

Унификация испытаний на воздействие повышенной влажности

Во многих цифровых устройствах релейной защиты в основном используются одни и те же комплектующие изделия, устанавливаются одинаковые модули, а при их изготовлении применяются единые технологические процессы. Однако в связи с установленными ЕСКД (Единая система конструкторской документации) правилами присвоения десятичных номеров по классификационным признакам эти изделия выпускают по различным техническим условиям, в которых зачастую предусмотрены различные требования к одним и тем же свойствам [1–6].

Олег Захаров

olgezaharov@yandex.ru

Рассмотрим эти различия на примере такого свойства, как влагоустойчивость, характеризующая способность изделия сохранять в заданных в технической документации пределах свои параметры и внешний вид в условиях длительного воздействия влажности и после него [7].

В технических условиях [1–6] содержится два варианта требований к влагоустойчивости изделий:

1. Изделия «должны сохранять работоспособность при относительной влажности воздуха до 100% при +25 °С и более низких температурах с конденсацией влаги» [1, 2, 3].
2. Изделия «должны сохранять работоспособность при относительной влажности воздуха до 98% при +25 °С без конденсации влаги» [4, 5, 6].

Необходимо отметить, что формулировка второго варианта не включает слов «и более низких температурах», которые содержатся в первом варианте в соответствии со стандартом [8].

Согласно определению, данному в [9, приложение 1], влажность воздуха рассматривается как естественно изменяющиеся значения относительной и абсолютной влажности воздуха в сочетании с изменяющейся при этом его температурой, а потому при увеличении температуры относительная влажность воздуха, соответствовавшая 100 или 98% при +25 °С, будет уменьшаться.

Таблица 1. Значения относительной влажности воздуха для различных климатических исполнений изделий по ГОСТ 15150-69

Климатические исполнения изделий	Рабочее значение				Эффективное значение	
	Верхнее		Среднее		%	
	%	°С	%	°С	%	°С
ТС1	100	25	40	27	60	27
УХЛ1, УХЛ1а, УХЛ1б, У1а, У2а, УХЛ2, УХЛ2а, УХЛ2б, У1, У2			80	15	80	20
М1, М2			80	22	85	22
УХЛТС5, УХЛТС5а			90	15	90	20
УХЛ1.1, У1.1	98	25	70	15	70	20
УХЛ3, У3, УХЛ3а, У3а			80	15	80	20
М3.1, М4			80	22	75	22

Соотношения между значениями влажности и температуры для различных климатических исполнений изделий регламентированы в [10], выдержка из которого дана в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что одному и тому же верхнему рабочему значению влажности 100 или 98%, в зависимости от климатического исполнения изделия, соответствует несколько сочетаний среднего рабочего и эффективного значений влажности, причем в любом случае и среднее, и эффективное значение влажности не превышает 90%.

По верхнему рабочему значению влажности воздуха и относительному значению влажности, определяемому условиями эксплуатации изделия, по таблице 2 выбирают степень жесткости испытаний на воздействие повышенной влажности (источник — Приложение 13 к [9]). В программе и методике [11] установлена степень жесткости испытаний IV. Для других изделий степень жесткости испытаний в документации не установлена, но указаны условия испытаний и их продолжительность. Например, для изделий [5, 6] установлено два варианта проведения испытаний:

- продолжительностью 240 часов при температуре (+40 ± 2) °С и относительной влажности (93 ± 3)%;
- продолжительностью 96 часов при температуре (+55 ± 2) °С и относительной влажности (93 ± 3)%.

Для блоков по техническим условиям [1] установлен иной вариант проведения испытаний: 4 цикла по 24 часа при температуре первой части цикла, равной (+55 ± 2) °С.

Приведем некоторые терминологические пояснения.

Испытания на воздействие повышенной влажности воздуха по признаку «наличие/отсутствие конденсации влаги» в стандарте [8] подразделяются на проводимые в циклическом (см. испытания по техническим условиям [2]) или постоянном (см. испытания по техническим условиям [5, 6]) режиме.

Однократное испытание изделия в циклическом режиме продолжительностью 1 цикл принято называть кратковременным. Кратковременные испытания проводят в том случае, когда можно предположить, что дефект может быть выявлен за один цикл испытаний или же необходимо выявить дефект, возникший при других испытаниях.

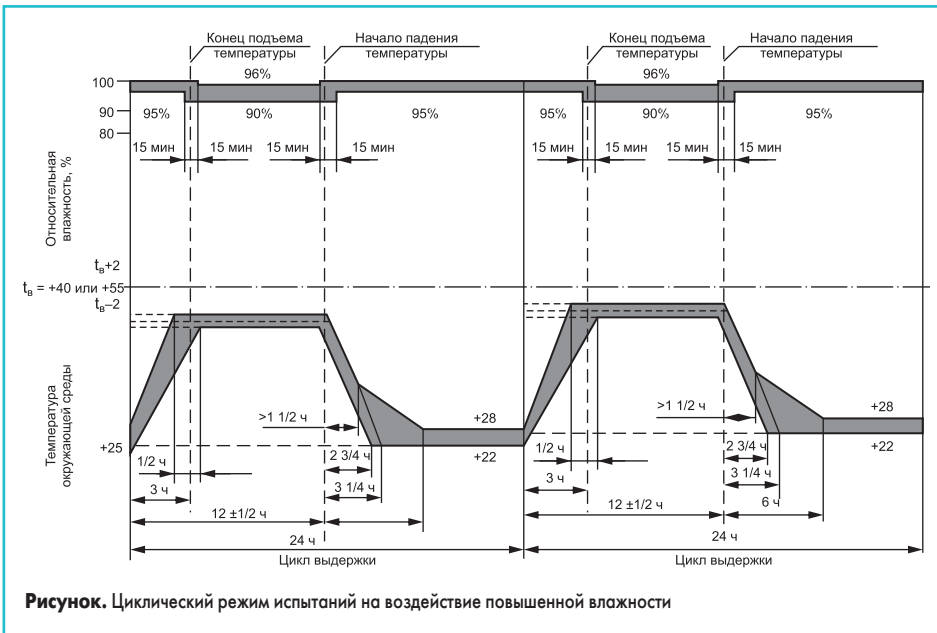


Рисунок. Циклический режим испытаний на воздействие повышенной влажности

По признаку «продолжительность испытаний», независимо от режима испытаний, различают длительные (см. испытания продолжительностью 240 часов при температуре $(+40 \pm 2)^\circ\text{C}$) и ускоренные (см. испытания продолжительностью 96 часов при температуре $(+55 \pm 2)^\circ\text{C}$) испытания.

При циклических испытаниях температура и влажность в соответствии со стандартом [8] изменяются в течение каждого цикла продолжительностью 24 часа (календарные сутки) следующим образом:

- воздействие воздуха с относительной влажностью $(93 \pm 3)\%$ при температуре $(+40 \pm 2)^\circ\text{C}$ (длительное испытание) или $(+55 \pm 2)^\circ\text{C}$ (ускоренное испытание), независимо от количества циклов выдержки. Продолжительность такого воздействия может быть равной 16 (рисунок) или 12 часов;
- охлаждение изделия до температуры не выше $(+35 \pm 2)^\circ\text{C}$ (длительное испытание) или $(+50 \pm 2)^\circ\text{C}$ (ускоренное испытание), при этом относительная влажность в камере должна быть в диапазоне 94–100%. Продолжительность такого воздействия может быть равной 8 (рисунок) или 12 часов. Здесь необходимо отметить, что стандарт [8] не требует поддержания значения относительной влажности в период испытаний в точности равной 100%, но указывает диапазон допустимых значений этой величины — 94–100%.

Цикл испытаний (16+8) обозначен в стандарте [8] как метод 207-1, а цикл испытаний (12+12) — как метод 207-3.

Метод 207-1 рекомендуется применять в двух случаях:

- при испытаниях методом переноса изделий из камеры в камеру, в которых созданы условия, соответствующие разным частям цикла;
- при испытаниях в камерах влаги, не обеспечивающих автоматического изменения температуры и влажности со скоростью, соответствующей диаграмме, приведенной на рисунке.

Метод 207-1 может быть реализован либо при наличии двух камер влажности, либо при наличии камеры с такой постоянной времени,

которая позволяет изделию остывать в соответствии с рисунком.

Метод 207-3 (см. п. 7.19.1 документа [11]) может быть реализован только тогда, когда камера влаги обеспечивает поддержание режимов, указанных в [8]. В противном случае для проведения испытаний на воздействие повышенной влажности целесообразно применить метод испытаний, обозначенный в стандарте [8] как 207-2 (постоянный режим без конденсации влаги).

Для определения продолжительности выбранного метода испытаний на воздействие влажности используем информацию о степени жесткости испытаний (табл. 2), составленную по материалам стандарта [8].

Зависимость продолжительности испытаний от степени их жесткости иллюстрирует таблица 3 (источник — стандарт [8]).

Из таблицы 3 следует, что для любого верхнего значения относительной влажности (100 или 98% при температуре $+25^\circ\text{C}$) рекомендованная стандартом продолжительность ускоренных испытаний не превышает 7 суток.

Учитывая сказанное выше о единой элементной и аппаратной базе изделий, представляется целесообразным установить не только единый метод испытаний (207-2 по стандарту [8]), но и один вариант этого метода — ускоренные испытания с одинаковой для всех изделий или их составных частей продолжительностью 7 суток. В связи с тем что принятая технология сборки изделия из модулей исключает повреждения отдельных деталей и узлов, в соответствии с п. п. 2.22.6.11 стандарта [8] допускается проводить испытания отдельных деталей и узлов в том же режиме, который установлен для изделия в целом.

В стандарте [8] для метода испытаний 207-2 указано, что все время испытаний в камере должна поддерживаться влажность $(93 \pm 3)\%$ при температуре $(+55 \pm 2)^\circ\text{C}$ и не требуется поддержания 100%-ной влажности.

В связи с тем что для изделий установлены достаточно жесткие требования по влагустойчивости (воздействие 100%-ной влажности при $+25^\circ\text{C}$ и более низких температу-

Таблица 2. Степени жесткости испытаний изделий

Верхнее значение относительной влажности*	Среднемесячные значения**	Продолжительность***	Степень жесткости
100% при $+25^\circ\text{C}$ и более низких температурах с конденсацией влаги	80% при $+20^\circ\text{C}$	6	IV
	90% при $+20^\circ\text{C}$	12	V
100% при $+25^\circ\text{C}$ и более низких температурах без конденсации влаги	90% при $+20^\circ\text{C}$	6	XII
98% при $+25^\circ\text{C}$ и более низких температурах без конденсации влаги	80% при $+20^\circ\text{C}$	2	II
		6	III
		12	VI
	90% при $+20^\circ\text{C}$	6	XIII

Примечание. * При более высоких температурах относительная влажность ниже.

** В наиболее теплый и влажный период.

*** В течение года (месяцев) или суток (часов).

Таблица 3. Продолжительность испытаний

Степень жесткости	Длительных*		Ускоренных*	
	для циклического режима	для продолжительного режима	для циклического режима	для продолжительного режима
II		4 суток**		4 суток
III	4 цикла	10 суток		4 суток
IV	4 цикла	10 суток		4 суток
V	9 циклов	21 день	4 цикла	7 суток
VI	9 циклов	21 день	4 цикла	7 суток
XII	4 цикла	10 суток		4 суток
XIII	4 цикла	10 суток		7 суток

Примечания.

* Температура воздуха для длительного режима $(+40 \pm 2)^\circ\text{C}$ (кроме отмеченного **), для ускоренного — $(+55 \pm 2)^\circ\text{C}$.

** Температура воздуха $(+25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

рах с конденсацией влаги), представляется целесообразным ужесточение режима испытаний по методу 207-2 путем увеличения значения влажности до $(98-3)\%$.

Литература

1. Блоки микропроцессорные релейной защиты БМРЗ. Технические условия. ДИВГ.648228.001ТУ.
2. Блоки микропроцессорные релейной защиты БМРЗ. Технические условия. ДИВГ.648228.007ТУ.
3. Блоки микропроцессорные релейной защиты БМРЗ-ТД. Технические условия. ДИВГ.648228.016ТУ.
4. Блоки микропроцессорные релейной защиты БМРЗ-0,4. Технические условия. ДИВГ.648228.006ТУ.
5. Блоки микропроцессорные многофункциональных реле частоты БММРЧ. Программа и методика испытаний. ДИВГ.648228.003ТУ.
6. Блок микропроцессорный противоаварийной автоматики БМПА-0,4. Технические условия. ДИВГ.421235.001ТУ.

7. Петин О. В., Щербаков Е. Ф. Испытание электрических аппаратов. М.: Высшая школа, 1985.
8. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний. ГОСТ 20.57.406-81. М.: Издательство стандартов. 1988.
9. 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 15150-69. М.: Издательство стандартов. 2000.
10. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам. ГОСТ 15543.1-89. М.: Издательство стандартов. 1993.
11. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ. Программа и методика испытаний. ДИВГ.648228.001ПМ.
12. Блоки микропроцессорные центральной сигнализации БМЦС. Технические условия. ДИВГ.421452.001ТУ.
13. Блок микропроцессорный центральной сигнализации БМЦС. Программа и методика испытаний. ДИВГ.421452.001ПМ.
14. Захаров О. Г. Испытания электротехнических изделий. М.: Высшая школа. 1987.