МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ИСО 8573-3— 2006

Сжатый воздух

Часть 3

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ

ISO 8573-3:1999
Compressed air — Part 3: Test methods for measurement of humidity
(IDT)

Издание официальное

БЗ 4—2005/58

Москва
Стандартинформ
2007

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—1992 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—1997 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по международной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Общероссийской общественной организацией «Ассоциация инженеров по контролю микрозагрязнений» (АСИНКОМ), ООО «ЭНСИ», ОАО «НИЦ КД», ОАО «Мосэлектронпроект», Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 184 «Обеспечение промышленной чистоты» и техническим комитетом по стандартизации Российской Федерации ТК 184 «Обеспечение промышленной чистоты»

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 29 от 24 июня 2006 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минторгэкономразвития
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 8573-3:1999 «Сжатый воздух. Часть 3. Методы контроля влажности» (ISO 8573-3:1999 «Compressed air — Part 3: Test methods for measurement of humidity»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении Е

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 февраля 2007 г. № 7-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 8573-3—2006 введен в действие с 1 июля 2007 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в указателе «Национальные стандарты».

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Национальные стандарты», а текст этих изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

© Стандартинформ, 2007

В Российской Федерации 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 1
4 Единицы физических величин 1
5 Методы определения влажности 1
6 Методы отбора проб 2
7 Методы измерения 3
8 Оценка результатов контроля 4
9 Перевод нестандартных единиц влажности в стандартную форму и наоборот 5
10 Неопределенность (погрешность) измерений 5
11 Представление результатов контроля 5
12 Протокол контроля 5
Приложение А (справочное) Пример протокола контроля влажности воздуха 6
Приложение В (справочное) Вычисление давления пара 6
Приложение С (справочное) Рекомендуемые методы определения влажности 7
Приложение Д (справочное) Другие методы определения влажности 9
Приложение Е (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам 10
Библиография 11

Введение

Серия международных стандартов по чистоте сжатого воздуха ИСО 8573 разработана Техническим комитетом ИСО/ТК 118 Compressors, pneumatic tools and pneumatic machines, Subcommittee SC 4, Quality of compressed air — Компрессоры, пневматические инструменты и пневматическое оборудование, подкомитет ПК 4 «Качество сжатого воздуха».

В указанную серию входят следующие стандарты:

- ИСО 8573-1:2001 Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты;
- ИСО 8573-2:1996 Сжатый воздух. Часть 2. Методы контроля содержания масел в виде аэрозолей;
- ИСО 8573-3:1999 Сжатый воздух. Часть 3. Методы контроля влажности;
- ИСО 8573-4:2001 Сжатый воздух. Часть 4. Методы контроля содержания твердых частиц;
- ИСО 8573-5:2001 Сжатый воздух. Часть 5. Методы контроля содержания паров масла и органических растворителей;
- ИСО 8573-6:2003 Сжатый воздух. Часть 6. Методы контроля загрязнения газами;
- ИСО 8573-7:2003 Сжатый воздух. Часть 7. Метод контроля загрязнения жизнеспособными микроорганизмами;
- ИСО 8573-8:2004 Сжатый воздух. Часть 8. Методы контроля загрязнения твердыми частицами по массовой концентрации;
- ИСО 8573-9:2004 Сжатый воздух. Часть 9. Методы контроля содержания воды в жидкой фазе.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Сжатый воздух

Часть 3

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ

Compressed air. Part 3. Test methods for measurement of humidity

Дата введения — 2007—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования по выбору методов контроля влажности в сжатом воздухе, ограничения на применение различных методов и не регламентирует методы определения содержания воды в воздухе во всех состояниях, кроме парообразного.

Стандарт устанавливает методы отбора проб, измерения, оценки, неопределенности (погрешности) измерений и порядок оформления протоколов по измерению влажности воздуха.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 3857-1:1977 Компрессоры, пневматические инструменты и оборудование. Словарь. Часть 1. Основные положения

ИСО 5598:1985 Гидравлические системы и компоненты. Словарь

ИСО 7183:1986 Осушители сжатого воздуха. Технические условия и методы испытания

ИСО 8573-1:2001 Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями, установленные ИСО 3857-1, ИСО 5598 и ИСО 7183 (в отношении специфических терминов по влажности).

4 Единицы физических величин

В настоящем стандарте используются единицы СИ:

1 бар = 100 000 Па = 0,1 МПа.

Примечание — Единица «бар» используется для оценки величины эффективного давления по отношению к атмосферному;

1 л = 0,001 $м^3$.

5 Методы определения влажности

Методы определения влажности, неопределенности (погрешности) измерений и рекомендуемые области применения приведены в таблице 1.

Издание официальное

Таблица 1 — Методы определения влажности

Метод в порядке возрастания погрешности измерения		Погрешность измерения, ± °С	Предел измерения температуры [c]	Примечание
Метод	Таблица		– 80 – 60 – 40 – 20 0 +20 +40 +60	
Спектроскопический	2	a)		Предел чувствительности для паров воды от $0{,}1 \cdot 10^{-6}$ до $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ [b]
Конденсационный	3—4	0,2—1,0		
Химический	5	1,0—2,0		
Электрический	6—8	2,0—5,0		
Психометрический	9	2,0—5,0		

[a] Данные о погрешности отсутствуют.
[b] Доля объема.
[c] Давление при температуре точки росы по ИСО 7183.

6 Методы отбора проб

6.1 Общие положения

Точка росы может определяться при атмосферном или реальном давлении воздуха. Следует указывать значение давления воздуха, при котором точка росы определялась. Важно контролировать и поддерживать постоянный расход воздуха в пределах допустимых значений, чтобы предотвратить повреждения пробоотборника и обеспечить представительность выполняемых измерений.

6.2 Установка пробоотборника

6.2.1 Измерение полного потока

Пробоотборник вводится в основной поток воздуха с соблюдением мер предосторожности, исключающих попадание на него капель воды и других загрязнений. Пробоотборник следует использовать в пределах допустимых значений скорости потока воздуха для данного средства измерения.

6.2.2 Парциональное измерение потока

6.2.2.1 Байпасное (обходное) соединение

Пробоотборник вводится в небольшую байпасную (обходную) трубку, что позволяет контролировать в ней скорость потока.

6.2.2.2 Экстракция

Пробоотборник вводится в небольшую экстракционную (выводную) трубку, по которой отводится поток воздуха от (из) основного канала в измерительную камеру, где измерения выполняются при значениях давления, принятых в системе.

6.2.2.3 Измерение при сниженном давлении

Пробоотборник вводится в камеру, в которую поступает воздух из основного канала. Перед выполнением измерения следует снизить давление до приемлемого значения (как правило, атмосферного давления).

6.3 Требования к отбору проб и условиям измерений

6.3.1 Выполняемые измерения зависят от воспроизводимости метода и опыта персонала, проводящего измерения и обслуживающего оборудование.

6.3.2 Для отвода воздуха в пробоотборную систему следует использовать детали из материалов, при которых пары воды, содержащиеся в пробе, не могли бы оказать влияния на результат.

6.3.3 В ходе измерений следует регистрировать давление в пробоотборной системе.

6.3.4 Температура в пробоотборной системе должна быть выше измеренной точки росы.

6.3.5 Измерения следует начинать и проводить при достижении стабильности работы измерительной системы. Результаты двух последовательных измерений, проведенных с интервалом не менее 20 мин, не должны отличаться более чем на величину неопределенности (погрешности) измерений.

7 Методы измерения

Параметры (характеристики) различных методов измерения влажности, в т. ч. области их применения и ограничения на давление и температуру, приведены в таблицах 2—9. Содержание методов приведено в приложении С. Методы с ограниченной сферой применения (непредпочтительные) приведены в приложении D.

Следует обратить внимание на обеспечение целостности измерительной системы и на требования к калибровке (поверке) измерительного оборудования в соответствии с установленным порядком и международными стандартами.

Следует показать, что неопределенность (погрешность) измерений используемого оборудования не выходит за установленные пределы.

Любой метод может применяться только в установленных для него пределах.

Следует проверять наличие протоколов калибровки (поверки).

Таблица 2 — Спектроскопические методы — лазерные диоды

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 80 °С до плюс 60 °С
Давление, бар	Атмосферное
Температура, °С	От 0 до 40
Устойчивость к влиянию загрязнений	Хорошая

Таблица 3 — Метод охлажденного зеркала (конденсации) с применением ручного термометра

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 20 °С до плюс 25 °С
Давление, бар	От 0 до 200
Температура, °С	От 0 до 50
Устойчивость к влиянию загрязнений	Низкая

Таблица 4 — Метод охлажденного зеркала (конденсации) с автоматическим определением тумана и средствами измерения температуры

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 80 °С до плюс 25 °С
Давление, бар	От 0 до 20
Температура, °С	От 0 до 50
Устойчивость к влиянию загрязнений	Низкая

Таблица 5 — Метод химической реакции с применением трубок прямого считывания (стеклянных) с наполнением гигроскопическим материалом

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 65 °С до плюс 35 °С
Давление, бар	Атмосферное
Температура, °С	От 0 до 40
Устойчивость к влиянию загрязнений	Средняя

Таблица 6 — Измерение электрическим сенсором, основанным на электрической емкости

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 80 °С до плюс 40 °С
Давление, бар	От 0 до 20
Температура, °С	От — 30 до + 50
Устойчивость к влиянию загрязнений	Средняя

Таблица 7 — Измерение электрическим сенсором, основанным на проводимости

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 40 °С до плюс 25 °С
Давление, бар	От 0 до 20
Температура, °С	От — 30 до + 50
Устойчивость к влиянию загрязнений	Средняя

Таблица 8 — Измерение электрическим сенсором, основанным на сопротивлении

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Влажность	Определяется по давлению и температуре в точке росы; диапазон изменения температуры от минус 40 °С до плюс 25 °С
Давление, бар	От 0 до 20
Температура, °С	От 0 до 50
Устойчивость к влиянию загрязнений	Средняя

Таблица 9 — Психрометр (сухой и влажный термометры)

Параметр (характеристика)	Воздух атмосферный и сжатый
Относительная влажность, %	От 5 до 100
Давление, бар	Атмосферное
Температура, °С	От 0 до 100
Устойчивость к влиянию загрязнений	Низкая

8 Оценка результатов контроля

8.1 Стандартные условия

Для измерения влажности сжатого воздуха используются следующие стандартные условия (если не предусмотрено иное):

температура . . . . . 20 °С;

давление . . . . . 7 бар.

8.2 Пересчет в случае изменений влажности

При необходимости полученное значение может быть отнесено к другому (стандартному) давлению с использованием его абсолютных и парциальных значений (приложение В).

8.3 Пересчет в случае изменений температуры

Как правило, не требуется, за исключением случаев определения относительной влажности.

8.4 Пересчет для учета влияний других загрязнителей

Некоторые загрязнения, особенно молекулы, имеющие структуру, сходную с молекулой воды, могут вносить искажения в результаты измерений. В связи с этим молекулы должны быть устранены из пробы до проведения измерений. Если это невозможно, то следует оценить влияние данных загрязнений на результат измерений.

9 Перевод нестандартных единиц влажности в стандартную форму и наоборот

9.1 Относительная влажность

Значение относительной влажности для определенной пробы воздуха при известной температуре может быть пересчитано к температуре точки росы по таблицам, приведенным в приложении С ИСО 7183, со значениями давления насыщающих паров и плотностей паров воды при разных температурах.

Значение давления насыщающего пара для данной температуры следует умножить на величину относительной влажности, выраженную в процентах. Температуру точки росы, соответствующую данному парциальному давлению пара, следует взять из таблицы.

9.2 Точка росы

Обычно (ошибочно) точка росы при атмосферном давлении (абсолютное значение 1 бар) понимается как «атмосферная точка росы». Она представляет собой воображаемую точку росы и не может рассматриваться в качестве термина, определяющего содержание водяных паров.

9.3 Отношение смешивания (удельная влажность)

Для определения отношения смешивания воды к массе сухого и влажного воздуха следует использовать таблицу из приложения С ИСО 7183.

10 Неопределенность (погрешность) измерений

Исходя из природы физических измерений, невозможно оценить физическую величину или определить истинное значение неопределенности (погрешности) каждого отдельного измерения. Однако, если условия измерений известны, возможно оценить или вычислить характеристическое отклонение измеряемой величины от истинного значения таким образом, что можно с определенной степенью достоверности утверждать, что истинная погрешность не превышает указанного отклонения. Значение этого отклонения (обычно это 95%-ный доверительный предел) представляет собой критерий точности для отдельного измерения.

Предполагается, что все систематические погрешности, которые могут иметь место при измерении отдельных величин и характеристик газа, могут быть компенсированы специальными действиями. Дополнительное предположение состоит в том, что доверительные пределы, обусловленные погрешностью при снятии или интеграции показаний, можно не определять, если число измерений достаточно большое.

Незначительные, систематически возникающие ошибки, можно отнести к неопределенности (погрешности) измерений.

Классификация качества и доверительные интервалы часто используются для характеристики неопределенности (погрешности) отдельных измерений. За некоторыми исключениями (например, для электрических преобразователей) они могут использоваться только для классификации качества или оценки погрешности.

Данные о неопределенности (погрешности) измерений отдельных величин и доверительных пределов, характеризующих свойства газа, являются приблизительными и могут быть минимизированы за счет использования более совершенных приборов (ИСО 2602 [1] и ИСО 2854 [2]).

Примечание — Вычисление вероятной неопределенности (погрешности) измерений в соответствии с настоящим разделом факультативно.

11 Представление результатов контроля

Данные о концентрации паров воды в сжатом воздухе при контроле должны быть представлены в такой форме, чтобы полученные значения могли быть проверены по настоящему стандарту. Следует учитывать влияние любой жидкости, находящейся в пробе, на результат счета частиц.

12 Протокол контроля

В протокол контроля влажности, определенной по настоящему стандарту, следует внести:

a) данные о системе сжатого воздуха и условиях эксплуатации для оценки приемлемости принятого значения концентрации;

b) схемы размещения точек отбора проб;

c) сведения о системе отбора проб и проведении измерений, с указанием используемых материалов и данных по калибровке приборов;

d) фразу «Заявленное давление в точке росы (реальное) по ГОСТ ИСО 8573-3–2006» с указанием:

1) фактических и средних значений измеряемых величин, оцененных в соответствии с разделом 8, выраженных в градусах Цельсия и приведенных к фактическим условиям,
2) фактических и средних значений измеряемых величин, оцененных в соответствии с разделом 8, выраженных в градусах Цельсия и пересчитанных к стандартным условиям,
3) фактическое давление, к которому относится точка росы, в барах;
4) данных о неопределенности (погрешности) измерений,

e) дату отбора проб и проведения контроля.

Пример протокола контроля приведен в приложении А.

Приложение А
(справочное)

Пример протокола контроля влажности воздуха

Наименование предприятия:_____

Состав системы сжатого воздуха: Четыре компрессора, охладители и осушитель холодильного типа, в т. ч., один запасной компрессор, два компрессора, работающих с полной нагрузкой, и один компрессор, работающий с 50 %-ной нагрузкой.

Давление рабочей системы установлено на уровне 7 бар.

Точка контроля: Ввод питающего трубопровода в корпус В.

Отбор проб: Выполнялся с интервалом 1 ч в течение 2 сут в период с 23.01.1996 по 25.01.1996.

Давление в точке отбора проб: 6,6 бар.

Метод контроля: Использовался измеритель точки росы конденсационного типа_____с погрешностью ± 0,5 °С.

Дата калибровки приборов: 30.11.1995 (протокол прилагается).

Значения давления в точке росы по ГОСТ ИСО 8573-3—2006:

- давление в точке росы (1,0 ± 0,5) °С в реальных условиях: 6,6 бар, 26 °С;
- давление в точке росы (3,0 ± 0,5) °С, пересчитанное на стандартные условия: 7 бар, 20 °С.

Приложение В
(справочное)

Вычисление давления пара

В.1 Вычисление реального давления пара, основанное на измерениях температуры по сухому и влажному термометрам

Уравнение психрометра

$$p_w = p_{wsat} - C \cdot p_{tot} \cdot (T - T_w),$$

где p_w — реальное парциальное давление пара, Па;

p_{wsat} — давление насыщенного пара, Па;

p_{tot} — общее давление газа, Па;

T — температура по сухому термометру, К;

T_w — температура по влажному термометру, К;

C — коэффициент, зависящий от типа измерительного прибора, порядок примерно 10^{-3}. Может быть посчитан с учетом калибровочных значений.

В.2 Вычисление давления насыщенного пара, основанное на измерениях температуры по сухому и влажному термометрам

Давление насыщенного пара определяется по выражению [4]:

$$p_{wsat} = e^{\left[B \cdot \ln T_W + \sum_{i=0}^{9} F_i \cdot T_W^{i-2}\right]},$$

где B = – 12,150 799;

F_i — по таблице В.1.

Другие значения для коэффициента F_i приведены в В.1.

Таблица В.1 — Значения для коэффициента F_i

Коэффициент $F_{i = 1...9}$	Значение	Коэффициент $F_{i = 1...9}$	Значение
F_0	– 8 499,22	F_5	$-1{,}146\,05 \cdot 10^{-8}$
F_1	– 7 423,186 5	F_6	$2{,}170\,13 \cdot 10^{-11}$
F_2	96,163 514 7	F_7	$-3{,}610\,26 \cdot 10^{-15}$
F_3	0,024 917 646	F_8	$3{,}850\,45 \cdot 10^{-18}$
F_4	$-1{,}316 \cdot 10^{-5}$	F_9	$-1{,}431\,7 \cdot 10^{-21}$

В.3 Вычисление точки росы при стандартном давлении на основании измерения фактического давления

Точка росы для воды

$$t_{D,\,rp} = \frac{243{,}12 \cdot \ln\left[\dfrac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tot,\,nrp}}\right]}{17{,}62 - \ln\left[\dfrac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tot,\,nrp}}\right]} = t_{D\,(W),\,rp}, \quad \text{если} \quad \frac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tot,\,nrp}} < 1.$$

Точка росы для льда

$$t_{D,\,rp} = \frac{272{,}46 \cdot \ln\left[\dfrac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tol,\,nrp}}\right]}{22{,}46 - \ln\left[\dfrac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tot,\,nrp}}\right]} = t_{D\,(i),\,rp}, \quad \text{если} \quad \frac{p_{w,\,nrp} \cdot p_{tot,\,rp}}{6{,}112 \cdot p_{tot,\,nrp}} < 1,$$

где $t_{D,\,rp}$ — температура точки росы при стандартном давлении, °С;

$t_{D(w),\,rp}$ — температура точки росы при стандартном давлении для воды, °С;

$t_{D(i),\,rp}$ — температура точки росы при стандартном давлении для льда, °С;

$p_{tot,\,rt}$ — общее стандартное давление, Па;

$p_{tot,\,nrp}$ — общее давление при фактическом давлении, Па;

$p_{w,\,nrp}$ — парциальное давление водяного столба при фактическом давлении, Па.

Приложение С
(справочное)

Рекомендуемые методы определения влажности

С.1 Описание метода

С.1.1 Психрометр (сухой и влажный термометры)

Психрометр состоит из двух соединенных, но термически изолированных сенсоров, которые служат для определения влажности. Один сенсор помещен в пористый материал (влажную ткань), который поддерживается во влажном состоянии через капилляр, соединенный с резервуаром с водой.

Вода испаряется из материала со скоростью, пропорциональной влажности воздуха. При испарении воды влажный сенсор охлаждается. По разнице температур влажного и сухого сенсоров вычисляется влажность воздуха.

С.1.2 Метод охлажденного зеркала (конденсации)

С.1.2.1 Ручной метод с использованием термометра

Точка росы определяется оптически по конденсации влаги из воздуха на поверхность охлаждаемого зеркала. Начало конденсации определяется по изменению отражения света зеркалом. Температура в точке начала конденсации регистрируется как точка росы.

С.1.2.2 Метод автоматического определения конденсации и измерения температуры

Метод аналогичен предыдущему, но предусматривает применение электронных средств определения начала конденсации и измерения температуры.

С.1.3 Измерения с использованием электронного сенсора

С.1.3.1 Общие положения

Сенсор изготавливается из гигроскопического материала, электрические свойства которого изменяются по мере абсорбции молекул воды. Изменение влажности определяется по изменению электрической емкости или сопротивления или по каждому из этих параметров. Пробоотборник должен иметь фильтр, предохраняющий его от загрязнения. Гигрометры с полным электрическим сопротивлением (импедансом) также имеют сенсор температуры. Считывание данных выполняется непосредственно. Иногда предусматривается выбор различных единиц (например, относительной влажности или точки росы). Может предусматриваться вывод электрического сигнала (например, напряжения в аналоговой форме).

С.1.3.2 Емкостный сенсор

Применяется в большей степени для определения относительной влажности, чем точки росы. Имеет лучшую линейность характеристик при низкой влажности. Как правило, емкостные сенсоры не повреждаются за счет конденсации (например, при относительной влажности 100 %), но их калибровочные характеристики могут нарушаться.

С.1.3.3 Сенсор по сопротивлению

Применяется в большей степени для определения относительной влажности, чем точки росы. Имеет лучшую линейность характеристик при высокой влажности. Большинство сенсоров по сопротивлению не выдерживают конденсации влаги. Некоторые из них имеют автоматический подогрев для защиты «от насыщения», который предотвращает конденсацию.

С.1.3.4 Сенсор точки росы на основе импеданса

Представляет собой особый тип гигрометра с полным сопротивлением (импедансом). Используется, в основном, для измерения абсолютных величин, а не относительной влажности. Активный элемент сенсора изготавливается из оксидов металлов (чаще всего алюминия) или кремния, работающих по одному принципу. Сенсор чувствителен к изменению парциального давления. Как правило, сигнал преобразовывается в другие абсолютные единицы, в результате чего прибор показывает точку росы или число частей на миллион, выраженных в единицах объема.

С.1.4 Методы, основанные на химической реакции

Предусматривают использование непосредственного считывания со стеклянных трубок, заполненных химическим реагентом. Принцип действия трубок с непосредственным считыванием основан на химической реакции паров воды, находящихся в пробе воздуха, и веществом, находящимся в трубке, в результате чего происходит изменение цвета. Эта реакция пропорциональна общему объему воды, попавшей в трубку при прохождении через нее определенного объема воздуха. В результате на трубке появляется метка, длина которой сравнивается со шкалой на трубке.

С.1.5 Спектроскопические методы

При использовании методов состав газа определяется по свойствам веществ поглощать или излучать свет с определенной длиной волны. Для каждого вещества существует определенная, характерная для него длина волны, которая может соответствовать ультрафиолетовой или инфракрасной частям спектра. Спектроскопические методы целесообразно использовать в случаях, когда наряду с парами воды нужно определять концентрации других веществ.

Для оценки высокой или умеренной влажности спектроскопический метод основан на поглощении инфракрасных лучей. Вода поглощает инфракрасные лучи при нескольких значениях длины волны от 1 до 10 мкм. Для волны одной из этих длин измеряется интенсивность передаваемого к фотоприемнику излучения, которая сравнивается с опорной интенсивностью излучения. Доля излучения, поглощенная газом, пропорциональна парциальному давлению паров воды.

Спектроскопические методы могут использоваться для определения крайне низкого содержания паров воды (до нескольких частей на миллиард). Существует несколько методов, основанных на этом принципе, в т. ч. масс-спектроскопическая ионизация воздуха при атмосферном давлении, инфракрасная спектроскопия на основе преобразований Фурье, лазерная абсорбционная спектроскопия на основе туннельных диодов.

С.2 Рекомендации по проведению отдельных измерений

С.2.1 Высокие значения влажности, превышающие влажность окружающей среды

Чтобы избежать конденсации, линии отбора проб должны поддерживаться при условиях выше точки росы для анализируемого газа. С этой целью наиболее широко применяется электрический подогрев.

С.2.2 Низкие значения влажности и очень сухие газы

Перед началом измерений, по возможности, следует обработать линии отбора проб и гигрометры сухим газом или вакуумом. Остатки воды в оборудовании следует удалить тепловым методом. Приборы не допускается подвергать тепловой обработке, если это не предусмотрено конструкцией. Чем более низкое содержание влаги предполагается измерять, тем больше времени потребуется для сушки газа.

Следует избегать применения гигроскопических материалов. При низких значениях влажности (ниже точки росы при 0 °С) количество воды, выделяемое органическими и пористыми материалами, может существенно влиять на уровень влажности воздуха. Чем ниже влажность воздуха, тем сильнее проявляется этот эффект.

Для исключения проникания влаги сквозь пробоотборные трубки и стенки оборудования следует применять непроницаемые материалы. Сталь и другие металлы практически непроницаемы. Политетрафторэтилен обладает незначительной проницаемостью и, как правило, пригоден для использования при точках росы более минус 20 °С, а в некоторых случаях – ниже этого значения. Такие материалы, как полифинилхлорид, нейлон и резина относительно проницаемы. В условиях низкой влажности их применение недопустимо, в других случаях они также недостаточно эффективны.

При низкой влажности важную роль играет и характер поверхностей. Даже небольшие количества воды, находящиеся на поверхности негигроскопического материала, могут дать значительный эффект. Для получения лучших результатов рекомендуется применять полированную или электрополированную сталь.

Чистота окружающей среды играет большую роль при измерении влажности, но она особенно необходима при работе в условиях низкой влажности. Вода может накапливаться даже на отпечатках пальцев. Для удаления масляных загрязнений рекомендуется применять высокочистые детергенты — растворы, имеющие качество аналитических реагентов; для удаления солей — воду очищенную (дистиллированную или деионизованную). После очистки следует удалить влагу, соблюдая требования к чистоте.

Пробоотборные трубки должны быть, по возможности, короткими. Площадь поверхности трубок должна быть сведена к минимуму за счет применения трубок как можно меньших внутренних диаметров, насколько это допускает проходящий по ним поток. Следует избегать утечек. Число соединений (колен, тройников, клапанов и пр.) должно быть минимальным.

Следует обеспечить необходимый поток газа, чтобы свести к минимуму влияние случайного попадания воды в поток.

Не допускаются «тупиковые» зоны, поскольку трудно обеспечить их обтекание потоком газа.

Следует свести к минимуму поток влаги в обратном направлении, например, за счет высокой скорости потока газа, достаточной длины трубок после сенсоров или применения клапанов, изолирующих зону с низкой влажностью от окружающего воздуха.

Приложение D
(справочное)

Другие методы определения влажности

D.1 Общие положения

Ниже приводятся методы, не рекомендуемые для определения влажности в системах сжатого воздуха при классификации загрязнений по ИСО 8573-1.

D.2 Механические методы

Сенсоры обладают гидрофобными свойствами. Абсорбция воды на поверхности сенсора приводит к изменению их механических характеристик. Примером может служить волосяной гигрометр, в котором длина пучка волос зависит от влажности. Изменение этой длины усиливается и вызывает перемещение иглы на шкале прибора.

D.3 Метод насыщающих паров хлорида лития

Чувствительной средой является гигроскопичная соль, которая абсорбирует влагу из воздуха. К соли прикладывается напряжение, и по величине тока определяют количество абсорбированной воды. В то же время ток приводит к нагреву соли.

С течением времени наступает баланс между абсорбцией и нагревом. Температура, при которой это достигается, связана с давлением паров воды. Прибор обычно имеет форму пробоотборника, показывающего значение точки росы.

D.4 Электролитический метод

Сенсор состоит из пленки сиккатива (P_2O_5), имеющего высокую абсорбирующую способность по отношению к парам воды в окружающем газе. К пленке прикладывается напряжение, что приводит к электролизу и распаду (диссоциации) воды на водород и кислород. По закону Фарадея величина тока связана с количеством диссоциированной воды. По величине тока можно судить о влажности газа. Такие сенсоры могут применяться для определения

очень низких значений влажности и требуют постоянной скорости движения потока газа. Этот прибор определяет концентрацию воды в объемном выражении и показывает ее в абсолютных единицах (например, в частях на миллион) или в давлении пара. Он обычно используется для анализа в потоке, а не в отдельно взятых пробах.

D.5 Прибор для определения точки росы по изменению давления

Проба воздуха сжимается, а затем адиабатически расширяется (теоретически). Отбирается несколько проб при различных (увеличивающихся) давлениях. Давление, при котором начинается образование тумана, соответствует точке росы.

Приложение Е
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Таблица Е.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 2602:1980	ГОСТ Р 50779.22—2005 (ИСО 2602:1980) Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего
ИСО 2854:1976	ГОСТ Р 50779.21—2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение
ИСО 3857-1:1977	*
ИСО 5598:1985	*
ИСО 7183:1986	*
ИСО 8573-1:2001	ГОСТ Р ИСО 8573-1—2005 Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.	

Библиография

[1] ISO 2602:1980 Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval.

[2] ISO 2854:1976 Statistical interpretation of data — Techniques of estimation and tests relating to means and variances.

[3] A Guide to the Measurements of Humidity. Institute of Measurements and Control, National Physics Laboratory, 1996, ISBN 0-904457-24-9.

[4] A. Wexler and R. Greenspan, US Code of Federal Regulations, Part 40, § 86.344—79, Protection of the environment. Humidity calculations. National Bureau of Standards.

УДК 661.92.001.33:006.354 МКС 71.100.20 Т58

Ключевые слова: сжатый воздух, влажность, отбор проб, психрометр, конденсация, точка росы, испытания, неопределенность измерений

Редактор *О.В. Гелемеева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 02.03.2007. Подписано в печать 23.03.2007. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,30. Тираж 290 экз. Зак. 238. С 3822.

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

gost.e-ecolog.ru