ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53614— 2009 (МЭК 60721-2-3:1987)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

(IEC 60721-2-3:1987, Classification of environmental conditions. Part 2: Environmental conditions appearing in nature. Air pressure, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 341 «Внешние воздействия» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 341 «Внешние воздействия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 946-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 60721-2-3:1987 «Классификация внешних условий. Часть 2-3. Природные внешние условия. Давление воздуха» (IEC 60721-2-3:1987 «Classification of environmental conditions. Part 2: Environmental conditions appearing in nature. Air pressure», MOD) с дополнениями, отражающими потребности национальной экономики (выделены курсивом): уточнением наименования стандарта, области его применения и цели его разработки; уточнением терминологии в области нормальных значений; введением описания особенностей развития электрического пробоя в воздухе при низких давлениях и связанных с этим особенностей установления соответствующих требований к изделиям и методам их испытаний.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Ноябрь 2019 г.

*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

© Стандартинформ, оформление, 2010, 2019

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 Общие положения 2
5 Значения давления воздуха 4
Приложение А (справочное) *Аутентичный текст пунктов (абзацев) МЭК 60721-2-3:1987, уточненных и измененных в тексте настоящего стандарта для потребностей национальной экономики* 5

Введение

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов, определяющих требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части внешних воздействующих факторов.

Настоящий стандарт относится к группе стандартов, описывающих природные внешние условия в справочной форме, пригодной для установления конкретных требований к техническим изделиям; эти требования нормированы в других стандартах данного комплекса.

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 60721-2-3:1987 «Классификация внешних воздействующих факторов. Часть 2. Природные внешние воздействующие факторы. Давление воздуха» с дополнениями, указанными в предисловии.

Стандарты МЭК, устанавливающие условия эксплуатации, транспортирования и хранения изделий, объединены Публикацией МЭК 60721 «Классификация внешних воздействующих факторов», состоящей из трех частей:

60721-1 «Параметры окружающей среды и их жесткости»;

60721-2 «Природные внешние воздействующие факторы». Эта часть состоит из нескольких стандартов-глав, обобщающих сведения о действии различных климатических факторов на технические изделия;

60721-3 «Классификация групп параметров окружающей среды и их жесткостей». Эта часть состоит из нескольких стандартов-глав для различных групп изделий (защищенных и не защищенных от воздействия наружного климата стационарных изделий, а также переносных, передвижных наземных и судовых, транспортируемых, хранящихся), устанавливающих климатические классы условий эксплуатации, их привязку к типам климатов по МЭК 60721-2-1[1)], а также классы по воздействию других видов внешних факторов (например, механическому, биологическому и воздействию агрессивных сред).

Стандарты МЭК серии 60721 (последние издания) устанавливают требования к изделиям в зависимости от условий их эксплуатации, транспортирования и хранения. До разработки стандартов МЭК серии 60721 подобные требования были установлены стандартами испытаний, например серии 60068, в виде параметров испытательных режимов в отрыве от условий эксплуатации.

Однако, несмотря на принципиально правильный подход к требованиям в части внешних воздействующих факторов, стандарты МЭК в конкретных технических решениях обладают рядом недостатков, что требует их корректировки.

Эти недостатки являются одной из причин того, что указанные стандарты МЭК пока не использованы соответствующими техническими комитетами МЭК для введения в стандарты МЭК на группы изделий (из серии 60721 не введен практически ни один, стандарты МЭК серии 60068 не введены в стандарты на сильноточные и крупногабаритные изделия).

Таким образом, в настоящее время невозможно полное использование стандартов МЭК по внешним (в частности, по климатическим) воздействиям в качестве национальных и межгосударственных стандартов стран Содружества Независимых Государств.

Настоящая часть МЭК 60721 предназначена для использования как основополагающий материал при выборе требуемых жесткостей параметров, относящихся к давлению воздуха, применительно к техническим изделиям.

[1)] *Стандарт МЭК 60721-2-1:2002 «Классификация внешних воздействующих факторов. Часть 2. Природные внешние воздействующие факторы. Температура и влажность» («Classification of environmental conditions — Part 1: Environmental conditions appearing in nature — Temperature and humidity»); соответствие между типами климатов по МЭК 60721-2-1 и типами климатов и макроклиматов — по ГОСТ 15150, приложение 12.*

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

The influence of environmental conditions appearing in nature on the technical products. Overall performance. Air pressure

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на машины, приборы и другие технические изделия всех видов (далее — изделия). Настоящий стандарт устанавливает описание действия атмосферного давления воздуха (давления воздуха как природного явления) на изделия и зависимость средних значений давления воздуха от высоты над уровнем моря в целях установления требований к изделиям по стойкости к воздействию атмосферного давления при их хранении, транспортировании и эксплуатации (ГОСТ 15150) и выбору методов соответствующих испытаний изделий (ГОСТ Р 51684).

Аутентичный текст уточненных и измененных разделов МЭК 60721-2-3:1987 — в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 4401 Атмосфера стандартная. Параметры

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 26883 Внешние воздействующие факторы. Термины и определения

ГОСТ Р 51684 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытание на воздействие давления воздуха или другого газа

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

3.1 В настоящем стандарте применены термины, относящиеся к общим понятиям в области внешних воздействующих факторов (далее — ВВФ): По ГОСТ 15150, ГОСТ Р 51684, ГОСТ 26883, в том числе:

Издание официальное

- ***нормальные значения климатических факторов внешней среды:*** *Уточненные для использования в технике естественно изменяющиеся значения климатических факторов в пределах данной географической зоны с учетом места размещения изделий (ГОСТ 15150).*

3.2 Термины, используемые в настоящем стандарте, в основном определены *в 3.1*. Дополнительно в настоящем стандарте применен термин.

- ***нормальные значения параметров атмосферы на нулевой высоте*** *(в соответствии с ГОСТ 4401): Общепринятые для среднего уровня моря (принятого за нулевую высоту) значения температуры, давления и плотности воздуха, используемые для расчета параметров атмосферы на других высотах.*

Примечания

1 В МЭК 60721-2-3 средние нормальные значения давления воздуха на нулевой высоте определены термином «нормальное значение» без дополнительных признаков, что является некорректным.

2 Применяемый в настоящем стандарте и в ряде других нормативных документов термин «пониженное давление» означает давление воздуха ниже нормального на нулевой высоте.

4 Общие положения

Давление воздуха может воздействовать на изделия разнообразными способами, из которых наиболее существенными являются указанные в 4.1—4.2.

4.1 Давление воздуха ниже нормального *на нулевой высоте*

4.1.1 Пониженное давление воздуха, проявляющееся на высотах выше нулевой, может воздействовать на изделия следующим образом:

- утечка газов или жидкостей через уплотнения;
- разрыв оболочек, находящихся под давлением;
- изменение физических или химических свойств материалов с низкой плотностью;
- неустойчивая работа или отказ изделий вследствие *одного из видов электрического пробоя воздушных промежутков (далее — пробой) (дугового разряда, разового пробоя, в том числе искрения, коронного разряда)* из-за уменьшения пробивного напряжения воздуха между двумя электродами вследствие падения давления *(см. 4.1.2)*;
- уменьшение эффективности охлаждения изделия вследствие уменьшения той доли теплоотдачи, которая определяется свободной диффузией воздуха или принудительной воздушной вентиляцией. Например, для тепловыделяющего объекта в форме параллелепипеда, имеющего размеры в пределах от 100 до 200 мм и коэффициент теплоизлучения поверхности 0,7, уменьшение давления воздуха на 30 % (что соответствует высоте 3000 м над уровнем моря) приводит к увеличению на 12 % превышения температуры изделия над окружающей средой. В других случаях, например для объектов с луженой или полированной металлической поверхностью *(имеющих меньший коэффициент теплоизлучения)*, значение эквивалентного повышения температуры оказывается существенно большим.

Исследованиями установлено, что при давлениях ниже 5 мм рт. ст. (6,7 гПа) доля теплоотдачи посредством воздуха практически исчезает.

Исследованиями также было установлено, что для той формы электрических контактов, которая применяется в коммутационных электротехнических изделиях, минимальная точка находится в диапазоне давлений от 1 до 0,1 мм рт. ст. ($1{,}3 \cdot 10^{-2}$ кПа). Поэтому в ГОСТ Р 51684 для таких контактов предусмотрена отдельная методика испытаний;

- следствием указанного в предыдущем перечислении увеличения фактической температуры изделия является ускорение ряда процессов разрушения материалов, например испарение пластификаторов, выпаривание смазочных материалов и т. п.

4.1.2 Особенности требований испытаний технических изделий, связанные с явлением возникновения пробоя, базируются на законе Пашена.

Закон Пашена устанавливает, что наименьшее напряжение зажигания газового разряда между двумя плоскими электродами (в однородном электрическом поле) есть величина постоянная (и характерная для данного газа) при одинаковых значениях $p \cdot d$, где p — давление газа, d — расстояние между электродами. Закон Пашена — частный случай закона подобия газовых разрядов: явления в разряде протекают одинаково, если произведение давления газа на длину разрядного промежутка остается величиной постоянной, а форма промежутка сохраняется геометрически подобной исходной. Закон Пашена является приближенным.

Ниже более подробно рассматриваются процессы, связанные с пробоем при пониженном давлении.

Когда воздушный промежуток находится в электрическом поле, всегда имеющиеся в воздухе ионизированные частицы [свободные электроны или части молекул (далее — ионы)] движутся в направлении этого поля с ускорением. Если на пути этих ионов встречаются нейтральные молекулы воздуха, происходит соударение, в результате которого при наличии у иона достаточной энергии может образовываться новый ион вместо нейтральной молекулы. В то же время в результате теплового движения некоторая часть положительно и отрицательно заряженных ионов может соударяться между собой с образованием нейтральных частиц. Если число вновь образованных ионов значительно превосходит число нейтрализующихся ионов, процесс нарастает лавинообразно, вследствие чего воздух становится проводящим и возникает один из вышеупомянутых видов пробоя. Таким образом, возможность возникновения пробоя зависит от того, сможет ли движущийся ион накопить достаточную энергию, чтобы при соударении образовать новый ион (что, в свою очередь, зависит от величины напряженности электрического поля и от длины свободного пробега иона в воздухе), а также от того, встретит ли накопивший необходимую энергию ион на своем пути достаточное количество нейтральных частиц воздуха.

При понижении давления воздуха, находящегося в электрическом поле, вследствие уменьшения количества частиц воздуха в единице объема уменьшается вероятность соударения иона с нейтральной частицей, что с точки зрения возникновения пробоя приводит к двум противоположным явлениям:

- с одной стороны, увеличивается длина свободного пробега иона;

- с другой стороны, уменьшается вероятность столкновения иона с нейтральной частицей.

Поэтому при неизменных электрическом поле и температуре воздуха кривая зависимости величины пробивного напряжения воздуха от значения понижающегося давления имеет двулучевую форму с минимумом. Вначале при понижении давления пробивная прочность воздуха уменьшается вследствие увеличения длины свободного пробега иона, затем наступает некоторый участок стабилизации с минимальной точкой, а затем при дальнейшем понижении давления пробивная прочность воздуха увеличивается вследствие уменьшения вероятности столкновения иона с нейтральной частицей (кривая Пашена) (см. рисунок 1).

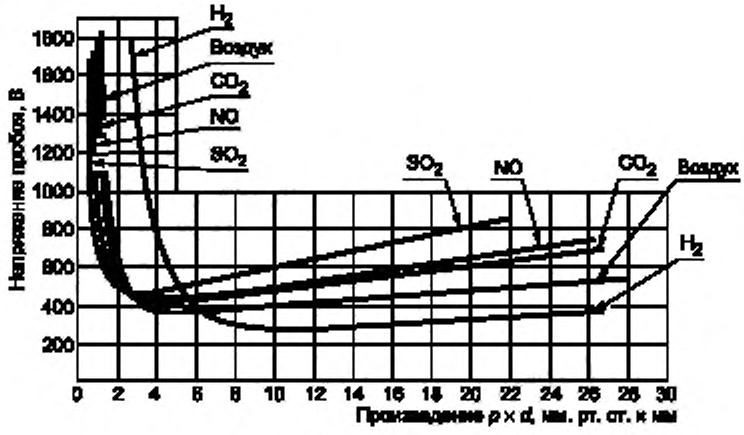

Рисунок 1 — Кривая Пашена

В реальных изделиях строго однородное поле и полностью плоские электроды встречаются редко. Значительно чаще применяются электроды различной формы, а поле является неоднородным. Поэтому минимальная точка может оказаться сдвинутой в том или ином направлении, однако, как правило, не ниже определенных значений пробивной напряженности поля. Таким образом, существует минимальная напряженность электрического поля, ниже которой пробой не возникнет. Так как эта напряженность электрического поля зависит, в частности, от рабочего напряжения изделия, то установлено, что для реальных конструкций (с учетом реальных воздушных промежутков и форм электродов) при рабочих напряжениях ниже 300 В пробой возникнуть не может.

Что касается диапазона пониженных давлений, в которых может находиться минимальная точка, то, как правило, для конкретных изделий при любой возможной в них конфигурации электрического поля

положение минимальной точки в ряду давлений заранее не известно. Поэтому методика электрических испытаний в любом диапазоне давлений предусмотрена таким образом, чтобы находящиеся под напряжением выше 300 В изделия подвергались воздействию плавного изменения давления в заданном для изделий диапазоне, от нормального при испытаниях (или любого другого верхнего уровня давления) до нижнего (или в обратном направлении). Если изделие выдержит такие электрические испытания без явлений пробоя, даже если минимальная точка находится в диапазоне рабочих значений давления, то это для данного изделия не опасно.

Указанными положениями определяется наличие соответствующих методов и особенностей испытаний в ГОСТ Р 51684.

Этими же особенностями определяется то, что в ГОСТ 15150 конкретные данные об изменении относительной электрической прочности воздушных промежутков для разных высот над уровнем моря приведены для неравномерного поля.

4.2 Давление воздуха выше нормального *на нулевой высоте*

Повышенное давление воздуха, имеющее место в природных впадинах и рудниках, может оказать механическое воздействие на герметизированные объемы.

5 Значения давления воздуха

За нормальные средние значения параметров воздуха на нулевой высоте принимают *средние значения давления* p_c, *температуры* T_c *и плотности воздуха* ρ_c *соответственно:* $p_c = 101{,}325$ *кПа (760,00 мм рт. ст.),* $T_c = 288{,}15$ *К (15 °С),* $\rho_c = 1{,}2250$ *кг/м*^{3}.

В зависимости от метеорологических условий давление воздуха на нулевой высоте может изменяться от 91 % до 107 % вышеупомянутой величины. Подобное изменение значений имеет место и при высотах выше и ниже нулевой высоты.

В областях, находящихся выше нулевой высоты, давление воздуха ниже, чем на нулевой высоте; в областях, находящихся ниже нулевой высоты (природных впадинах и рудниках), давление воздуха выше, чем на нулевой высоте.

Примечание — В ГОСТ 15150 приведены более полные значения, относящиеся к вопросам данного раздела.

В таблице 1 приведены округленные значения для различных высот над нулевой высотой.

Таблица 1 — Нормальное среднее давление воздуха, соотнесенное с высотой ниже и выше нулевой высоты

Высота, м	Давление воздуха, кПа
30000	1,2
25000	2,5
20000	5,5
15000	12,0
10000	26,4
8000	35,6
6000	47,2
5000	54,0
1000	61,6
3000	70,1
2000	79,5
1000	89,9
0	Уровень моря
400	100,3
Минус 1000	106,2
Минус 2000	113,9
	127,8

Примечания

1 Величины, относящиеся к наибольшим высотам, приведены на основе разовых метеорологических наблюдений и данных, полученных при полетах.

2 Высота 400 м соотносится с наиболее глубокими в мире природными впадинами.

3 Для более полной информации см. *ГОСТ Р 51684.*

Приложение А
(справочное)

Аутентичный текст пунктов (абзацев) МЭК 60721-2-3:1987, уточненных и измененных в тексте настоящего стандарта для потребностей национальной экономики

Таблица А.1

Раздел (пункт) настоящего стандарта	*Раздел (пункт) стандарта МЭК*	*Аутентичный текст пунктов (абзацев) стандарта МЭК*
Раздел 1 Область применения	Сфера действия	В настоящем стандарте приведены значения давления воздуха, встречающиеся в природе. Настоящий стандарт предназначается для выбора исходных данных в части давления воздуха при установлении требований к изделиям. При выборе жесткостей параметров давления воздуха для применения в изделиях можно также применять значения, приведенные в публикации МЭК 721-1
	Цель	Определить значения давления воздуха, при которых изделия сохраняют свои потребительские свойства при хранении, транспортировании и эксплуатации
Раздел 4.1.1, четвертое перечисление	Раздел 3.1, четвертое перечисление	- неустойчивая работа или отказ оборудования из-за искрения или коронного разряда как пробивное напряжение в воздухе между двумя электродами из-за падения давления (пробивное напряжение воздуха является сплошным электрическим полем, зависящим от результата давления воздуха и размещения электродов для заданных порядка электродов и материалов (закон Пашена)

УДК 002:006.1.05:006.354 ОКС 19.040

Ключевые слова: внешние воздействующие факторы, атмосферное давление воздуха, климатические факторы, закон Пашена

Редактор *Е.В. Яковлева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 05.11.2019. Подписано в печать 27.11.2019. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
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