ГОСТ 28214—89
(МЭК 68-2-28—81)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Часть 2

ИСПЫТАНИЯ

РУКОВОДСТВО ПО ИСПЫТАНИЯМ НА ВЛАЖНОЕ ТЕПЛО

Издание официальное

БЗ 12—2004

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные техническими комитетами, в которых представлены все заинтересованные национальные комитеты, выражают с возможной точностью международную согласованную точку зрения по рассматриваемым вопросам.

2. Эти решения представляют собой рекомендации для международного использования и в этом виде принимаются национальными комитетами.

3. В целях содействия международной унификации МЭК выражает пожелание, чтобы все национальные комитеты приняли настоящий стандарт в качестве своих национальных стандартов, насколько это позволяют условия каждой страны. Любое расхождение со стандартами МЭК должно быть четко указано в соответствующих национальных стандартах.

ВВЕДЕНИЕ

Стандарт МЭК 68-2-28—81 подготовлен Подкомитетом 50В «Климатические испытания», Технического комитета № 50 МЭК «Испытания на воздействие внешних факторов».

Настоящее издание заменяет первое издание 1968 г.

Первый проект стандарта обсуждался на совещании в Стокгольме в 1976 г. В результате решений этого совещания в мае 1978 г. национальным комитетом был разослан на утверждение по Правилу шести месяцев новый проект — Документ 50 В (Центральное бюро) 205.

За принятие этого стандарта проголосовали следующие страны:

Австралия
Австрия
Арабская Республика Египет
Болгария
Бразилия
Соединенное Королевство*
Венгрия
Дания
Италия
Корейская Народно-Демократическая Республика
Нидерланды
Норвегия
Польша
Румыния
Союз Советских Социалистических Республик
Турция
Федеративная Республика Германия
Финляндия
Франция
Чехословакия
Швейцария
Швеция
Южно-Африканская Республика
Южная Корея

Другие стандарты МЭК, ссылки на которые имеются в настоящем стандарте:

МЭК 260—68 «Камеры неинжекционного типа для получения постоянной относительной влажности».

МЭК 355—71 «Рассмотрение проблем ускоренного испытания на атмосферную коррозию»**

---

* Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии.

** Разработка государственного стандарта не предусмотрена.

УДК 621.38:620.193:006.354 Группа Э29

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов

Часть 2

ИСПЫТАНИЯ

Руководство по испытаниям на влажное тепло

ГОСТ 28214—89

(МЭК 68-2-28—81)

Basic environmental testing procedures.
Part 2. Tests. Guidance for damp heat tests

МКС 19.040
31.020
ОКСТУ 6000, 6100, 6200, 6300

Дата введения 01.03.90

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ЦЕЛЬ

Настоящий стандарт содержит сведения, необходимые для специалистов, которые при разработке соответствующей НТД (например стандартов на элементы или аппаратуру) должны выбирать соответствующие испытания и степени жесткости испытаний для определенного изделия и, возможно, условия для его применения.

Испытания на влажное тепло проводят с целью определения способности изделий выдерживать нагрузки, возникающие в условиях высокой относительной влажности с конденсацией и без конденсации влаги, при этом особое внимание следует обращать на изменение электрических параметров и механических свойств. Испытания на влажное тепло могут проводиться также с целью проверки устойчивости образца к некоторым видам разрушения коррозией (см. п. 8.3).

Настоящий стандарт следует использовать совместно со стандартами МЭК 68: МЭК 68-2-3 (ГОСТ 28201), МЭК 68-2-4, МЭК 68-2-30 (ГОСТ 28216), МЭК 68-2-38 (ГОСТ 28224).

2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЛАЖНОГО ТЕПЛА КАК ФАКТОРА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Температура и относительная влажность воздуха в различных сочетаниях являются переменными составными частями климатических условий, воздействующих на изделия во время хранения, транспортирования и эксплуатации.

Результаты многолетних метеорологических наблюдений показывают, что относительная влажность 95 % в сочетании с температурой выше 30°С не сохраняется на открытом воздухе в течение длительного времени, за исключением районов с крайне тяжелыми климатическими условиями (например район Персидского залива). В жилых и производственных помещениях температура воздуха может быть выше 30 °С, но в большинстве случаев она сочетается с более низкой относительной влажностью, чем в воздухе.

Особые условия существуют в некоторых влажных помещениях в химической промышленности, на металлургических заводах, рудниках, в гальванических цехах, прачечных и т. д., где температура может достигать 45 °С в сочетании с относительной влажностью 100 % в течение длительных периодов.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1989
© Стандартинформ, 2006

Аппаратура, помещенная в особые условия, может подвергаться воздействию относительной влажности, превышающей 95 % при высокой температуре. Это происходит, когда аппаратура находится в закрытых помещениях, таких как транспортные средства, палатки, кабины самолетов, которые могут быть чрезмерно нагреты в результате солнечной радиации и которые из-за недостаточной вентиляции постоянно сохраняют внутри высокую влажность.

В помещениях, имеющих несколько источников тепла, температура и относительная влажность могут быть разными в различных частях помещения.

Загрязнения атмосферы, которое в некоторых районах достигает значительных масштабов, усугубляет воздействие влажного климата на изделия. Если возникает необходимость в выявлении воздействий загрязняющих веществ, то с этой целью следует проводить соответствующие испытания на коррозию или рост грибков.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1. **Конденсация** — осаждение водяного пара на поверхность, когда температура этой поверхности ниже точки росы окружающей среды.

3.2. **Адсорбция** — сцепление молекул водяного пара с поверхностью, когда температура этой поверхности выше температуры точки росы.

3.3. **Абсорбция** — аккумулирование молекул воды внутри материала.

3.4. **Диффузия** — проникание молекул воды через материал вследствие разницы парциальных давлений.

Примечание. В результате диффузии происходит выравнивание парциального давления, тогда как движение потока (например через большие отверстия, обеспечивающие вязкий или ламинарный поток) всегда приводит к выравниванию полного суммарного давления.

3.5. **Дыхание** — обмен воздуха между незаполненным объемом и окружающим его пространством, вызываемый изменением температуры.

4. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

4.1. Общие положения

Для проведения испытания имеется большое разнообразие типов камер влажности, оснащенных различными системами получения и регулирования влажности.

Настоящий стандарт определяет только основные методы получения влажности.

4.2. Увлажнение водным аэрозолем

Деионизированную воду распыляют до очень высокой дисперсности.

Полученный таким образом аэрозоль увлажняет воздушный поток до его поступления в рабочий объем камеры, при этом большая часть капель испаряется.

Эта простая система дает быстрое увлажнение и техническое обслуживание не требует больших затрат. Следует избегать непосредственного впрыскивания воды в рабочий объем, так как некоторое количество аэрозоля может остаться в рабочем объеме и из-за выбросов трудно регулировать быстрое изменение влажности.

4.3. Инжекция водяного пара

Горячий пар нагнетают в рабочий объем камеры.

Эта простая система дает быстрое увлажнение и легко регулирует количество пара при помощи парового вентиля. Однако не исключена возможность конденсации влаги на более холодных частях камеры. Повышение температуры воздуха под воздействием пара может потребовать дополнительного охлаждения, что может привести к осушению воздуха в камере.

4.4. Испарение

4.4.1. Способ барботирования

Воздух продувают через резервуар с водой, вследствие чего он насыщается паром.

При постоянном потоке воздуха влажность легко регулировать путем изменения температуры воды. Если увеличение влажности достигается повышением температуры воды, то это может стать причиной повышения температуры воздуха в рабочем объеме камеры и возникновения задержки изменения влажности вследствие теплоемкости воды. Лопаясь, пузырьки воздуха образуют небольшое количество аэрозоля.

4.4.2. Поверхностное испарение

Воздух увлажняется, проходя непосредственно над большой поверхностью воды. Используются различные методы, например циркуляция потока воздуха над стоячей водой, стекание струи воды по вертикальной поверхности навстречу воздушному потоку.

При этом методе уменьшена возможность образования аэрозоля. Влажность легко регулируется путем изменения температуры воды. Может иметь место запаздывание изменения влажности, обусловленное теплоемкостью воды.

4.5. Водные растворы

Определенную относительную влажность получают над стандартными водными растворами в небольших герметичных камерах при постоянной температуре. Опробованные методы с применением глицерина или соляных растворов приведены в МЭК 260 (ГОСТ 28237).

Это наиболее простой и экономичный метод, но он непригоден для проведения испытаний теплорассеивающих образцов или образцов, абсорбирующих большое количество влаги.

Частицы соли могут осаждаться на поверхности испытуемых образцов в неудачно сконструированных камерах. В некоторых случаях, например при применении солей аммония, эти частицы могут вызвать коррозию медных сплавов и могут быть опасными для здоровья.

5. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОСТИ

5.1. Конденсация

Температура точки росы зависит от содержания водяного пара в воздухе. Существует прямая зависимость между точкой росы, абсолютной влажностью и давлением пара.

Конденсация влаги на образце при помещении его в испытательную камеру происходит в том случае, когда температура его поверхности ниже точки росы воздуха в камере. Если конденсация нежелательна, то может возникнуть необходимость в предварительном нагреве образца.

Если во время выдержки нужно получить конденсацию влаги на образце, то температура окружающей среды и влажность воздуха должны повышаться настолько быстро, чтобы обеспечить достаточную разность между точкой росы и температурой поверхности образца.

Если образец имеет низкую тепловую постоянную, то конденсация может возникнуть только при очень быстром возрастании температуры воздуха или если относительная влажность близка к 100 %. При скорости повышения температуры, установленной для испытаний D и Db, конденсация влаги может не произойти на очень маленьких образцах.

Небольшую конденсацию влаги можно наблюдать на внутренней поверхности кожухов вследствие понижения температуры окружающей среды.

Конденсация влаги может быть обнаружена в результате внешнего осмотра. Однако осмотр не всегда возможен, например, небольших изделий, имеющих шероховатую поверхность.

5.2. Адсорбция

Количество влаги, которое может адсорбироваться на поверхности, зависит от типа материала, структуры его поверхности и давления пара. Оценить влияние адсорбции как самостоятельного фактора сложно, так как одновременно сильно проявляется абсорбция.

5.3. Абсорбция

Количество влаги, которое может быть абсорбировано, зависит главным образом от влажности окружающего воздуха. Процесс абсорбции происходит непрерывно до установления равновесия давления пара. Скорость проникания молекул воды возрастает с повышением температуры (см. п. 6.1).

5.4. Диффузия

Примером диффузии, часто встречающейся в электронной технике, является проникание водяного пара через корпуса из органического материала, например в конденсаторах или полупроводниках, или через герметизирующий компаунд в кожух.

6. УСКОРЕНИЕ

6.1. Общие положения

Целью испытания является получение, по возможности, тех же изменений параметров образца, которые обычно происходят в нормальных условиях эксплуатации. Ускорение воздействия внешних факторов необходимо для сокращения времени испытаний по сравнению с требуемым для достижения тех же результатов в нормальных условиях эксплуатации. Однако механизм отказа образца в жестких условиях испытаний может отличаться от механизма отказа образца в нормальных условиях эксплуатации.

Условия испытания устанавливают с учетом предельных условий эксплуатации и хранения, для которых изделие разработано.

Для прохождения процессов конденсации и адсорбции период времени обычно невелик, значительно больше времени (до нескольких тысяч часов) может потребоваться для достижения равновесия при абсорбции и диффузии.

Когда известно соотношение между скоростью проникания влаги и температурой, может быть ускорено испытание на влажное тепло путем применения более высокой температуры.

Циклическое изменение температуры, которое имеет место при проведении испытаний группы D, обычно не ускоряет процессы абсорбции и диффузии. Скорость проникания водяного пара увеличивается с повышением температуры, поэтому процесс абсорбции будет проходить медленнее при проведении испытания D, если эффективное среднее значение двух уровней температуры меньше температуры при испытании С.

6.2. Коэффициент ускорения

Установить коэффициент ускорения для испытаний на влажное тепло, действительный для всех случаев, невозможно, он может быть определен только эмпирически для каждого вида изделия.

Для проведения сравнительных испытаний высокая степень ускорения может быть целесообразна и допустима в том случае, когда механизм отказа одинаков у различных образцов.

7. СРАВНЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ В ПОСТОЯННОМ И ЦИКЛИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ

7.1. Испытание С. Влажное тепло, постоянный режим

Испытание в постоянном режиме проводят в тех случаях, когда адсорбция или абсорбция имеют первостепенное значение.

Если имеет место диффузия (но не дыхание), то проводят испытание в постоянном или циклическом режиме в зависимости от типа образца и его применения.

В большинстве случаев испытание С проводят для определения сохранения диэлектриком требуемых электрических свойств во влажной атмосфере или обеспечения изолирующей оболочкой достаточной защиты.

Для ряда образцов воздействие внешних факторов при испытании в постоянном режиме аналогично воздействию при циклическом испытании (см. пп. 6.1 и 7.2). В этих случаях выбор подходящего испытания определяется преимущественно экономическими соображениями.

7.2. Испытание D. Влажное тепло, циклическое

Циклические испытания применяют в тех случаях, когда имеет место конденсация влаги или когда проникание пара ускоряется действием дыхания.

Если в образцах, имеющих незаполненной объем, необходимо обнаружить утечку, то предпочтительно проводить испытание Q на герметичность.

Для испытания монолитных образцов (не имеющих незаполненных объемов) целесообразно проводить испытание С. Однако, когда важна конденсация, проводят испытание D.

Циклическое испытание требует более дорогостоящего испытательного оборудования.

В целях обнаружения трещин в корпусе или уплотнениях, полученных в результате теплового расширения, более эффективно проводить последовательно соответствующие испытания или составное испытание, чем циклическое испытание на влажное тепло.

7.3. Последовательность испытаний и составные испытания

Плотность соединений или обнаружение волосяных трещин проверяют путем применения одного или более температурных циклов. Однако в большинстве случаев нет необходимости комбинировать изменение температуры с влажной атмосферой, т. е. одновременно воспроизводить эти два условия.

Этот метод более эффективен, когда после испытания N «Смена температуры» следует испытание С и D, эффективно также после испытания на влажное тепло сразу же проводить испытание А «Холод». Большая разность температур при испытании N создает гораздо большее тепловое напряжение по сравнению с испытанием D, при котором скорость изменения температуры мала.

Составное испытание, установленное в стандарте МЭК 68-2-38 (ГОСТ 28224), состоящее из нескольких циклов влажного тепла и одного цикла холода, рекомендуется в тех случаях, когда испытанию подлежат образцы, изготовленные из различных материалов и имеющие соединения, особенно со стеклом.

Испытание Z/AD МЭК 68-2-38 (ГОСТ 2824) отличается от других циклических испытаний на влажное тепло тем, что характеризуется большой эффективностью за счет увеличения числа колебаний температуры и дополнительного включения в него ряда этапов с выдержкой при температуре ниже нуля. Существенными особенностями воздействия этого составного испытания являются ускоренное дыхание и замерзание воды, попавшей в трещины или зазоры.

Проведение испытания Z/AD требует больших затрат и его следует применять только тогда, когда выявление дефектов не обеспечивается более простыми испытаниями С и D.

В составное испытание циклы воздействий холода между циклами воздействия влажности включены для того, чтобы вызвать замерзание воды, которая может накапливаться в местах дефектов, и в результате расширения при замерзании получить более быстрое превращение дефектов в повреждения.

Замерзание воды происходит только при достаточных размерах трещин, имеющихся обычно между уплотнениями и металлическими конструкциями или между уплотнениями и проволочными выводами.

При небольших волосяных трещинах или пористости материала, например в пластмассовых корпусах, преобладает абсорбция и для ее выявления предпочтительно испытание на влажное тепло в постоянном режиме.

8. ВОЗДЕЙСТВИЕ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОБРАЗЦЫ ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЙ

8.1. Изменение физических характеристик

Во влажной атмосфере механические и оптические свойства материалов могут изменяться.

Примеры: изменение размеров вследствие набухания; изменение поверхностных свойств, таких как коэффициент трения, прочность и др.

Для определения изменений свойств материалов необходимо учитывать режим испытания (постоянный или циклический), а также необходимость конденсации влаги.

8.2. Изменение электрических параметров

8.2.1. Изменение, вызванное поверхностной влагой

Если поверхность изоляционного материала подвержена воздействию конденсации или адсорбированной влаги, то это может привести к изменению некоторых электрических параметров, например к уменьшению поверхностного сопротивления, увеличению угла потерь. Более того, может появиться ток утечки.

Как правило, в этих случаях применяют испытание D. Если назначение изделия исключает возможность конденсации, то может быть использовано испытание С.

Образцы должны находиться под электрической нагрузкой или подвергаться измерениям во время выдержки. Изменения электрических параметров, вызванные поверхностной влагой, выявляются через несколько минут.

8.2.2. Изменение, вызванное прониканием влаги

Влага, поглощенная изолирующим материалом, может вызвать изменение ряда электрических параметров, например уменьшение диэлектрической прочности, уменьшение сопротивления изоляции, увеличение угла потерь, увеличение емкости.

Из-за длительности процессов абсорбции и диффузии и достижения равновесия только спустя несколько сотен или даже тысяч часов следует выбирать большее время выдержки. Экстраполяция результатов испытания возможна только в том случае, когда известна временная зависимость. Например пластмассовый корпус, выдержавший испытание С продолжительностью 56 дней, может оказаться поврежденным через 6 мес вследствие абсорбции или диффузии в слишком влажной атмосфере.

Оценка результатов воздействия абсорбированной влаги может оказаться неточной, если функциональные узлы внутри корпуса дополнительно защищены от воздействия влаги, например, посредством пассивации полупроводников, помещения внутрь осушающих агентов и т. д.

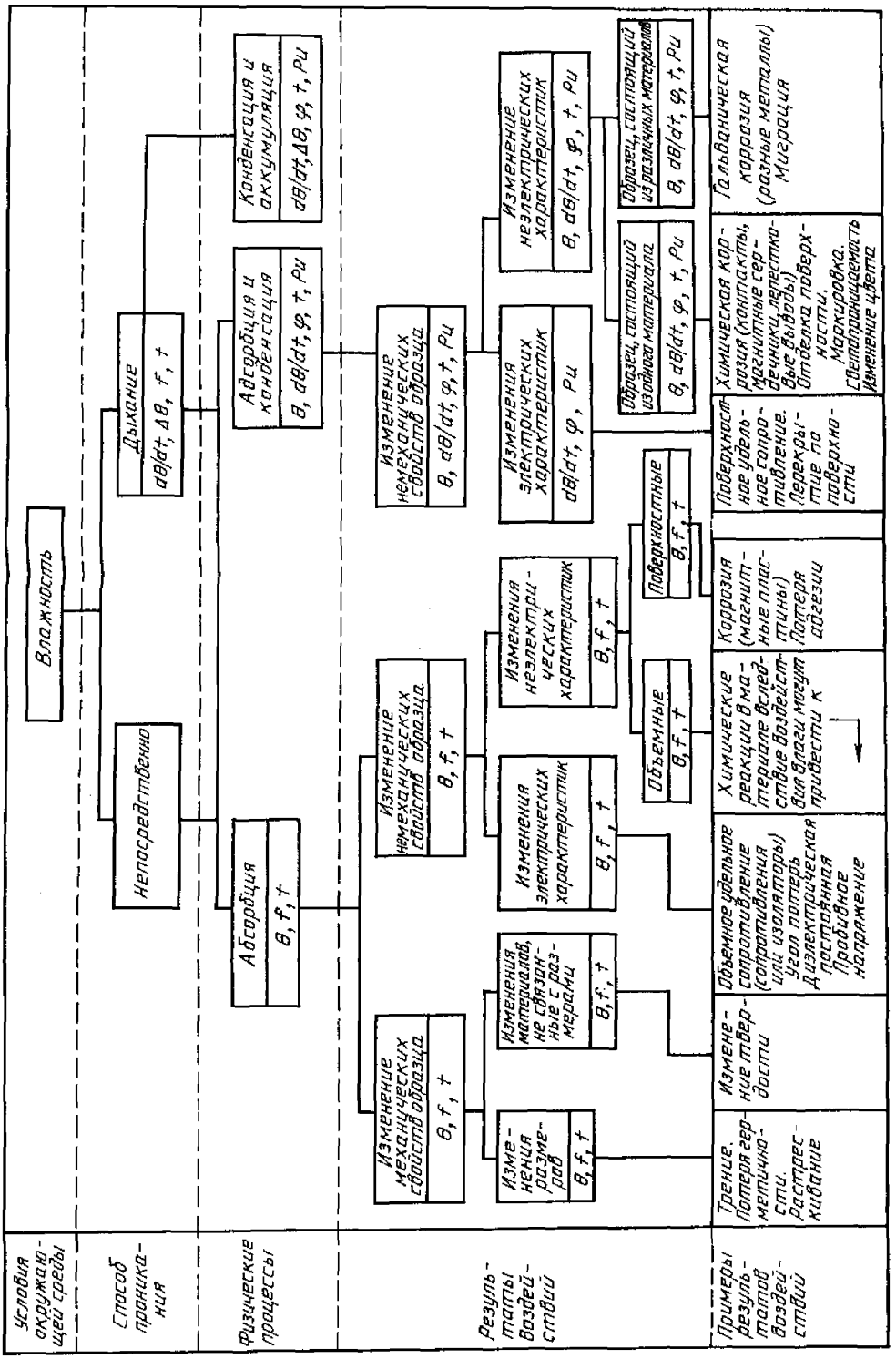
8.3. Коррозия

Большинство видов коррозии может возникнуть только при достаточном количестве влаги. С увеличением влажности или температуры процесс коррозии ускоряется. Обычно коррозия оказывает самое сильное разрушающее действие при часто повторяющейся конденсации в сочетании с повторным испарением.

Испытание на влажное тепло не следует применять в качестве испытания на коррозию. Наличие посторонних веществ на металлических поверхностях (например остатков флюса, грязи, отпечатков пальцев и т. п.) может вызвать или ускорить коррозию при наличии влажности.

Коррозия может возникать в местах соединения различных металлов или между металлическими и неметаллическими материалами при наличии конденсации или очень высокой относительной влажности и при отсутствии загрязняющих веществ.

Схема результатов испытания на воздействие влажности



ПРИЛОЖЕНИЕ А
Справочное

СХЕМА РЕЗУЛЬТАТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЛАЖНОСТИ

А.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На схеме показаны основные физические процессы, имеющие место при испытаниях на воздействие влажности, а также связи между этими процессами, конструктивными особенностями или материалами образца и результатами испытания.

Условные обозначения, соответствующие параметрам испытания:
время (общая длительность испытания) — t;
температура — Θ;
изменение температуры — $\Delta\Theta$;
скорость изменения температуры — $d\Theta/dt$;
относительная влажность — φ;
абсолютная влажность — f;
степень загрязненности испытательной атмосферы — Pu.

А.2. ПОЯСНЕНИЯ

А.2.1. Способ проникания

Обозначение «Дыхание» в схеме объединяет все способы проникания влаги через недостаточно герметичные уплотнения оболочек, контейнеров, шлангов, трубок и т. д.

Для образцов, наружная поверхность которых является частью диэлектрика или материалом, выполняющим рабочую функцию, влага будет воздействовать на образец непосредственно одним или несколькими основными способами, указанными в третьем ряду схемы.

А.2.2. Физические процессы

См. п. 5.

А.2.3. Результаты воздействия

См. п. 8.

А.2.4. Примеры результатов воздействия

В последнем ряду схемы приведены типичные примеры результатов воздействия влажности, однако необязательно данные физические процессы могут привести только к указанным результатам воздействия.

Взаимное влияние различных результатов воздействия представляется возможным и вероятным. Например химические реакции между материалами и влагой могут привести к изменению удельного объемного сопротивления, угла потерь и т. п. (эта связь является одной из наиболее очевидных, хотя имеются и многие другие).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.08.89 № 2558 введен в действие государственный стандарт СССР ГОСТ 28214—89, в качестве которого непосредственно применен стандарт Международной Электротехнической Комиссии МЭК 68-2-28—81, с 01.03.90**

2. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение отечественного нормативно-технического документа, на который дана ссылка	Обозначение соответствующего стандарта	Раздел, подраздел, пункт, в котором приведена ссылка
ГОСТ 28201—89	МЭК 68-2-3—69	Разд. 1
	МЭК 68-2-4—60	Разд. 1
ГОСТ 28216—89	МЭК 68-2-30—69	Разд. 1
ГОСТ 28224—89	МЭК 68-2-38—74	Разд. 1, 7.3
ГОСТ 28237—89	МЭК 260—68	4.5

3. **Замечания к внедрению ГОСТ 28214—89**
Техническое содержание стандарта МЭК 68-2-28—81 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Руководство по испытаниям на влажное тепло» принимается для использования и распространения на изделия электронной техники народно-хозяйственного назначения

4. **ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2006 г.**

Редактор *М.И. Максимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 03.08.2006. Подписано в печать 02.10.2006. Формат 60 × 84 $^1/_8$. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 54 экз. Зак. 698. С 3332.

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

gost.e-ecolog.ru