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70378.4— 2023

ВОЗДУХ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля

Часть 4

Методика испытаний в лабораторных условиях на основе сравнения значений содержания

(EN 13205-4:2014, NEQ)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха» (АО «НИИ Атмосфера») совместно с Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 457 «Качество воздуха»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2023 г. № 998-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений европейского стандарта ЕН 13205-4:2014 «Воздух рабочей зоны. Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля. Часть 4. Методика испытаний в лабораторных условиях на основе сравнения значений содержания» (EN 13205-4:2014 «Workplace exposure — Assessment of sampler performance for measurement of airborne particle concentrations — Part 4: Laboratory performance test based on comparison of concentrations», NEQ)»

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ЕН 13205—2010 в части приложения В

6 Некоторые элементы настоящего стандарта могут являться объектами патентных прав

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 Обозначения 2
5 Основные принципы 5
6 Методика испытаний 6
7 Требования к испытаниям 9
8 Вычисление систематического отклонения от норматива по отбору проб и расширенной неопределенности измерений 11
9 Протокол испытаний 19
Библиография 22

Введение

Нормативы по отбору проб различных фракций частиц в воздухе рабочей зоны для оценки их воздействия на здоровье людей приведены в ГОСТ Р ИСО 7708. Нормативы установлены для вдыхаемой, торакальной и респирабельной фракций аэрозоля. Данные нормативы представляют собой условные характеристики аэрозольных пробоотборников в виде идеальной эффективности отбора проб как функции аэродинамического диаметра частиц. В большинстве случаев эффективность отбора проб для реальных пробоотборников будет отличаться от идеальной и, следовательно, масса отобранных аэрозольных частиц будет отличаться от массы, которую можно было получить с применением идеального пробоотборника. Кроме того, на работу реальных пробоотборников влияют различные факторы (величины), например, скорость потока воздуха. Часто существует взаимосвязь между влияющими величинами и распределением частиц аэрозоля по размерам в воздухе рабочей зоны, в которой предполагается применять пробоотборник.

Настоящий стандарт устанавливает требования к определению характеристик пробоотборников для вдыхаемой, торакальной и респирабельной фракций аэрозольных частиц на основе сравнения результатов испытаний, полученных для трех контрольных аэрозолей с применением испытуемого пробоотборника и (предварительно) валидированного в лабораторных условиях пробоотборника.

Совместно применяя настоящий стандарт и другие стандарты серии, изготовители и пользователи аэрозольных пробоотборников получают возможность разрабатывать единый подход к валидации пробоотборников и общие принципы для оценки соответствия их характеристик требованиям ГОСТ Р ИСО 7708 и ГОСТ Р 59670.

Изготовители аэрозольных пробоотборников обязаны предоставлять пользователям информацию о лабораторных условиях[1)], установленных в других стандартах серии ГОСТ Р 70378, при которых были получены характеристики пробоотборника. Пользователь должен гарантировать, что предполагаемые реальные условия применения пробоотборников находятся в пределах допустимых диапазонов, установленных изготовителем для проведения испытаний.

[1)] Норматив по вдыхаемой фракции не установлен для частиц размером более 100 мкм и скорости потока воздуха более 4 м/с. Оценка характеристик пробоотборников ограничена этими условиями. Если при отборе проб существует реальная вероятность обнаружить частицы размером более 100 мкм или скорость потока воздуха более 4 м/с, то пробоотборники, соответствующие требованиям настоящего стандарта, вероятно, будут выдавать различные результаты.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЗДУХ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля

Часть 4

Методика испытаний в лабораторных условиях на основе сравнения значений содержания

Workplace exposure. Assessment of sampler performance for measurement of airborne particle concentrations. Part 4. Laboratory performance test based on comparison of concentrations

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к определению характеристик пробоотборников для вдыхаемой, торакальной и респирабельной фракций аэрозольных частиц, основанному на сравнении результатов испытаний, полученных для трех контрольных аэрозолей в предписанных лабораторных условиях с применением испытуемого пробоотборника и (предварительно) валидированного в лабораторных условиях пробоотборника, для последующей оценки соответствия эффективности испытуемого пробоотборника требованиям ГОСТ Р 70378.1.

Настоящий стандарт применяют для аэрозольных пробоотборников любого типа и принципа действия, используемых при определении содержания аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны в рамках санитарно-гигиенического контроля.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ Р 8.961 Государственная система обеспечения единства измерений. Дисперсные характеристики аэрозолей и взвесей. Термины и определения

ГОСТ Р 51109 Промышленная чистота. Термины и определения

ГОСТ Р 59670 (ИСО 20581:2016) Воздух рабочей зоны. Общие требования к методикам определения содержания химических веществ

ГОСТ Р 70378.1—2022 Воздух рабочей зоны. Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 70378.2—2023 Воздух рабочей зоны. Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля. Часть 2. Методика испытаний в лабораторных условиях, основанная на определении эффективности отбора проб

ГОСТ Р ИСО 3534-2 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика

ГОСТ Р ИСО 7708 Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле

ГОСТ Р ИСО 13137 Воздух рабочей зоны. Насосы для индивидуального отбора проб химических и биологических веществ. Требования и методы испытаний

Издание официальное

ГОСТ Р ИСО 14966 Атмосферный воздух. Определение концентрации неорганических волокнистых частиц. Метод сканирующей электронной микроскопии

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 ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 8.961, ГОСТ Р 51109 и ГОСТ Р ИСО 3534-2.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

c — поправочный коэффициент, применяемый для корректировки результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, для устранения несоответствия нормативу по отбору проб, регламентированный изготовителем пробоотборника, методикой измерений или принятый равным 1,00, безразмерный (далее — поправочный коэффициент);

$C_{ВФ}$ — максимальное значение содержания всех взвешенных в воздухе частиц (или вдыхаемая фракция) в единицах величины, через которую выражают содержание (массовой концентрации, объемной доли и т. д.);

$C_{ПДК}$ — актуальное значение предельно допустимого содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, в единицах величины, через которую выражают содержание (массовой концентрации, объемной доли и т. д.);

$C_{макс}$ — максимальное значение содержания аэрозольных частиц/вредных веществ в воздухе рабочей зоны, оцениваемое на основе $C_{ПДК}$ и норматива по отбору проб, в единицах величины, через которую выражают содержание (массовой концентрации, объемной доли и т. д.);

N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, применяемых для оценки влияния величины ξ_i;

$N_{ВВ}$ — число значений других влияющих величин ξ, учитываемых при оценке характеристик;

$N_{rai}^{Q^0}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при номинальном значении объемного расхода воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{Q^+}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при высоком объемном расходе воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{Q^-}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при низком объемном расходе воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{ВП}$ — число опорных (валидированных) пробоотборников, используемых при оценке характеристик;

$N_{ai}^{повт}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{ИП}$ — число испытуемых пробоотборников, используемых в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

Q^0 — номинальный объемный расход воздуха при отборе проб через пробоотборник, дм^3/мин;

Q^+ — максимальное значение объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником, используемое при оценке отклонений объемного расхода воздуха от номинального значения, дм^3/мин;

Q^- — минимальное значение объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником, используемое при оценке отклонений объемного расхода воздуха от номинального значения, дм^3/мин;

R_{srai} — отношение содержания аэрозольных частиц, отобранных каждым испытуемым пробоотборником s в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i к соответствующему содержанию контрольного аэрозоля в воздухе, определяемое по формуле $R_{srai} = X_{srai} / Y_{srai}$; безразмерное;

$\overline{R}_{ai}$ — значение, полученное усреднением значений R_{srai} для всех испытуемых пробоотборников; безразмерное;

$s_{srai}^{ОЗ}$ — относительная неопределенность результатов измерений опорного значения содержания контрольного аэрозоля в рабочем объеме испытательной установки (аэрозольной камеры или аэродинамической трубы), связанная с различным положением точек для отбора проб валидированным(и) пробоотборником(ами) и испытуемым(и) пробоотборником(ами) s в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$t_{эксп}$ — продолжительность отбора проб, оцененная на основе $C_{макс}$, применяемая для вычисления массы отобранных аэрозольных частиц, мин;

$U_{ИП}$ — расширенная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, безразмерная;

$u_{ИП}$ — суммарная стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, безразмерная;

$u_{ИП_i}$ — суммарная стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{норм_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с несоответствием результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, нормативу по отбору проб при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{расх_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными[1)] или систематическими эффектами, связанными с отклонением объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником от номинального значения при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

[1)] В настоящем стандарте составляющие неопределенности разделены на «случайные» и «систематические» в соответствии с их взаимосвязью с погрешностями, возникающими, соответственно, из случайных и известных систематических эффектов. Такая классификация составляющих неопределенности может привести к неоднозначности толкования при ее практическом применении. Например, «случайная» составляющая неопределенности в одном измерении может стать «систематической» составляющей в другом измерении, в котором результат первого измерения используют в качестве входных данных. При классификации методов оценивания составляющих неопределенности, а не самих составляющих, такая неоднозначность устраняется (см. ГОСТ 34100.3–2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008, пункт 3.3.3, примечание).

$u_{ИП}^{сист}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, связанных с систематическими эффектами, безразмерная;

$u_{ИП_i}^{сист}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, связанных с систематическими эффектами, при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{ИП}^{случ}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, связанных со случайными эффектами, безразмерная;

$u_{ИП_i}^{случ}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, связанных со случайными эффектами, при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{РХ_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными эффектами, связанными с различием характеристик образцов пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{C_{оз}}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений опорного значения содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными эффектами, связанными с различным местоположением точек отбора проб контрольного аэрозоля валидированными и испытуемыми пробоотборниками в рабочей зоне при значении влияющей величины ξ_i, безразмерная;

$u_{ВП}^{сист}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с применением валидированного пробоотборника, безразмерная;

X_{mrai} — содержание аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником m, работающим при номинальном расходе Q^0, высоком или низком расходе (Q^+ или Q^- соответственно) в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i, мг/м^3;

X_{srai} — содержание аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником s в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i, мг/м^3;

Y_{rai} — содержание аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, в серии измерений r, для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i, мг/м^3;

$\delta_{расх}^{рег}$ — максимальное значение относительного стандартного отклонения объемного расхода воздуха от номинального значения, связанного с регулировкой расхода, безразмерное;

$\delta_{ПР}$ — максимальное значение относительного стандартного отклонения объемного расхода воздуха от номинального значения, связанного с нестабильностью работы побудителя расхода, безразмерное;

ξ — значение другой влияющей величины, например, скорости потока воздуха или массы пыли, поданной в пробоотборник, в диапазоне i от 1 до $N_{ВВ}$, в единицах соответствующей влияющей величины;

ξ_i — i-е значение другой влияющей величины;

Ω_{rai} — коэффициент, учитывающий, что при каждом измерении в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i треть общего числа испытуемых пробоотборников работает при максимальном значении объемного расхода воздуха, вторая треть — при минимальном, а оставшаяся треть — при номинальном.

Примечание — Единица каждого значения ξ_i зависит от влияющей величины, но выбор единицы не рассматривается, поскольку эти значения не применяются в вычислениях;

a — подстрочный индекс, обозначающий номер контрольного аэрозоля;

l — подстрочный индекс для обозначения номера выбранного значения из группы различимых значений влияющей величины;

i — подстрочный индекс для обозначения номера значения влияющей величины ξ;

$i0$ — подстрочный индекс для обозначения номера выбранного значения из группы неразличимых значений влияющей величины, при котором получают наибольшее значение суммарной стандартной неопределенности для испытуемого пробоотборника;

m — подстрочный индекс для обозначения номера отдельного испытуемого пробоотборника, используемого либо при номинальном объемном расходе воздуха, либо при значениях выше или ниже номинального при оценке влияния отклонений от номинального значения;

s — подстрочный индекс, обозначающий номер отдельного испытуемого пробоотборника.

5 Основные принципы

Методика испытаний, приведенная в настоящем стандарте, основана на измерении содержания в воздухе трех различных контрольных аэрозолей, отобранных испытуемым пробоотборником независимо от того, являются ли все отбираемые частицы частью пробы (как в большинстве пробоотборников вдыхаемой фракции) или происходит проскок аэрозольных частиц некоторых размеров на участке между входным отверстием пробоотборника и уловителем (как в пробоотборниках торакальной и респирабельной фракций). Выбранный пробоотборник испытывают совместно с валидированным пробоотборником. Оба прибора помещают в среду с одними и теми же контрольными аэрозолями в аэродинамической трубе или аэрозольной камере, а испытания повторяют в заданных условиях, максимально близко воспроизводящих условия предполагаемого применения испытываемого пробоотборника. Затем сравнивают значения содержания аэрозольных частиц, отобранных с применением разных приборов. При проведении испытаний предполагают, что эффективность отбора проб испытуемого и валидированного пробоотборника не зависит от содержания аэрозольных частиц. Результаты измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, должны совпадать (в пределах заданных диапазонов отклонений) с результатами, полученными с применением валидированного пробоотборника (тип А).

Систематическое отклонение результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, от содержания аэрозольных частиц, которые могли бы быть отобраны идеальным пробоотборником в соответствии с нормативом по отбору проб, вычисляют путем сравнения значений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым и валидированным пробоотборниками. Также определяют стандартные неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, обусловленные систематическими и случайными эффектами, связанными, например, с различием характеристик образцов пробоотборников одного типа, отклонениями объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения, показателями точности методики измерений содержания аэрозольных частиц.

Принципиальное отличие этого метода от метода испытаний типа А состоит в том, что при лабораторном сравнении не определяют кривую эффективности пробоотборника и, следовательно, испытуемый пробоотборник не может быть напрямую проверен на соответствие нормативам по отбору проб, установленным в ГОСТ Р ИСО 7708. Это означает, что, проводя данное испытание, невозможно вычислить расширенную неопределенность для испытуемого пробоотборника для любого произвольно

выбранного распределения аэрозольных частиц по размерам, не примененного в испытаниях. Область применения испытуемого пробоотборника будет ограничена набором контрольных аэрозолей и условий испытаний.

6 Методика испытаний

6.1 Общие положения

Значения содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, делят на значения содержания аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником (тип А). Эксперимент планируют таким образом, чтобы обеспечивался случайный выбор и учет основных влияющих величин. Описание эксперимента и математической статистической модели, используемой для вычислений, приводят в протоколе испытаний.

6.2 Условия испытаний

Испытания проводят в аэродинамической трубе или аэрозольной камере с подходящим источником генерирования аэрозолей. Распределение аэрозоля в рабочем объеме аэродинамической трубы или аэрозольной камеры должно быть однородным. Испытательное оборудование должно обеспечивать возможность изменения учитываемых влияющих величин в пределах диапазона в соответствии с требованиями 6.3. Индивидуальные пробоотборники вдыхаемой фракции, предназначенные для использования в атмосферном воздухе или в помещениях с интенсивной принудительной вентиляцией (т. е. при скорости потока воздуха более 0,5 м/с) сравнивают с валидированными пробоотборниками (тип А), для которых было подтверждено соответствие требованиям в этих условиях. Предпочтительно, чтобы оба пробоотборника (испытуемый и валидированный) были установлены на один и тот же ростовой манекен. При испытаниях в аэродинамической трубе используют конструкцию, имитирующую тело человека (или манекен). Габаритные размеры и описание используемой конструкции или манекена приводят в протоколе испытаний. Результаты испытаний пробоотборника для индивидуального отбора проб не применяют при его использовании в качестве стационарного пробоотборника в среде с высокой скоростью потока воздуха, а результаты испытаний пробоотборника в качестве стационарного не применяют при его использовании в качестве пробоотборника для индивидуального отбора проб.

6.3 Контролируемые влияющие величины

6.3.1 Общие положения

Сравнительные испытания планируют таким образом, чтобы обеспечить количественную оценку влияния величин, признанных значимыми по результатам критического анализа, на характеристики испытуемого пробоотборника. В таблице 1 приведен перечень наиболее значимых влияющих величин и информация об испытаниях (обязательное, обязательное для пробоотборников некоторых типов или конкретных случаев применения или необязательное). Величины, влияние которых не учитывают, должны быть четко идентифицированы в описательной части протокола испытаний с указанием соответствующего обоснования.

В таблице 1 также приведены диапазоны значений величин, при которых проводят испытания, и число значений в этих диапазонах. Выбранные значения не обязательно должны включать границы диапазона, для некоторых величин в таблице 1 установлены конкретные требования. Если, исходя из плана эксперимента, необходимо выбрать, например, природу контрольного аэрозоля или тип уловителя, то при критическом анализе рассматривают влияние сделанного выбора на пригодность результатов испытаний при регулярном отборе проб.

В настоящем стандарте приведены способы оценки составляющих неопределенности и их учета при вычислении расширенной неопределенности только для тех величин, влияние которых определяют в обязательных испытаниях. Оценку влияния второстепенных величин и составляющих неопределенности пользователь настоящего стандарта осуществляет на свое усмотрение.

Таблица 1 — Контролируемые влияющие величины

Величина	Категория испытаний	Диапазон	Число значений	Пункт настоящего стандарт
Аэродинамический диаметр частиц	С	От 1 до 100 мкм для вдыхаемой фракции	Не менее трех полидисперсных аэрозолей с распределением частиц по размерам, включающим диапазон размеров соответствующей фракции частиц	6.3.2
	С	От 1 до 40 мкм для торакальной фракции		
	С	От 1 до 15 мкм для респирабельной фракции		
Скорость потока воздуха	С	В рабочей зоне только внутри помещений	Одно значение, не более 0,1 м/с	6.3.3
	С	В рабочей зоне внутри помещений или на открытом воздухе: от 0 до 4,0 м/с	Два значения, одно не более 0,2 м/с, второе — 1 м/с	
Направление потока воздуха	С	Усреднение по всем направлениям	Непрерывное вращение пробоотборника или не менее четырех направлений пошагово	6.3.4
Природа аэрозоля	О	Показатель преломления частиц, их форма и цвет	Подбирают материалы, из которых могут быть получены частицы, близкие по свойствам к исследуемым	6.3.5
Агломерация частиц аэрозоля	О	Аэрозоль, не содержащий агломератов. Аэрозоль с высоким содержанием агломератов	Подбирают аэрозоль, близкий по свойствам к исследуемому	7.3
Масса отобранных аэрозольных частиц и/или аэрозольных частиц, осевших на внутренних поверхностях пробоотборника (для пробоотборников с внутренним проскоком)	О	Максимальное значение массы отобранных аэрозольных частиц, оцениваемое как произведение $C_{макс}$, $t_{эксп}$ и Q^0. Максимальное значение массы аэрозольных частиц, потерянных при (внутреннем) проскоке, оцениваемое как произведение разности ($C_{ВФ} - C_{макс}$), $t_{эксп}$ и Q^0	Три значения	6.3.6
Различие характеристик образцов пробоотборников одного типа	С*	Максимально возможное число пробоотборников в группе	Не менее шести экземпляров	6.3.7
Отклонение объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения	С*	Номинальное, максимальное и минимальное значения объемного расхода воздуха при одинаковой скорости потока воздуха в рабочей зоне	Не менее шести экземпляров, испытанных при трех указанных значениях расхода	6.3.8
Примечание — Обозначение категории испытаний: С — обязательное, С* — обязательное только для некоторых типов пробоотборников респирабельной и торакальной фракций, О — необязательное.				

С учетом данных критического анализа испытания по определению зависимости результатов измерений содержания аэрозольных частиц от их размера могут быть проведены для нескольких значений одной влияющей величины при фиксированных значениях всех остальных влияющих величин

(например, только при одной скорости потока воздуха, наиболее близко воспроизводящей предполагаемые условия применения пробоотборника).

Для каждого сочетания условий эксперимента получают шесть параллельных результатов измерений. Шесть результатов могут быть получены при последовательном выполнении испытаний или при одновременном испытании группы образцов пробоотборников, если это позволяют габариты испытательного оборудования и пробоотборников (см. 7.4).

6.3.2 Размер частиц

Выбирают порошки, подходящие для генерирования трех полидисперсных контрольных аэрозолей. Для пробоотборников торакальной и респирабельной фракций масса аэрозольных частиц, приходящихся на торакальную и респирабельную фракцию соответственно, должна составлять приблизительно 10 % от общей массы частиц для первого аэрозоля, 50 % — для второго и 90 % — для третьего. Для пробоотборников вдыхаемой фракции аэродинамические диаметры, соответствующие медиане массового распределения частиц контрольного аэрозоля по размерам, должны составлять более 15 мкм и принадлежать к различным участкам диапазона размеров частиц вдыхаемой фракции. В полученных контрольных аэрозолях масса частиц аэродинамическим диаметром менее 100 мкм должна составлять не менее 85 % общей массы аэрозольных частиц.

Объемный расход воздуха при отборе проб валидированным пробоотборником должен быть стабильным, с максимальным относительным отклонением от номинального значения не более ±2 %. Этого добиваются, применяя сужающие устройства или регуляторы массового расхода. В противном случае учитывают влияние отклонений объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения (см. раздел 8).

6.3.3 Скорость потока воздуха

Диапазон значений скорости потока воздуха для «рабочей зоны на открытом воздухе» также применяют для пробоотборников, используемых в помещениях с принудительной вентиляцией (где скорость потока воздуха составляет более 0,5 м/с). Рекомендуемое в настоящем стандарте наибольшее значение скорости потока воздуха может быть изменено, если по результатам критического анализа установлено, что в исследуемой рабочей зоне преобладающая скорость потока воздуха превышает 0,5 м/с.

6.3.4 Направление потока воздуха

В соответствии с нормативом по отбору вдыхаемой фракции влияние направления потока воздуха оценивают в каждом испытании, вращая манекен (или конструкцию, имитирующую тело человека) или пробоотборники медленно и непрерывно, либо пошагово меняя направление, используя четыре (например, по сторонам света) или более направлений. Для стационарных пробоотборников это требование не всегда может быть выполнено, если пробоотборник сконструирован таким образом, что его входное отверстие всегда ориентируется определенным образом по отношению к направлению потока воздуха, или входной воздуховод обеспечивает одинаковое всасывание по всем направлениям или если отбор проб происходит в фиксированных точках отбора проб с регламентированной ориентаций пробоотборника по отношению к источнику принудительной вентиляции.

6.3.5 Природа аэрозоля

При валидации пробоотборников для их испытаний используют аэрозоль сферических частиц (твердых частиц или капель жидкости) или частиц формы, близкой к сферической. Степень агломерации частиц контрольного аэрозоля может быть определена посредством визуального осмотра частиц, собранных путем осаждения на предметные стекла, размещенные в рабочей секции аэродинамической трубы или испытательной камеры, под микроскопом (например, по ГОСТ Р ИСО 14966). Как правило, предполагают, что химический состав контрольного аэрозоля не влияет на результаты испытаний. Если при критическом анализе установлено, что подобное влияние существует (например, за счет адгезии частиц на внутренних поверхностях пробоотборника), то это необходимо учитывать при выборе контрольного аэрозоля и указывать в протоколе испытаний.

6.3.6 Масса отобранных аэрозольных частиц и масса частиц, потерянных при проскоке

Целью испытания является определение зависимости эффективности пробоотборника от массы отобранных аэрозольных частиц или массы частиц, потерянных при внутреннем проскоке. При испытании не оценивают неопределенность, связанную с процедурой количественного анализа. Значения массы уловленных частиц (вычисляемой как произведение содержания аэрозольных частиц в воздухе на объем пробы) должны соответствовать типичным значениям содержания частиц, определенного в рамках планового контроля качества воздуха на рабочем месте. Испытания следует проводить при

значениях массы, соответствующих максимальному содержанию и продолжительности отбора проб, характерных для исследуемого рабочего места (см. ГОСТ Р 70378.2—2022, пункты 6.5.5 и 7.4.7).

6.3.7 Различие характеристик образцов пробоотборников одного типа

Примечание — Приведенные требования обязательны только для индивидуальных пробоотборников торакальной и респирабельной фракций.

При испытаниях используют оригинальные, серийно выпускаемые пробоотборники, по возможности бывшие в употреблении в течение периода времени установленной продолжительности. Опытные образцы пробоотборников испытаниям не подлежат.

Если есть основания полагать, что различия характеристик испытуемых образцов индивидуальных пробоотборников одного типа будут значительны, то следует использовать одновременно несколько отдельных образцов пробоотборников.

Если есть основания полагать, что различия характеристик образцов пробоотборников одного типа незначительны, то получают по крайней мере шесть результатов испытаний с применением шести одинаковым образом экспонированных пробоотборников (см. ГОСТ Р 70378.1—2022, таблица 1).

6.3.8 Отклонение объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения

Примечание — Приведенные требования обязательны только для индивидуальных пробоотборников торакальной и респирабельной фракций.

Влияние отклонений объемного расхода воздуха в пробоотборнике от номинального значения на результаты испытаний определяют при скорости потока воздуха, наиболее характерной для исследуемой рабочей зоны. Испытания проводить не обязательно, если в руководстве по эксплуатации пробоотборника приведены формулы для вычисления поправочных коэффициентов, учитывающих это влияние, или указаны их значения. Если испытания проводят при объемном расходе воздуха, отличном от номинального, то он должен быть одинаков для всех испытуемых образцов пробоотборников и составлять от ±5 % до ±10 % номинального расхода.

На основе критического анализа отбора проб для каждого значения влияющей величины *i* проводят отдельное испытание для оценки зависимости результатов измерений от объемного расхода воздуха в испытуемом пробоотборнике. Если подобное испытание проводят с пробоотборниками, для которых необходим внешний побудитель расхода, то полагают, что объемный расход для одной трети пробоотборников установлен на начальный уровень, равный $Q^{+} = \left(1 + \delta_{\text{расх}}^{\text{per}} / \sqrt{3}\right) Q^{0}$ (где Q^0 — номинальный расход), для второй трети — на начальный уровень, равный $Q^{-} = \left(1 - \delta_{\text{расх}}^{\text{per}} / \sqrt{3}\right) Q^{0}$, для последней трети — на номинальное значение Q^0. При этом $\delta_{\text{расх}}^{\text{per}}$ и $\delta_{\text{ПР}}$ представляют собой максимальные значения относительного стандартного отклонения объемного расхода воздуха от номинального значения, связанные с регулировкой расхода и нестабильностью работы побудителя расхода соответственно. При применении сужающих или других устройств, обеспечивающих высокую стабилизацию расхода, устанавливают значение расхода, равное $Q^{\pm} = \left(1 + (\delta_{\text{расх}}^{\text{per}} + \delta_{\text{ПР}} / \sqrt{6}\right) Q^{0}$.

7 Требования к испытаниям

7.1 Испытания проводят при температуре от 15 °С до 25 °С, давлении от 960 до 1050 гПа и относительной влажности от 20 % до 70 %. Допускается проводить испытания при других значениях температуры, атмосферного давления и относительной влажности в пределах рабочих диапазонов испытуемых пробоотборников, если они лучше воспроизводят условия в рабочей зоне. В протоколе испытаний приводят подробное описание рабочей зоны и параметры условий окружающей среды во время испытаний.

7.2 Соответствие требованиям к массовому распределению частиц контрольного аэрозоля должно быть проверено путем отбора проб аэрозоля в точках, где планируется проводить измерения. Если при критическом анализе установлено, что агломераты, представляющие собой совокупность слабо связанных между собой частиц, площадь внешней поверхности которой равна сумме площадей внешних поверхностей ее отдельных компонентов, могут разрушаться во время отбора проб, степень агломерации контрольного аэрозоля должна быть определена и указана в протоколе испытаний.

Степень агломерации контрольного аэрозоля определяют на основе сравнения результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных с использованием разных пробоот-

борников: одного, предотвращающего разрушение агломератов (например, отстойника), и другого, в котором агломераты разрушаются (например, импактора), а также информации, полученной по результатам интерпретации изображений, полученных с помощью микроскопа. Степень агломерации может быть выражена через отношение полученных значений содержания.

При использовании конкретного метода измерений результат всегда будет зависеть от способа обработки и интерпретации изображений, получаемых с помощью микроскопа. Совершенно разные результаты могут быть получены в зависимости от выбранного метода, применяемого для интерпретации изображений: например, необходимые наибольшая и наименьшая длины сложной частицы могут быть различными измеряемыми величинами. Выбор математической формы или параметров функции распределения аэрозольных частиц по размерам зависит от ряда специфических требований к измерениям. Соотношение размеров частиц, находящихся в совокупности, определяется методом измерений, например методом оптического подсчета.

7.3 Дисперсная фаза контрольного аэрозоля должна быть представлена частицами, неспособными к конденсации, испарению и коагуляции. При проведении испытаний в аэродинамической трубе или аэрозольной камере распределение частиц контрольного аэрозоля по размерам и их содержание в воздухе должны быть одинаковыми во всем рабочем объеме установки. Содержание аэрозольных частиц в воздухе и продолжительность отбора проб должны обеспечивать улавливание такого количества (массы, числа) частиц, чтобы неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц составляла не более 2 %. Однородность распределения аэрозольных частиц в рабочем объеме аэродинамической трубы или аэрозольной камеры должна обеспечивать получение результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, с заданной точностью, относительное стандартное отклонение значений содержания контрольного аэрозоля в рабочем объеме должно составлять не более 10 %. Расстояние до источника аэрозольных частиц и высота, на которой размещают входные отверстия испытуемого и валидированного пробоотборников (тип А) должны быть одинаковыми.

7.4 Значения скорости потока воздуха (или любых других параметров окружающей среды) во время испытаний не должны отличаться более чем на 10 % от значений, наблюдаемых в исследуемой рабочей зоне, где применяют образцы испытуемых пробоотборников. Манекен (или конструкция, имитирующая тело человека), пробоотборники, средства измерений и испытательное оборудование не должны перекрывать более 20 % площади поперечного сечения аэродинамической трубы. В протоколе испытаний приводят информацию о наличии в аэродинамической трубе участка(ов) турбулентного потока и, по возможности, его (их) параметры (местоположение, длину).

Примечание — При низкой скорости потока воздуха будет проще подобрать испытательное оборудование для реализации заданных условий испытаний.

7.5 Допускается параллельно испытывать несколько образцов пробоотборников, если имеется техническая возможность установить их таким образом, чтобы исключить взаимное влияние. Испытательное оборудование и средства измерений размещают таким образом, чтобы максимально изолировать каждую единицу и исключить влияние их положения на результаты испытаний. Пробоотборники испытывают вместе с предназначенными для них держателями; плоскость, в которой находится входное отверстие, должна быть ориентирована так же, как и при отборе проб в условиях применения. В протоколе испытаний приводят эскиз испытательной установки с указанием точек размещения пробоотборников и их ориентации. Размещение пробоотборников на манекене или конструкции, имитирующей тело человека (при использовании) при проведении испытаний, должно быть аналогичным их размещению в предполагаемых условиях применения или любым другим, если имеется объективное подтверждение отсутствия влияния местоположения пробоотборника на манекене на результаты отбора проб.

7.6 Протокол испытаний должен содержать подробное описание процедур пробоподготовки и обращения с пробами, а также их количественного (химического) анализа (если эти процедуры являются частью методики измерений), процедур и регулярности очистки пробоотборников.

7.7 При испытаниях пробоотборников с невстроенным побудителем расхода применяют побудители расхода в соответствии с руководством по эксплуатации пробоотборника. Техническое обслуживание побудителей расхода проводят в соответствии с рекомендациями изготовителя. Отклонение объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения должно составлять не более ±2 % (см. 6.3.8). Настраивают расход, измеряют его пузырьковым расходомером или газовым счетчиком и регистрируют. Применяют побудители расхода, соответствующие требованиям ГОСТ Р 70378.1,

ГОСТ Р ИСО 13137 и другим более строгим требованиям, установленным в руководстве по эксплуатации пробоотборника (или побудителя расхода). Пробоотборники со встроенным побудителем расхода испытывают в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации пробоотборника.

Примечание — Для получения меньшего разброса значений проскока частиц в пробоотборнике при испытаниях пробоотборников торакальной и респирабельной фракций рекомендуется использовать более мощные побудители расхода, чем рекомендованы ГОСТ Р ИСО 13137, сужающие устройства или регуляторы массового расхода.

8 Вычисление систематического отклонения от норматива по отбору проб и расширенной неопределенности измерений

8.1 Вычисление стандартной неопределенности, связанной с систематическими эффектами

Для каждого испытания с применением контрольного аэрозоля *a*, при значениях других влияющих величин, (например, скорости потока воздуха и массы отобранных аэрозольных частиц), а также для всех испытуемых пробоотборников *s* и повторных экспериментов *r*, вычисляют отношение R_{srai} содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, к содержанию частиц контрольного аэрозоля, отобранных валидированным пробоотборником, по формуле

$$R_{srai} = \frac{X_{srai}}{Y_{rai}}, \quad (1)$$

где X_{srai} — содержание аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником;

Y_{rai} — содержание частиц контрольного аэрозоля, отобранных валидированным пробоотборником.

При отсутствии информации об однородности распределения аэрозоля в рабочем объеме аэродинамической трубы или аэрозольной камеры и значительном разбросе значений, полученных для испытуемого(ых) и валидированного(ых) пробоотборника(ов), более точное отношение соответствующих значений содержания аэрозольных частиц может быть получено с применением двух различных подходов. Разность содержаний может быть:

а) оценена отдельно, а затем скорректирована (после проведения испытаний);

б) оценена с применением специальной конструкции, обеспечивающей оценку влияния местоположения (при проведении испытаний).

Для каждого значения влияющей величины вычисляют значение, полученное усреднением значений R_{srai} для всех испытуемых пробоотборников, $\overline{R}_{ia}$ по формуле

$$\overline{R}_{ia} = \frac{1}{N_{ai}^{\text{повт}}} \sum_{r=1}^{N_{ai}^{\text{повт}}} \left[\frac{1}{N_{rai}^{\text{ИП}}} \sum_{s=1}^{N_{rai}^{\text{ИП}}} R_{rai}^{\text{ИП}} \right], \quad (2)$$

где $N_{ai}^{\text{повт}}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля *a* при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{\text{ИП}}$ — число испытуемых пробоотборников, используемых в одном эксперименте в серии измерений *r* контрольного аэрозоля *a* при значении влияющей величины ξ_i.

8.2 Поправочный коэффициент

Для учета систематического отклонения результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, от норматива по отбору проб при вычислении содержания аэрозольных частиц применяют безразмерный поправочный коэффициент *c*, значение которого регламентировано изготовителем пробоотборника, методикой измерений/отбора проб или принимается равным 1,00. Не допускается применять другие значения поправочного коэффициента. Выбранное значение поправочного коэффициента *c* приводят в протоколе испытаний.

8.3 Вычисление расширенной неопределенности

8.3.1 Основные положения

При оценке пробоотборника типа В учитывают меньшее число составляющих неопределенности, чем при оценке пробоотборников типа А.

К составляющим неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, относятся:

- неопределенность, связанная с оценкой содержания аэрозольных частиц контрольного аэрозоля, отобранных валидированными пробоотборниками (см. 8.3.2);
- неопределенность, связанная с характеристиками валидированного пробоотборника (см. 8.3.3);
- неопределенность, связанная с несоответствием нормативу по отбору проб (см. 8.3.4);
- неопределенность, связанная с различием характеристик образцов пробоотборников одного типа (см. 8.3.5);
- неопределенность, связанная с отклонениями объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения (см. 8.3.6).

8.3.2 Неопределенность, связанная с характеристиками валидированного пробоотборника

Любую возможную неоднородность содержания контрольного аэрозоля в рабочем объеме испытательной установки (аэродинамической трубы или аэрозольной камеры) оценивают отдельно. Вычисление неопределенности, связанной с неоднородностью, зависит от способа ее оценки.

Примечание — Неоднородность содержания частиц оценивают методами прикладной статистики (см. [1]).

Вычисляют $u^{\text{ВП}}_{C_{\text{оз}_i}}$, стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны, отобранных валидированным(и) пробоотборником(ами), обусловленную случайными эффектами, связанную с различным положением точек отбора проб для испытуемого(ых) и валидированного(ых) пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i по формуле

$$\left(u^{\text{ВП}}_{C_{\text{оз}_i}}\right)^2 = \frac{1}{N_{A_i}} \sum_{a=1}^{N_{A_i}} \frac{1}{N^{\text{повт}}_{ai}} \sum_{r=1}^{N^{\text{повт}}_{ai}} \frac{1}{N^{s}_{rai}} \sum_{s=1}^{N^{s}_{rai}} \left(s^{\text{оз}}_{srai}\right)^2, \tag{3}$$

где N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, используемых при оценке влияния величины ξ_i;

$N^{\text{повт}}_{ai}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

N^{s}_{rai} — число испытуемых пробоотборников s в одном эксперименте с контрольным аэрозолем a при значении влияющей величины ξ_i;

$s^{\text{оз}}_{srai}$ — относительная неопределенность опорного значения содержания (контрольного) аэрозоля в рабочей зоне, определенного любым способом (например, путем усреднения значений содержания контрольного аэрозоля, полученных с применением $N_{\text{ВП}}$ валидированных пробоотборников), для контрольного аэрозоля a, связанная с различным положением точек для отбора проб валидированным(и) и испытуемым(и) пробоотборниками s в серии измерений r при значении влияющей величины ξ_i.

Примечание — Если содержание контрольного аэрозоля в воздухе усреднено по числу валидированных пробоотборников $N_{\text{ВП}}$, то соответствующая стандартная неопределенность, обусловленная случайными эффектами, уменьшится в $1/\sqrt{N_{\text{ВП}}}$ раз.

8.3.3 Неопределенность, связанная с характеристиками валидированного пробоотборника

Стандартная неопределенность, обусловленная случайными эффектами, будет связана с измерением в воздухе рабочей зоны содержания аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, в также с характеристиками валидированного пробоотборника. Но при оценке учитывают только стандартную неопределенность, обусловленную систематическими эффектами, связанную с применением валидированного пробоотборника, $u^{\text{сист}}_{\text{ВП}}$. Эта неопределенность будет связана с неточностью определения размера и числа аэрозольных частиц, несоответствием нормативу по отбору проб и отклонениями объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения (при приме-

нении валидированных пробоотборников, для которых установлена взаимосвязь объемного расхода при отборе проб с внутренним проскоком, например, пробоотборников респирабельной и торакальной фракций). Соответствующие стандартные неопределенности, связанные с указанными выше источниками, определяют в соответствии с требованиями 8.4.2, 8.4.4 и 8.4.6.2 ГОСТ Р 70378.2—2023 соответственно.

Стандартную неопределенность, обусловленную случайными эффектами, связанную с отклонениями объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения, для валидированного(ых) пробоотборника(ов) можно не учитывать, если при его(их) испытании осуществляют тонкую регулировку объемного расхода воздуха и обеспечивают высокую стабильность расхода. Стандартные неопределенности, обусловленные систематическими эффектами (определяемые в соответствии с требованиями 8.4.2 и 8.4.4 ГОСТ Р 70378.2—2023) следует оценить при испытаниях валидированного пробоотборника. Основной вклад в стандартную неопределенность результатов измерений аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, обусловленную систематическими эффектами, будет вносить неопределенность, связанная несоответствием нормативу по отбору проб.

Примечание — Если основной вклад в стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, обусловленную систематическими эффектами, будет вносить несоответствие нормативу по отбору проб, то эту стандартную неопределенность можно значительно уменьшить, если определить распределение аэрозольных частиц контрольного аэрозоля по размерам. На основе распределения аэрозольных частиц по размерам и систематического отклонения валидированного пробоотборника от норматива по отбору проб как функции распределения частиц по размерам, оценивают опорное значение содержания аэрозольных частиц, которое будет соответствовать нормативу по отбору проб, что значительно уменьшит рассматриваемую стандартную неопределенность, связанную с систематическими эффектами.

8.3.4 Неопределенность, связанная с несоответствием нормативу по отбору проб

Стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленную систематическими эффектами, связанными с несоответствием результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, нормативу по отбору проб $u^{\text{ИП}}_{\text{норм}_i}$ при значении влияющей величины ξ_i, вычисляют по формуле

$$\left(u^{\text{ИП}}_{\text{норм}_i}\right)^2 = \frac{1}{N_{A_i}} \frac{1}{N_{A_i} - 1} \sum_{a=1}^{N_{A_i}} \left(\frac{1}{N^{\text{повт}}_{ai}} \sum_{r=1}^{N^{\text{повт}}_{ai}} \left(\frac{1}{N^{s}_{rai}} \sum_{s=1}^{N^{\text{ИП}}_{rai}} \left[cR_{srai} - 1 \right]^2 \right) \right), \tag{4}$$

где c — поправочный коэффициент;

N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, применяемых для оценки влияния величины ξ_i;

$N^{\text{повт}}_{ai}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N^{\text{ИП}}_{rai}$ — число испытуемых пробоотборников, используемых в каждом эксперименте с контрольным аэрозолем a в серии измерений r при значении влияющей величины ξ_i;

R_{srai} — отношение содержания аэрозольных частиц, отобранных каждым испытуемым пробоотборником s в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i к соответствующему содержанию контрольного аэрозоля в воздухе.

8.3.5 Неопределенность, связанная с различием характеристик образцов пробоотборников

Для пробоотборников вдыхаемой фракции полагают, что стандартная неопределенность, обусловленная систематическими эффектами, $u^{\text{ИП}}_{\text{РХ}_i}$, связанная с различием характеристик образцов пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i отсутствует, то есть выполняется тождество

$$u^{\text{ИП}}_{\text{РХ}_i} \equiv 0. \tag{5}$$

Для пробоотборников торакальной и респирабельной фракций стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленную случайными эффектами, связанными с различием характеристик образцов пробоотборников $u^{\text{ИП}}_{\text{РХ}_i}$ при значении влияющей величины ξ_i, вычисляют по формуле

$$\left(u_{\text{РХ}_i}^{\text{ИП}}\right)^2 = \frac{1}{N_{A_i}} \sum_{a=1}^{N_{A_i}} \left(\frac{1}{N_{rai}^{\text{ИП}} - 1} \sum_{s=1}^{N_{rai}^{\text{ИП}}} \left[\frac{1}{N_{ai}^{\text{повт}}} \sum_{r=1}^{N_{ai}^{\text{повт}}} cR_{srai} - c\overline{R}_{ai} \right]^2 \right), \quad (6)$$

где c — поправочный коэффициент;

N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, применяемых для оценки влияния величины ξ_i;

$N_{ai}^{\text{повт}}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{\text{ИП}}$ — число испытуемых пробоотборников, используемых в каждом эксперименте с контрольным аэрозолем a в серии измерений r при значении влияющей величины ξ_i;

R_{srai} — отношение содержания аэрозольных частиц, отобранных каждым испытуемым пробоотборником s в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i к соответствующему содержанию контрольного аэрозоля в воздухе.

8.3.6 Неопределенность, связанная с отклонениями объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения

8.3.6.1 Испытуемые пробоотборники, для которых установлено отсутствие взаимосвязи между расходом воздуха и проскоком частиц, например, пробоотборники вдыхаемой фракции частиц.

Для пробоотборников вдыхаемой фракции полагают, что влияние объемного расхода воздуха при отборе проб на характеристику эффективности пробоотборника отсутствует, и стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, связанную отклонением объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником от номинального значения $u_{\text{расх}_i}^{\text{ИП}}$ при значении влияющей величины ξ_i, вычисляют по формуле

$$\left(u_{\text{расх}_i}^{\text{ИП}}\right)^2 = \frac{\left(\delta_{\text{ПР}}\right)^2}{3} \frac{1}{N_{A_i}} \sum_{a=1}^{N_{A_i}} \left(c\overline{R}_{ai}\right)^2, \quad (7)$$

где c — поправочный коэффициент;

N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, применяемых для оценки влияния величины ξ_i;

$\overline{R}_{ai}$ — значение, полученное усреднением значений R_{srai} для всех испытуемых пробоотборников; безразмерное;

$\delta_{\text{ПР}}$ — максимальное значение относительного стандартного отклонения объемного расхода воздуха при отборе проб от номинального значения, связанного с нестабильностью работы побудителя расхода, безразмерное.

8.3.6.2 Испытуемые пробоотборники, для которых установлена взаимосвязь между расходом воздуха и проскоком частиц, например, пробоотборники респирабельной и торакальной фракций частиц.

Для пробоотборников респирабельной и торакальной фракций стандартную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленную случайными эффектами, связанными с отклонением объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником от номинального значения $u_{\text{расх}_i}^{\text{ИП}}$ при значении влияющей величины ξ_i вычисляют по формуле

$$\left\{\begin{array}{l}\left(u_{\text{расх}_i}^{\text{ИП}}\right)^2 = \dfrac{1}{N_{A_i}}\displaystyle\sum_{a=1}^{N_{Ai}}\left(\dfrac{1}{N_{ai}^{\text{повт}}}\sum_{r=1}^{N_{ai}^{\text{повт}}}\left(\Omega_{rai}\dfrac{1}{N_{rai}^{Q^0}}\sum_{m=1}^{N_{rai}^{Q^0}}\dfrac{cX_{mrai}\left(Q^0\right)}{Y_{rai}}\right)^2\right) \\ \Omega_{iar} = -\dfrac{Q^+ - Q^-}{2Q^0}\dfrac{\ln\left[\dfrac{1}{N_{rai}^{Q^+}}\displaystyle\sum_{m=1}^{N_{rai}^{Q^+}}X_{mrai}\left(Q^+\right)\right]}{\ln\left[\dfrac{Q^+}{Q^-}\right]}\end{array}\right., \quad (8)$$

где c — поправочный коэффициент;

N_{A_i} — число контрольных аэрозолей, применяемых для оценки влияния величины ξ_i;

$N_{rai}^{Q^0}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при номинальном значении объемного расхода воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{Q^+}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при высоком объемном расходе воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{rai}^{Q^-}$ — число испытуемых пробоотборников, работающих при низком объемном расходе воздуха в серии измерений r контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

$N_{ai}^{\text{повт}}$ — число повторных измерений одним испытуемым пробоотборником для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i;

Q^0 — номинальный объемный расход воздуха при отборе проб через пробоотборник, дм^3/мин;

Q^+ — максимальное значение объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником, используемое при оценке отклонений объемного расхода воздуха от номинального значения, дм^3/мин;

Q^- — минимальное значение объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником, используемое при оценке отклонений объемного расхода воздуха от номинального значения, дм^3/мин;

$X_{mrai}(Q)$ — содержание аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником m, работающим при номинальном расходе Q^0, высоком или низком расходе (Q^+ или Q^- соответственно) в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i, мг/м^3;

Y_{rai} — содержание аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i.

Ω_{rai} — коэффициент, учитывающий, что при каждом измерении в серии измерений r для контрольного аэрозоля a при значении влияющей величины ξ_i треть общего числа испытуемых пробоотборников работает при максимальном значении объемного расхода воздуха, вторая треть — при минимальном, а оставшаяся треть — при номинальном.

Оценка основана на параллельном экспонировании испытуемых и валидированных пробоотборников и условии, что при каждом измерении треть общего числа испытуемых пробоотборников работает при максимальном значении объемного расхода воздуха, вторая треть — при минимальном, а оставшаяся треть — при номинальном (см. 6.3.8).

8.4 Суммарная стандартная неопределенность

8.4.1 Общие положения

Суммарные стандартные неопределенности получают объединением стандартных неопределенностей, обусловленных систематическими эффектами, $u_{\text{ИП}_i}^{\text{сист}}$ и стандартных неопределенностей, обусловленных случайными эффектами, $u_{\text{ИП}_i}^{\text{случ}}$. Учитывают стандартные неопределенности, связанные

с испытуемым пробоотборником и валидированным пробоотборником, а способ вычисления зависит от того, есть ли взаимосвязь между объемным расходом воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником и проскоком (например, как для пробоотборников респирабельной и торакальной фракций) или ее нет (например, как для пробоотборников вдыхаемой фракции).

8.4.2 Оценка неопределенности при отсутствии взаимосвязи между объемным расходом воздуха при отборе проб и проскоком частиц

При отсутствии взаимосвязи между объемным расходом воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником и (внутренним) проскоком частиц суммарные неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым (или валидированным) пробоотборником (обусловленные систематическими и случайными эффектами) $u_{ИП_i}^{сист}$ и $u_{ИП_i}^{случ}$ соответственно при значении влияющей величины ξ_i вычисляют по формуле

$$\begin{cases} (u_{ИП_i}^{случ})^2 = (u_{РХ_i}^{ИП})^2 + (u_{расх_i}^{ИП})^2 + (u_{С_{оз_i}}^{ВП})^2 \\ (u_{ИП_i}^{сист})^2 = (u_{норм_i}^{ИП})^2 + (u_{ВП}^{сист})^2 \end{cases}, \quad (9)$$

где $u_{норм_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с несоответствием результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, нормативу по отбору проб при значении влияющей величины ξ_i [см. формулу (4)];

$u_{расх_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными или систематическими эффектами, связанными с отклонением объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником от номинального значения при значении влияющей величины ξ_i, [см. формулу (7)];

$u_{РХ_i}^{ИП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными эффектами, связанными с различием характеристик образцов пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i, [см. формулу (5)];

$u_{С_{оз_i}}^{ВП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений опорного значения содержания аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны, отобранных валидированным(и) пробоотборником(ами), обусловленная случайными эффектами, связанная с различным положением точек отбора проб для испытуемого(ых) и валидированного(ых) пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i [см. формулу (3)];

$u_{ВП}^{сист}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с применением валидированного пробоотборника (см. 8.3.3).

8.4.3 Оценка неопределенности при наличии взаимосвязи между объемным расходом воздуха при отборе проб и проскоком частиц

Для испытуемого пробоотборника с наличием взаимосвязи между объемным расходом воздуха при отборе проб и проскоком суммарные неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником (обусловленные систематическими и случайными эффектами), $u_{ИП_i}^{сист}$ и $u_{ИП_i}^{случ}$ при значении влияющей величины ξ_i, вычисляют по формуле

$$\begin{cases} (u_{ИП_i}^{случ})^2 = (u_{РХ_i}^{ИП})^2 + (u_{С_{оз_i}}^{ВП})^2 \\ (u_{ИП_i}^{сист})^2 = (u_{норм_i}^{ИП})^2 + (u_{расх_i}^{ИП})^2 + (u_{ВП}^{сист})^2 \end{cases}, \quad (10)$$

где $u^{ИП}_{норм_i}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с несоответствием результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, нормативу по отбору проб при значении влияющей величины ξ_i [см. формулу (4)];

$u^{ИП}_{расх_i}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными или систематическими эффектами, связанными с отклонением объемного расхода воздуха при отборе проб испытуемым пробоотборником от номинального значения при значении влияющей величины ξ_i, [см. формулу (8)];

$u^{ИП}_{РХ_i}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная случайными эффектами, связанными с различием характеристик образцов пробоотборников, при значении влияющей величины ξ_i, [см. формулу (6)];

$u^{ВП}_{C_{оз_i}}$ — стандартная неопределенность результатов измерений опорного значения содержания аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны, отобранных валидированным(и) пробоотборником(ами), обусловленная случайными эффектами, связанная с различным положением точек отбора проб для испытуемого(ых) и валидированного(ых) пробоотборника(ов), при значении влияющей величины ξ_i [см. формулу (3)];

$u^{сист}_{ВП}$ — стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником, обусловленная систематическими эффектами, связанными с применением валидированного пробоотборника (см. 8.3.3).

8.4.4 Оценка суммарной неопределенности для каждой влияющей величины

Для каждого значения влияющей величины ξ_i суммарную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, $u_{ИП_i}$ вычисляют по формуле

$$u_{ИП_i} = \sqrt{\left(u^{сист}_{ИП_i}\right)^2 + \left(u^{случ}_{ИП_i}\right)^2}, \quad (11)$$

где $u^{сист}_{ИП_i}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, обусловленных систематическими эффектами, при значении влияющей величины ξ_i;

$u^{случ}_{ИП_i}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, обусловленных случайными эффектами, при значении влияющей величины ξ_i.

8.4.5 Различия между значениями влияющих величин

Если условия отбора/анализа проб могут быть соотнесены с конкретным значением влияющей величины, то суммарная стандартная неопределенность будет зависеть от этого значения влияющей величины во время отбора проб, например скорости потока воздуха.

Примечание — Это значит, что полученная расширенная неопределенность будет функцией значений других влияющих величин ξ.

В этом случае суммарную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником (например, для значения влияющей величины *l*) $u_{ИП}$ вычисляют по формуле

$$\begin{cases} u_{ИП} = u_{ИП}(\xi_l) = u_{ИП_l}, \\ 0 \le l \le N_{ВВ} \end{cases} \quad (12)$$

где l — подстрочный индекс, обозначающий номер выбранного значения влияющей величины ξ;

$N_{ВВ}$ — число значений других влияющих величин, учитываемых при проведении испытаний;

$u_{ИП_l}$ — суммарная стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, при значении влияющей величины ξ_l;

ξ — значение другой влияющей величины.

Также определяют суммарные стандартные неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником $u_{ИП_i}^{случ}$ и $u_{ИП_i}^{сист}$, связанные со случайными и систематическими эффектами соответственно при значении влияющей величины ξ_l.

8.4.6 Отсутствие различий между значениями влияющих величин

Если условия отбора/анализа проб не могут быть соотнесены с конкретным значением влияющей величины (например, при непрерывном и быстром ее изменении), то определяют, для какого из значений влияющей величины квадратичная суммарная стандартная неопределенность принимает наибольшее значение, которое и учитывают при дальнейших вычислениях.

Примечание — Это значит, что полученная расширенная неопределенность не будет зависеть от значений других влияющих величин ξ.

В этом случае суммарную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником (например, для значения влияющей величины l) $u_{ИП}$ [используемую для вычисления расширенной неопределенности по формуле (15)] вычисляют по формуле

$$u_{ИП} = \underset{i \le N_{ВВ}}{\text{макс}} \left\{ u_{ИП_i} \right\}, \tag{13}$$

где $N_{ВВ}$ — число значений других влияющих величин, учитываемых при проведении испытаний;

$u_{ИП_i}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, при значении влияющей величины ξ_i.

Если это максимальное значение наблюдается при значении влияющей величины $i = i0$, то $u_{ИП}$ вычисляют по формуле

$$u_{ИП} = u_{ИП_{i0}}, \tag{14}$$

где $i0$ — выбранное значение из группы неразличимых значений влияющей величины, при котором получают наибольшее значение суммарной стандартной неопределенности для испытуемого пробоотборника;

$u_{ИП_{i0}}$ — суммарная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, полученная объединением стандартных неопределенностей, обусловленных случайными и систематическими эффектами, при значении влияющей величины ξ_{i0}.

8.5 Расширенная неопределенность

Расширенную неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником $U_{ИП}$ вычисляют на основе суммарной стандартной неопределенности с использованием значения коэффициента охвата 2 по формуле

$$U_{ИП} = 2\, u_{ИП}, \tag{15}$$

где $u_{ИП}$ — суммарная стандартная неопределенность результатов измерений содержания аэрозольных частиц в воздухе, отобранных испытуемым пробоотборником.

Примечание — Если условия отбора/анализа проб могут быть соотнесены с конкретным значением влияющей величины, то расширенная неопределенность будет зависеть от фактического значения влияющей величины во время отбора проб.

Методика оценки расширенной неопределенности методики измерений с учетом транспортирования, хранения, подготовки и количественного (химического) анализа проб приведена в ГОСТ Р 70378.1—2022, приложение А.

9 Протокол испытаний

9.1 Общие положения

Протокол испытаний должен содержать всю информацию, относящуюся к испытанию типа В [см. ГОСТ Р 70378.1—2022, пункт 7.1], и информацию, приведенную в 9.2—9.11.

9.2 Сведения об испытательной лаборатории и заказчике испытаний

Приводят следующую информацию об испытательной лаборатории и заказчике испытаний:

- наименование и адрес испытательной лаборатории, сведения о персонале, проводящем испытания, дату выполнения работ;
- наименование организации, являющейся заказчиком испытаний.

9.3 Сведения об испытуемом и валидированном пробоотборниках

Приводят следующую информацию об испытуемом и валидированном пробоотборниках:

- наименование прибора;
- обобщенный тип (циклонный пылеуловитель, осадитель и т. д.);
- норматив по отбору проб, в соответствии с которыми происходит отбор проб валидированным пробоотборником;
- информация об уловителе(ях), совместимом(ых) с отбираемыми аэрозольными частицами;
- заводской номер, срок годности и сведения об изготовителе образцов испытуемых пробоотборников;
- значение номинального объемного расхода воздуха при отборе проб испытываемым и валидированным пробоотборниками со ссылкой на нормативный документ, из которого оно взято;
- значение составляющей неопределенности, связанной с применением валидированного пробоотборника со ссылкой на нормативный документ, из которого оно взято.

9.4 Результаты критического анализа отбора проб

Примечание — См. ГОСТ Р 70378.1—2022, пункт 6.2.

Приводят следующие результаты критического анализа отбора проб:

- описание процедуры отбора проб с применением испытуемого пробоотборника;
- перечень влияющих на отбор проб величин;
- обоснования причин включения или исключения необязательных влияющих величин, приведенных в таблице 1;
- заключение, в котором описывают область применения испытаний и любые ограничения по использованию пробоотборника.

9.5 Испытательное оборудование, методики и условия испытаний

Приводят подробное описание всех применяемых методик испытаний, дают ссылки на аттестованные методики измерений и стандарты. Как правило, в протоколе приводят:

а) эскиз и описание испытательного оборудования (аэродинамической трубы или аэрозольной камеры) с указанием размеров и точек размещения пробоотборников;

б) подробное описание профилей скорости, участков блокировки потока и турбулентности для аэродинамических труб;

в) для индивидуальных пробоотборников: описание манекена или конструкции, имитирующей тело человека, или другой конструкции для проведения эксперимента; точек размещения и ориентации пробоотборников;

г) описание используемого(ых) контрольного(ых) аэрозоля(ей) (в том числе сведения о массовой концентрации и распределении аэрозольных частиц по размерам) и системы их генерирования;

д) описание методов определения стабильности и однородности содержания аэрозоля в пространстве и времени;

е) проверка соответствия массового распределения аэрозольных частиц по размерам установленным требованиям;

ж) характеристики используемого(ых) валидированного(ых) пробоотборника(ов), значение расширенной неопределенности со ссылкой на документ, из которого они взяты;

и) подробное описание методики измерений объемного расхода воздуха через пробоотборник;

к) наименование, марку (модель), принцип действия и технические характеристики применяемых побудителей расхода (если в пробоотборнике отсутствует встроенный побудитель расхода);

л) значения температуры, атмосферного давления и относительной влажности во время испытаний;

м) описание применяемых методов количественного (химического) анализа и связанных с ними неопределенностей;

н) характеристики уловителей и описание процедур обработки уловителей и очистки пробоотборников.

9.6 Подробное описание плана эксперимента

В протоколе испытаний в виде таблицы приводят план и информацию об экспериментах: число испытуемых образцов, характеристики контрольного аэрозоля и системы его генерирования, значения учитываемых влияющих величин (например, скорости потока воздуха и число значений каждой величины), последовательность испытаний. В этом разделе протокола приводят подробное описание любых дополнительных испытаний.

9.7 Представление результатов экспериментов

В данном разделе протокола испытаний приводят таблицу, в которую заносят все значения содержания аэрозольных частиц, полученные с применением всех используемых при испытаниях пробоотборников, при всех значениях объемного расхода воздуха и всех значениях других влияющих величин. В таблице(ах) приводят подробное описание образца или образцов испытуемых пробоотборников, положение манекена (если таковой применяется), скорость потока воздуха и другие влияющие величины. Результаты дополнительных испытаний приводят в отдельной таблице.

9.8 Методы вычислений и анализ результатов измерений

В данном разделе протокола испытаний приводят таблицу, в которую заносят результаты всех экспериментов и вычислений (отношения значений содержания, полученных с применением испытуемых и валидированных пробоотборников) для каждого значения каждой влияющей величины. В таблице также приводят значения составляющих неопределенности и значение расширенной неопределенности (см. 8.3 и 8.4).

9.9 Характеристики испытуемого пробоотборника

В данном разделе протокола испытаний приводят:

- параметры условий испытаний, при которых значения содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, отличаются от значений содержания аэрозольных частиц, отобранных валидированным пробоотборником, менее чем на ±0,1;

- значения всех составляющих неопределенности содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником ($u^{ИП}_{РХ_i}$, $u^{ИП}_{норм_i}$, $u^{ИП}_{расх_i}$, $u^{ИП}_{С_{ОЗ}}$ и $u^{сист}_{ВП}$);

- значения суммарной неопределенности для всех значений влияющих величин $u^{случ}_{ИП_i}$, $u^{сист}_{ИП_i}$ и $u_{ИП_i}$, если условия отбора/анализа проб могут быть соотнесены с конкретным значением влияющей величины;

- максимальные значения суммарной неопределенности $u^{случ}_{ИП}$, $u^{сист}_{ИП}$ и $u_{ИП}$, если условия отбора/анализа проб не могут быть соотнесены с конкретным значением влияющей величины;

- значения расширенной неопределенности результатов измерений содержания аэрозольных частиц, отобранных испытуемым пробоотборником, соответствующие всем значениям влияющих величин при отборе проб (например, скорости потока воздуха, массы отобранных частиц или других условий),

а также заключение о соответствии этих значений требуемому значению расширенной неопределенности [см. ГОСТ Р 70378.1—2022, подраздел 5.2, перечисление а)];

- значение поправочного коэффициента *c*, применяемого для корректировки систематического отклонения эффективности пробоотборника от норматива по отбору проб, установленный изготовителем пробоотборника или методикой измерений;

- какую-либо информацию об ограничениях применимости пробоотборника, в том числе на регулярной основе, например, условия испытаний, при которых он не соответствует требованиям настоящего стандарта.

9.10 Краткое заключение для пользователя пробоотборника

Приводят обобщенные результаты испытаний и область их применения. Приводят характеристики пробоотборника, перечень ограничений его применимости и возможные особенности его применения в реальных условиях.

Библиография

[1] Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. 3-е издание. М.: Диалектика, 2017. 912 с.

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.30

Ключевые слова: воздух, рабочая зона, аэрозольные частицы, пробоотборник, характеристики, требования, лабораторные условия, методики испытаний, неопределенность

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 29.09.2023. Подписано в печать 16.10.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч-изд. л. 2,95.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru