

Корректировка требований к устойчивости цифровых устройств к воздействию механических факторов

Требования к устойчивости цифровых устройств релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации (далее – изделий) к воздействию механических факторов изложены в подразделе 4.2 РД [1].

Согласно этому документу изделия в зависимости от места установки должны изготавливаться пяти¹ групп исполнения, а именно:

- **M4** – непосредственно на строительных конструкциях с источниками ударных воздействий, расположенных в том же помещении;

- **M40** – то же, что для группы **M38**² но при более высоких вибрационных воздействиях;

- **M41**³ – в наземных стационарных комплектных изделиях, установленных непосредственно на фундаменте турбогенераторов мощностью 2,5 МВт и выше и имеющих источники ударных воздействий

- **M43** – непосредственно на строительных конструкциях вблизи мощных машин с вращающимися частями, в местах с заметным уровнем ударных воздействий;

- **M7** – непосредственно на строительных конструкциях вблизи мощных машин с вращающимися частями и с источниками ударных воздействий незначительного уровня, находящихся в том же помещении.

Значения характеристик механических воздействий и информация о степени жесткости по стандарту [2] приведены в табл. 1.

В работе [3] показано, что из перечисленных выше групп исполнения на практике используются только малая часть. Например, изделия, выпускаемые НТЦ «Механотроника» и НТЦ «Бреслер» соответствуют группе механического исполнения **M7**. Изделия ЗАО «Радиус-Автоматика» соответствуют группе механического исполнения **M6**, отсутствующей в [1].

Выпуск нескольких исполнений одного и того же изделия, соответствующих разным группам механического исполнения, может быть экономически оправдан только при массовом производстве. Поэтому представляется оценить насколько установленные в документе [1] группы механического исполнения отличаются по требованиям, предъявляемым к изделию. При сравнении характеристик воздействий для пяти приведенных в табл. 1 групп механического исполнения, будем учитывать дополнительную информацию, приведенную в стандартах и литературе.

Например, рассматриваемые группы исполнения имеют разные диапазоны частот для синусоидальной вибрации. Однако в обязательном Приложении 4 к стандарту [2] для исполнений **M4, M40, M41, M43, M7** установлено одно и то же предельное значение воздействующего фактора

¹ Полный перечень групп механического исполнения приведен в стандарте [2].

² **M38** – в помещениях центральных (главных) щитов управления релейных, блочных, групповых щитов электростанций и подстанций.

³ При отсутствии в узлов или деталей с резонансными частотами в диапазоне (0,5 – 100) Гц, изделия изготавливают соответственно по группе **M6** или **M7**.

– изделия этих групп механического исполнения должны выдерживать синусоидальную вибрацию в диапазоне частот (0,5 – 200,0) Гц.

Таким образом, различия по фактической устойчивости к синусоидальной вибрации, у этих групп механического исполнения отсутствуют.

Более того, согласно рекомендациям, приведенным в стандарте [2] при отсутствии в изделии узлов и деталей с резонансными частотами в диапазоне частот (0,5 – 100) Гц вместо изделия с группой исполнения **M41** можно применять изделия с группой исполнения **M7**.

Кроме того, в стандарте [2], для изделий, соответствующих группам механического исполнения **M4** и **M40**, степень жесткости испытаний установлена ниже, чем для групп **M41**, **M43** и **M7**.

Кроме этого, изделия групп механического исполнения **M4** и **M40** не могут быть использованы на объектах атомной энергетики, так как для обеспечения стойкости к воздействию синусоидальной вибрации в течение 1 мин, изделия этих групп согласно требованиям стандарта [2] должны отвечать дополнительным требованиям (табл. 2).

Учитывая всё сказанное, группы исполнения **M4** и **M40** можно исключить из списка рекомендованных в РД [1] без снижения требований к устойчивости изделий к воздействию синусоидальной вибрации.

Из табл. 1 также следует, что по значению максимальной амплитуды вибрации и степени жесткости более строгие требования предъявлены к изделиям трёх групп исполнения – **M41**, **M43** и **M7**.

Ориентируясь только на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации произвести дальнейшее сокращение количества групп исполнения нельзя. Поэтому обратимся к требованиям по устойчивости к ударным воздействиям. Информация, содержащаяся в табл. 1, подтверждает, что требования к изделиям групп исполнения **M41** и **M7** в этой части не отличаются друг от друга. Для выбора одной из этих групп обратимся ещё к одному требованию, предъявляемому к данному классу изделий – сейсмостойкости.

Согласно Приложению 6 к стандарту [2] при интенсивности землетрясения 9 баллов по шкале MSK-64 встроенные элементы⁴, устанавливаемые на высоте до 10 м⁵ над нулевой отметкой, должны изготавливаться одной из трёх групп механического исполнения – **M6**, **M7** или **M43**. Выполнение таких требований обеспечивает стойкости изделия к синусоидальной вибрации в течение 1 мин.

При использовании в этих условиях изделий других групп механического исполнения они должны отвечать дополнительным требованиям (табл. 2), т.е. требуют проведения дополнительных испытаний и, при необходимости, доработки конструкции.

Для исключения таких затрат представляется целесообразным оставить в РД [1] только две группы механического исполнения – **M7** и **M43**, так как они в наибольшей степени отвечают всем требованиям по устойчивости к механическим воздействиям.

⁴ Рассматриваемые изделия встраиваются в шкафы, ячейки и т.п. конструкции

⁵ Аналогичные требования по сейсмостойкости установлены в технических условиях на изделия НТЦ «Механотроника», поставляемые на объекты атомной энергетики

Подтверждением такому выбору групп механического исполнения для изделий данного класса может служить информация, приведенная в табл. 5 Приложения 5 к стандарту [2]. В ней для наиболее тяжелых условий по уровню механических воздействий рекомендуется использовать изделия, соответствующие группам механического исполнения **M7** и **M43**.

Всё сказанное, а также рекомендации, изложенные в ГОСТ 15150-69, позволяет предложить новую редакцию п. 4.1. руководящего документа [1] по устойчивости к воздействию механических факторов⁶:

4.2 Требования по устойчивости к механическим воздействующим факторам

4.2.1 Цифровые устройства релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации в зависимости от места установки⁷ должны соответствовать требованиям к изделиям групп механического исполнения M7 или M43 по ГОСТ 17516.1-90.

4.2.2 Цифровые устройства релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации групп механического исполнения M7 и M43 должны соответствовать требованиям к сейсмостойчивости при интенсивности землетрясения 9 баллов по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м.

4.2.3 Цифровые устройства релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации должны допускать перевозку различными видами транспорта (кроме морского), и отвечать требованиям в части стойкости к механическим воздействиям при транспортировании, установленным для группы С по ГОСТ 23216-78 при допустимом числе перегрузок не более 4.

Литература

1. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. М.: ОРГГРЭС, 1997 (с изменением №1).
2. ГОСТ 117516.1-90. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. О.Г.Захаров, В.Н. Козлов. Цифровые устройства центральной сигнализации. Ч.2 . М.: НТФ «Энергопрогресс», 2009, 80 с. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», вып. 8 (128)].
- 4 ГОСТ 20.57.406-81.Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
5. Корректировка требований к устойчивости цифровых устройств к воздействию климатических факторов.// Материал размещен на странице: <http://olgezaharov.narod.ru/RD/klimat.pdf>

⁶ Предложения по корректировке требований по устойчивости к климатическим воздействиям изложены в работе [5].

⁷ Не допускается установка этих устройств в помещениях внутри фундаментов и под генераторами.

Табл. 1 Значения характеристик механических воздействий

Категория исполнения	Диапазон частот, Гц	Максимальная амплитуда, м/с ² (g)	Степень жёсткости	Ударное ускорение:		Степень жёсткости
				пиковое значение м/с ² (g)	длительность, мс	
M4	0,5 - 100	5 (0,5)	9	30 (3,0)	2 - 20 ⁸	1
M40	0,5 - 100	5 (0,5)	9	30 (3,0)	2 - 20 ⁹	1
M41	0,5 - 200	20 (2,0)	14a ¹⁰	30 (3,0)	2 - 20 ⁴	1
M43	1,0 - 100	10 (1,0)	10a	100 (10,0)	2 - 20 ⁵	3
M7	0,5 - 100	10 (1,0)	10	30 (3,0)	2 - 20 ⁴	1

Таблица 2 Дополнительные требования к стойкости при воздействии синусоидальной вибрации (сейсмостойкость)

Дополнительные требования	Диапазон частот, Гц	Ускорение, м•с ⁻² (g), в направлении:	
		горизонтальном	вертикальном
ДТ7	2 - 10	10 (1)	7,5 (0,75)
ДТ8 ¹¹	10 - 15	7,5 (0,75)	5 (0,5)

Т

⁸ Многократные удары

⁹ Одиночные удары

¹⁰ Строчная буква, добавленная к обозначению степени жесткости, означает разную продолжительность испытаний

¹¹ Для изделий группы механического исполнения **M4** дополнительные требования ДТ8 относятся только для вибрации в горизонтальном направлении.