

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

► Сейсмостойкость НКУ

White Paper IE 7

Дата: сентябрь 2017 г.

Автор: Хартмут Пауль

Чтобы избежать ущерба при землетрясении, здания и технические инфраструктуры должны быть по возможности выполнены в "сейсмостойком" исполнении. Сборщики НКУ, которые сталкиваются с требованиями по сейсмостойкости, вынуждены разбираться в нестандартных темах, требующих экспертных знаний. Что делать, если требуется, чтобы НКУ было выполнено в "сейсмостойком" исполнении? В этих или аналогичных случаях на помощь придет данный документ, который дает сборщикам НКУ базовые знания по этой теме.

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Содержание

1	Введение	4
2	Является ли НКУ сейсмостойким?	6
2.1	Что необходимо сделать?	6
2.2	На что обратить внимание?	6
2.3	Какие действуют стандарты?	6
3	Интенсивности, магнитуды и сейсмоопасные зоны	7
3.1	Субъективные шкалы интенсивности	7
3.2	Измерительное оборудование для землетрясений	8
3.3	Вероятность землетрясений, важная для оценки рисков	8
4	Повреждения электрической инфраструктуры при землетрясениях	10
5	Обзор нормативной базы	12
6	Типичные методы испытаний	14
6.1	Различные спектры частот в стандартах	14
6.2	Похожие спектры испытаний	15
7	Распределительный шкаф в сейсмостойком исполнении	16
8	Конкретные действия	19
9	Резюме	20
10	Перечень рисунков, таблиц и источников.	21

1 Введение

Стихийные бедствия с незапамятных времен представляют опасность для людей, приводят к многочисленным жертвам и значительному материальному ущербу. Если такие экстремальные метеорологические явления, как ураганы, штормовые приливы, наводнения и жара сегодня относительно хорошо прогнозируются, то землетрясения до сих пор предсказать достаточно сложно. Это является в том числе причиной того, что из одиннадцати природных катастроф (см. таб. 1) с наибольшим числом жертв в период с 1980 по 2013 годы семь являются землетрясениями [Mun14].

Дата	Событие	Магнитуда	Регион	Число жертв
12.01.2010	Землетрясение	7,0	Гаити	222 570
26.12.2004	Землетрясение, цунами	9,1	Шри Ланка, Индонезия, Таиланд, Индия, Бангладеш, Мьянма, Мальдивы, Малайзия	220 000
2.–5.5.2008	Циклон Нургис, шторм	–	Мьянма	140 000
29.–30.4.1991	Тропический циклон, шторм	–	Бангладеш	139 000
08.10.2005	Землетрясение	7,8	Пакистан, Индия, Афганистан	88 000
12.05.2008	Землетрясение	5,8	Китай	84 000
Июл./авг. 2003	Жара	–	Европа	70 000
Июл./сент. 2010	Жара	–	Россия	56 000
20.06.1990	Землетрясение	7,4	Иран	40 000
26.12.2003	Землетрясение	6,6	Иран	26 200
11.03.2011	Землетрясение, цунами	9,0	Япония	18 537

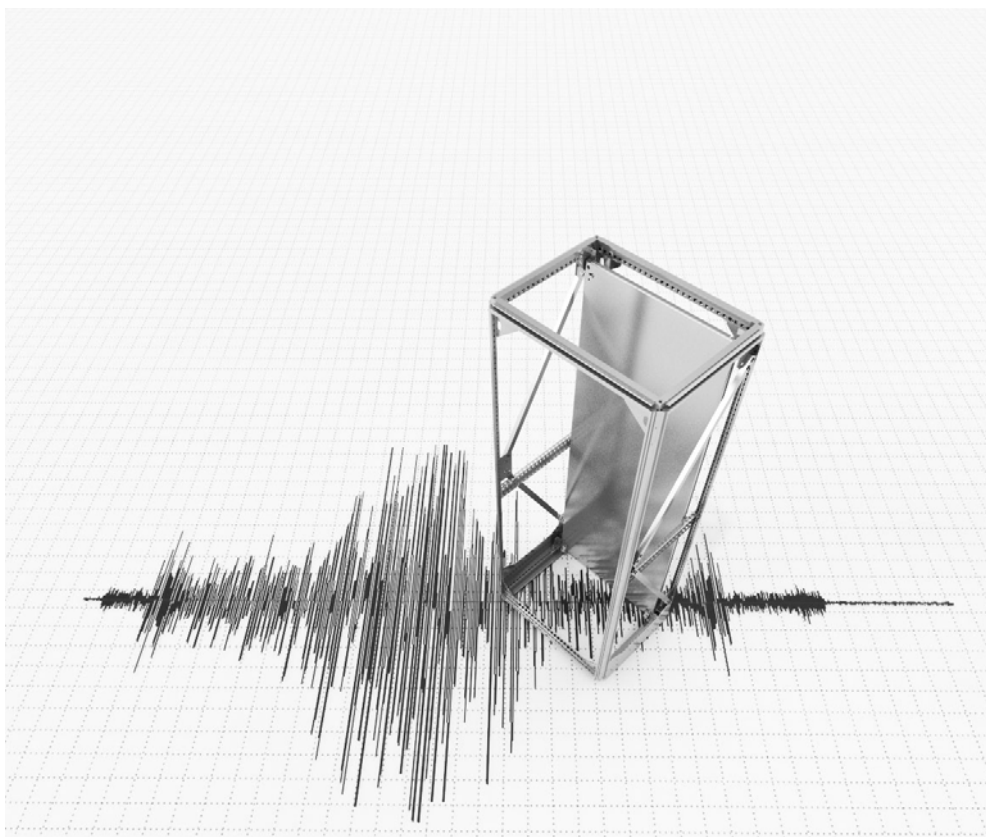
Таблица 1: Число жертв природных катастроф с 1980 по 2013 г.

Землетрясения возникают в результате процессов в глубине Земли. Твердая земная кора, состоящая из так называемых плит, движется поверх жидких недр Земли – процесс, который называется тектоникой плит. Вблизи своих границ плиты сближаются, удаляются или смещаются друг относительно друга. При таких движениях плиты могут сталкиваться друг с другом, в результате чего возникают значительные напряжения. Когда эти напряжения толчкообразно падают, происходят землетрясения, которые в зависимости от их силы могут привести к ущербу даже на большом расстоянии.

Вызванным землетрясением ущербом являются как правило структурные повреждения зданий и транспортной инфраструктуры, а также могут возникать вторичные явления, например, оползни и цунами. Значительные повреждения могут также возникать в установках внутри зданий. В зависимости от силы землетрясения и заселенности рассматриваемой зоны возможны различные масштабы вышеназванных

повреждений зданий и транспортной инфраструктуры. Кроме того, повреждения технической инфраструктуры могут привести к тому, что после землетрясения во многих случаях возникают перебои с электричеством, питьевой водой, газом и т. д. Непосредственно после землетрясения, когда важна быстрая помощь пострадавшим, разрушения транспортной и технической инфраструктуры препятствуют оказанию помощи.

Для избежания вышеописанного ущерба при землетрясении, здания, транспортная и техническая инфраструктура в сейсмоопасных зонах должны быть выполнены в "сейсмостойком" исполнении. Принимаемые меры сильно различаются не только в зависимости от области (здания, техническая инфраструктура), необходимо также рассматривать риск землетрясений. Таким образом, требования в особо сейсмоопасной зоне должны быть соответственно более высокими. Что включает в себя понятие "сейсмостойкость" применительно к области электрической инфраструктуры, в общих чертах описано в настоящем White Paper.



2 Является ли НКУ сейсмостойким?

Под сейсмостойкостью часто подразумевается безопасность зданий. Это вполне очевидно, так как из-за разрушения зданий вследствие землетрясения как правило возникают человеческие жертвы, а материальный ущерб также происходит в этой области. Однако, устройства технической инфраструктуры, например, низковольтные комплектные устройства (НКУ) или центры обработки данных (ЦОД) необходимо также защитить от землетрясений. Это относится не только к критическим установкам, например, на электростанциях или производствах химической промышленности, но и играет большую роль также в общем электроснабжении.

2.1 Что необходимо сделать?

Сборщикам НКУ, которые сталкиваются с требованиями в области сейсмостойкости, приходится сталкиваться с необычными для повседневной работы темами. Однако что делать, если заказчик требует, чтобы НКУ было в сейсмостойком исполнении? В этих или аналогичных случаях на помощь придет данный документ, который дает сборщикам НКУ базовые знания по этой теме.

2.2 На что обратить внимание?

На что следует обратить внимание при создании электроустановок в зонах с потенциальной опасностью землетрясений? Это основной вопрос, на который необходимо здесь ответить. Для более наглядного пояснения проблемы, в начале рассматриваются некоторые основы по землетрясениям и их измерениям, а также различные шкалы землетрясений. В следующем разделе описаны воздействия, которые может оказывать землетрясение на электроустановки, а также потенциальные повреждения.

2.3 Какие действуют стандарты?

Существует целый ряд стандартов и предписаний, которые связаны с темой сейсмостойкости. Как уже было отмечено выше, под сейсмостойкостью часто подразумевается безопасность зданий. В зависимости от области применения – строительная инженерия, электротехника или информационные технологии – стандарты имеют свои особенности. В настоящем White Paper дается обзор различных стандартов, которые имеют отношение к электрической инфраструктуре.

3 Интенсивности, магнитуды и сейсмоопасные зоны

С точки зрения физики землетрясение представляет собой ударную волну, исходящую из эпицентра землетрясения. Она приводит к колебаниям земной коры со сложным спектром частот и составляющими как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Это описывается с помощью соответствующих амплитуд и частот на поверхности земли. Так как высвобождаемая при землетрясении энергия не может быть измерена напрямую, для описания силы землетрясений используются различные шкалы. Различают шкалы интенсивности и шкалы амплитуд.

3.1 Субъективные шкалы интенсивности

Шкалы интенсивности основаны на макроскопических воздействиях землетрясения, например, тяжести повреждений зданий, а также на субъективных ощущениях людей, чувствующих или слышащих землетрясение. Часто используемой шкалой интенсивности является **шкала Меркалли**, которая была разработана в 1902 г. и применяется по сей день (см. таб. 2). Шкалы интенсивности в малозаселенных зонах можно использовать лишь условно, так как в таком случае имеется мало зданий, подверженных повреждениям и также мало людей, которые могут сообщить о своих ощущениях.

..... Шкала Меркалли является наиболее часто используемой шкалой интенсивности.

Баллы	JMA		Меркалли		
	Ускорение земли			Наименование	Баллы
гал	гал	g (9,81 м/с ²)			
0	< 0,8				
		< 1.0	< 0,001	не ощущается	I
1	0,8–2,5				
		1.0-2.1	0,001-0,002	очень слабое	II
2	2.5-8.0	2.1-5.0	0,002-0,005	слабое	III
		5.0-10	0,005-0,01	интенсивное	IV
3	8.0-25	10-21	0,01-0,02	довольно сильное	V
		21-44	0,02-0,05	сильное	VI
4	25-80				
		44-94	0,05-0,1	очень сильное	VII
5	80-250				
		94-202	0,1-0,2	разрушительное	VIII
6	250-400				
		202-432	0,2-0,5	опустошительное	IX
7	> 400				
		более 432	0,5-1	уничтожающее	X
			1-2	катастрофа	XI
			> 2	сильная катастрофа	XII

Таблица 2: Шкала Меркалли в сравнении с японской шкалой JMA

Указание: интенсивность землетрясений не регулируется исключительно по ускорению земли. Данная таблица содержит лишь справочные значения.

3.2 Измерительное оборудование для землетрясений

Шкалы магнитуд основаны на измерениях сейсмографами, которые измеряют локальные колебания поверхности земли в форме скоростей, ускорений и отклонений. Путем расчетов эти измерения можно привязать к силе землетрясений. Самой известной шкалой магнитуд является так называемая шкала Рихтера, которая была разработана в 1930е годы, и сегодня часто упоминается в связи с землетрясениями. Магнитуда по шкале Рихтера определяется путем измерений в непосредственной близости от эпицентра землетрясения и поэтому часто именуется локальной шкалой магнитуд. Определение шкалы Рихтера основано на измерении с помощью сейсмографа специального типа на расстоянии 100 км от эпицентра. По причине использованного Чарльзом Ф. Рихтером – изобретателем этой шкалы – типа сейсмографа, шкала Рихтера заканчивается на значении 6,5 и, строго говоря, действует только для штата Калифорния. Более высокие магнитуды, которые часто называются в СМИ как значения по "открытой вверх шкале Рихтера", являются значениями по шкале моментных магнитуд, более современной доработке шкалы Рихтера. Самым сильным зарегистрированным землетрясением было Вальдивское землетрясение в Чили, с магнитудой 9,5 в 1960 году. Для сравнения, землетрясение в Японии, которое в 2011 г. привело к аварии на реакторе в Фукусиме, имело магнитуду 9,0.

3.3 Вероятность землетрясений, важная для оценки рисков

Помимо классификации землетрясений по их силе, то есть по интенсивности или магнитуде, важным является еще один аспект: вероятность того, что произойдет землетрясение определенной силы. Для того, чтобы сделать рациональную оценку опасности, определены так называемые сейсмоопасные зоны. Например, в США имеется пять сейсмоопасных зон. Зона 0 означает, что в этой зоне сильные землетрясения практически исключены; в зоне 4 сравнительно вероятны землетрясения большой магнитуды. Типичным примером сейсмоопасной зоны 4 является часть штата Калифорния. В основе требований по сейсмостойкости для IT- и телекоммуникационных инсталляций, а также для устройств электрической инфраструктуры часто лежат эти сейсмоопасные зоны.

Однако классификации зон может различаться в зависимости от страны: в большинстве стран Европы (в том числе в Германии) имеется классификация от зоны 0 до зоны 3; однако возможна классификация до пяти зон. Усложняет ситуацию то, что требования к зонам не идентичны для всех национальных стандартов (см. таб. 3). Поэтому непосредственного сопоставления национальных стандартов не существует. Однако классификация сейсмоопасных зон имеет большое значение для создания сейсмостойких установок: только в областях с высокой опасностью землетрясений

необходимо принимать соответствующие меры, которые, как правило, сопряжены с дополнительными затратами.

Страна	AT	DE	CH	FR	IT	GR	USA
Стандарт	ÖN 1998-1	DIN EN 1998-1	SIA 261	NF EN 1998-1	OPCM 28	Gna 1998-1	1997 UBC
Зона 0	$a < 0,035 \text{ g}$	0,0 g					0,0 g
Зона 1	$0,035 \text{ g} < a < 0,05 \text{ g}$	0,04 g	0,06 g	$a < 0,07 \text{ g}$	$a < 0,05 \text{ g}$	$a < 0,16 \text{ g}$	0,075 g
Зона 2	$0,05 \text{ g} < a < 0,075 \text{ g}$	0,06 g	0,1 g	$0,07 \text{ g} < a < 0,11 \text{ g}$	$0,05 \text{ g} < a < 0,15 \text{ g}$	$0,16 \text{ g} < a < 0,24 \text{ g}$	0,15 g
Зона 3	$0,075 \text{ g} < a < 0,1 \text{ g}$	0,08 g	0,13 g	$0,11 \text{ g} < a < 0,16 \text{ g}$	$0,15 \text{ g} < a < 0,25 \text{ g}$	$0,24 \text{ g} < a < 0,36 \text{ g}$	0,3 g
Зона 4	$0,1 \text{ g} < a$		0,16 g	$0,16 \text{ g} < a < 0,3 \text{ g}$	$0,25 \text{ g} < a < 0,3 \text{ g}$		0,4 g

Таблица 3: Ускорения земной коры в Европе и США

4 Повреждения электрической инфраструктуры при землетрясениях

Чтобы оценить значение сейсмостойкости электроустановок, необходимо сначала создать обзор повреждений, которые могут произойти в результате землетрясения. При этом следует учитывать последующий ущерб, который может возникнуть при выходе электроустановки из строя. Чаще всего при землетрясениях основное внимание уделяется повреждениям зданий. В зависимости от вида здания, значения для размещенных в здании установок как правило выше значений, которые действуют для частей структуры здания. Поэтому при рассмотрении ущерба от землетрясений целесообразно полагаться только на сейсмостойкость здания, и установки также должны отвечать требованиям по сейсмостойкости.

Сохранение функций установок в том числе при землетрясениях большой магнитуды имеет большое значения для критичных, связанных с безопасностью инфраструктур, например в атомной энергетике. При этом необходимо принять разнообразные меры, которые не рассматриваются в данном White Paper. В частности, в областях телекоммуникаций и ИТ также необходима высокая надежность систем и, соответственно, высокая сейсмостойкость. Одновременно с этим важно сохранение функций в течение определенного времени или быстрое восстановление функций после землетрясения.

Колебания, которые возникают в случае землетрясения, обычно находятся в диапазоне частот от 0,3 Гц до 50 Гц. Нагрузки, которые таким образом действуют на НКУ, могут привести как к нарушениям в работе, так и к структурным повреждениям всей установки. Нарушения в работе можно устранить с минимальными затратами, поэтому НКУ после землетрясения может быть относительно быстро возвращена в эксплуатацию. Типичным примером здесь может быть отсоединившийся контакт или временное короткое замыкание, которое прерывается с помощью имеющихся предохранительных устройств.

Примером других повреждений может быть отсоединение компонентов от несущей шины или монтажной панели в шкафу. Серьезные повреждения НКУ, как правило, приводят к длительным отключениям подачи питания. Они происходят, когда шкаф приходит в движение при землетрясении, отсоединяется его крепление или даже происходит опрокидывание шкафа.

Сюда же относятся структурные повреждения шкафа. Во всех случаях корпуса, например, распределительные шкафы, имеют решающее значение, так как если шкаф не выдерживает землетрясение, то вся установка в любом случае выходит из строя. Поэтому сейсмостойкость корпусов является важным пунктом во всех основных стандартах. Однако эта сейсмостойкость не может рассматриваться отдельно, рассматриваемое здание и все установленные компоненты должны отвечать соответ-

ствующим требованиям. Поэтому недостаточно только использовать подходящий шкаф, если необходимо обеспечить сохранение функциональности после или даже во время землетрясения. Для этого также установленные компоненты должны соответствовать требованиям соответствующего стандарта, а работоспособность системы в целом должна быть проверена в ходе испытания.

5 Обзор нормативной базы

Сейсмостойкость имеет значение в различных областях. Соответственно, в зависимости от технического направления, применяются различные стандарты. В целом стандарты подразделяются по направлениям строительная инженерия, IT и телекоммуникации и электротехника. Кроме того, применяемые стандарты подразделяются в зависимости от географического целевого рынка. Стандарты из области строительства не играют особой роли при создании сейсмостойких НКУ и поэтому детально не рассматриваются в данном документе. Однако, так как электроустановки устанавливаются преимущественно в здании, то такие стандарты также частично имеют влияние. У строительных стандартов часто акцент делается на креплении шкафа к полу. Для проверки крепления к полу необходимо иметь знания о качестве места установки. Поэтому проверка производится специалистом в области строительства. Отдельные стандарты в области электротехники, а также IT и телекоммуникаций имеют в основе строительный стандарт, что выражается в конкретных требованиях к соответствующему оборудованию. Здания могут в целом усилить влияние землетрясений, поэтому амплитуды и ускорения, которые действуют на электроустановку при землетрясении, в отдельных случаях могут быть выше.

Для НКУ и прочих инфраструктур в электротехнике и IT интерес представляют следующие три стандарта: DIN EN/МЭК 60068-3-3, IEEE 693 и Telcordia GR-63-CORE. Другие стандарты, например, из области строительства, при создании НКУ интереса не представляют. Можно исходить из того, что соблюдение требований таких стандартов обеспечивается строительной конструкцией. Только лишь сопряжение строительства и электротехники – соединение между строительной конструкцией и корпусом или распределительным шкафом – играет определенную роль. Это приводит к тому, что в различных стандартах можно также найти ссылки на соответствующие строительные стандарты.

DIN EN/МЭК 60068-3-3

Стандарт МЭК 60068-3-3, который в Германии и Европе действует как DIN EN 60068-3-3 [Веu93], представляет собой в первую очередь руководство по сейсмическим испытаниям электрических устройств. Стандарт предусматривает различие между общим и специальным сейсмическим классом. При этом необходимо использовать специальный сейсмический класс, если имеются сведения о сейсмическом движении по причине географического положения или для здания, в котором должно быть установлено устройством.

IEEE 693

Со стандартом 693 [IEE05] Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) предоставляет документ, который содержит сведения по сейсмостойкости НКУ. При

этом определяются способы испытаний как НКУ целиком, так и отдельных компонентов, например, силовых выключателей. Помимо способов испытаний, в стандарт включены также указания по проектированию НКУ в сейсмостойком исполнении. Указания относятся, например, к зданиям, фундаментам и креплению распределительных шкафов к полу. Соответственно, здесь также имеются ссылки на стандарты из области строительства.

Telcordia GR-63-CORE

Изначально разработанные компанией Bellcore – ныне Telcordia – общие требования для телекоммуникаций GR-63-CORE [Tel02] не являются стандартом как таковым, однако в США они являются очень распространенным требованием при тендерах. Основная идея заключается в том, что установка – например, ЦОД – должна обеспечивать очень высокую статическую надежность. Кроме того, содержатся различные критерии по стойкости, например, к влажности, огню, агрессивным веществам и также к землетрясениям. Документ основан на делении США на зоны (от зоны 0 до зоны 4), где зона 0 означает очень небольшой риск, а зона 4 означает очень высокий риск землетрясений (см. таб. 3). Для того, чтобы обеспечить высокую надежность установки, требования для зоны 4 соответственно выше, чем для зоны 0. Эти требования очень высокие, и поэтому их можно найти также в других стандартах (напр. МЭК 60068-3-3, DIN EN 61587-5 (RRS для одноосного ускорения), ETSI EN 300019-1-3).

6 Типичные методы испытаний

Для размещения установки в сейсмоопасной зоне, имеется два основных пути. Первый путь означает, что вся установка в желаемой конфигурации – в том числе с установленными в шкаф компонентами – проходит испытания в соответствующей лаборатории. Этот путь сопряжен с большими затратами времени и средств, и по опыту Rittal требуется лишь небольшому количеству пользователей. В качестве второй опции, сборщик НКУ использует компоненты (напр. шкаф), для которых доказана принципиальная возможность использования в сейсмоопасных зонах. Для доказательства такой возможности, Rittal провел испытания отдельных экземпляров своих шкафов серии TS 8 в аккредитованных лабораториях. С этой целью шкафы испытываются по определенному методу на принципиальную возможность использования в сейсмоопасных зонах. В последующих разделах детально описывается типичный процесс испытаний распределительных шкафов на сейсмостойкость. Подавляющее большинство пользователей выбирает этот, гораздо менее затратный путь.

Для проверки сейсмостойкости шкафа во всех соответствующих стандартах предписываются испытания на вибростенде. Целью является лабораторное моделирование воздействий при землетрясении – вибраций и ударных нагрузок.

Для этого испытываемый образец монтируется на вибростенде, где он должен выдерживать испытания по предписанной программе. При этом на образце не должно возникнуть структурных повреждений. Это означает, что несущие конструкции не должны быть повреждены, изогнуты, сломаны и т. д. Кроме того, важнейшие соединения не должны разъединяться. Аналогичные требования действуют, например, также для дверей шкафов, шарниров и замков. Дополнительно имеются и функциональные испытания – это означает, что после нагрузки проверяется, чтобы установка выполняла свои функции.

6.1 Различные спектры частот в стандартах

Точные условия испытания меняются от стандарта к стандарту, в частности, в области точного спектра частот и соответствующих ускорений. В качестве примера рассмотрим метод испытаний согласно Telcordia GR-63-CORE. При этом шкаф монтируется на вибростенде, а в центре шкафа и в верхней его части монтируются датчики ускорения и перемещения. Во время испытания шкаф должен иметь соответствующую нагрузку, чтобы он соответствовал смонтированному состоянию. Затем проводятся испытания, в ходе которых проводится определенная программа колебаний, при которых достигаются заданные значения ускорения при частотах в диапазоне от 1 Гц до 50 Гц (так называемый требуемый спектр отклика (RRS)). При этом решающее значение имеет спектр непосредственно на образце – так называемый переданный спектр отклика (TRS), который зависит от испытываемой конструкции, а также от массы и геометрии испытываемого образца. Отклонения измеряются в центре и на верхнем

конце испытуемого образца. Во время испытания это отклонение не может быть больше 75 мм (3 дюйма).

Вышеописанные испытания на вибростенде проводятся во всех трех пространственных направлениях. В GR-63-CORE заданный RRS предусматривает время испытаний в 31 секунду на пространственное направление. Нагрузки, действующие во время испытаний на шкаф, соответствуют нагрузкам при землетрясении силой 8,3 балла по шкале моментных магнитуд.

6.2 Похожие спектры испытаний

Для того, чтобы сравнить требования к испытаниям на вибростенде всех трех соответствующих стандартов, необходимые значения RRS можно внести в диаграмму ускорений-частот (см. рис. 1). При этом видно, что спектры по отдельным стандартам очень похожи, однако в соответствующих областях действуют различные значения ускорений. Кроме того, очевидно, что при сертификации по зоне 4 согласно GR-63-CORE почти полностью удовлетворяются требования двух других стандартов.

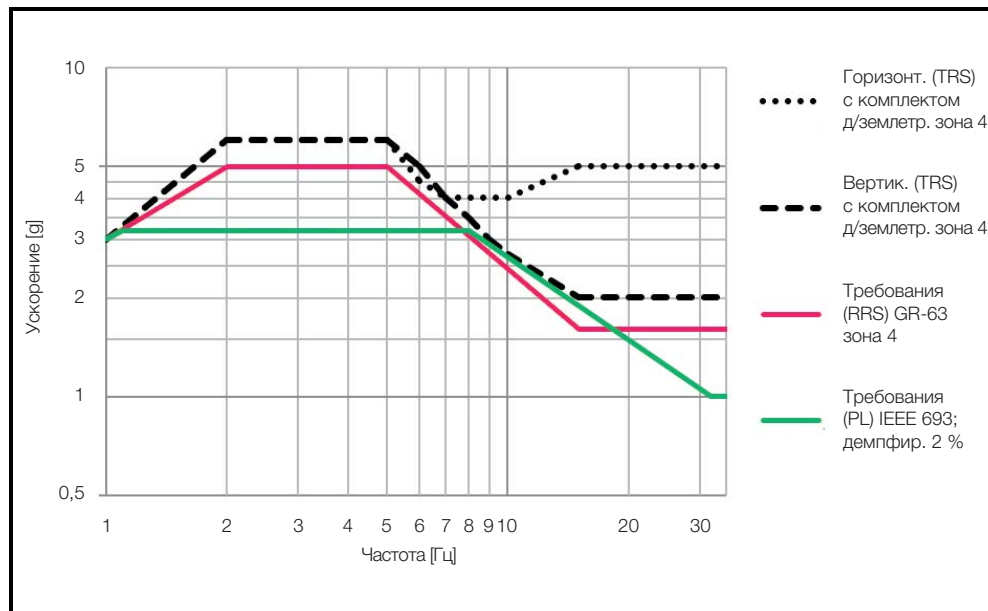


Рисунок 1: Диаграмма ускорений-частот

7 Распределительный шкаф в сейсмостойком исполнении

Для создания устойчивых механических конструкций, способных выдерживать колебания, с незапамятных времен имеется проверенный способ: фахверковая конструкция. Эта конструкция состоит из балок, которые соединены между собой концами и образуют треугольники. При этом на балки действуют исключительно силы растяжения или сжатия, что делает конструкцию очень прочной, и одновременно минимизируется вес. Такой принцип конструкции успешно используется при строительстве домов, мостов и других несущих конструкций. Сегодня максимально возможной жесткости у зданий пытаются достичь массивными бетонными конструкциями. Еще одна альтернатива, которая применяется прежде всего в высотных зданиях – это установка маятника как активного элемента. При движениях вследствие землетрясения происходят колебания маятника, который почти полностью забирает на себя энергию, благодаря чему не возникает повреждений в структуре зданий. Третья возможность заключается в отделении защищаемого объекта от землетрясения. Для этого, например, здание или элемент оснащения устанавливаются на демпферы большого размера, которые амортизируют и демпфируют нагрузки при землетрясении. При этом необходимо, чтобы устанавливаемый на демпферы вес был точно известен, и обеспечен достаточный ход при амортизации/демпфировании.

Фахверковый принцип использует также Rittal, чтобы сделать сейсмостойким свой шкаф TS 8 (см. рис. 2). Выведенный в 1999 г. на рынок стандартный распределительный шкаф, который в прошедшем году был выпущен в 10-миллионном экземпляре, используется по всему миру в разнообразных областях. Прочный распределительный шкаф отличается прежде всего удобством, эффективностью и своим высоким качеством. С помощью опциональных комплектующих для расширения до сейсмостойкого исполнения, конструкция каркаса шкафа может быть усилена, чтобы TS 8 соответствовал высоким требованиям зоны 4 согл. GR-63-CORE. Так называемый комплект для землетрясений состоит из направляющих, которые монтируются по бокам каркаса шкафа и таким образом значительно повышают жесткость. Узловые панели в углах каркаса дополнительно повышают устойчивость. Монтажная панель также усиливается и дополнительно фиксируется с помощью направляющих. Кроме того, доступен более устойчивый цоколь, с помощью которого шкаф может быть надежно закреплен на полу.

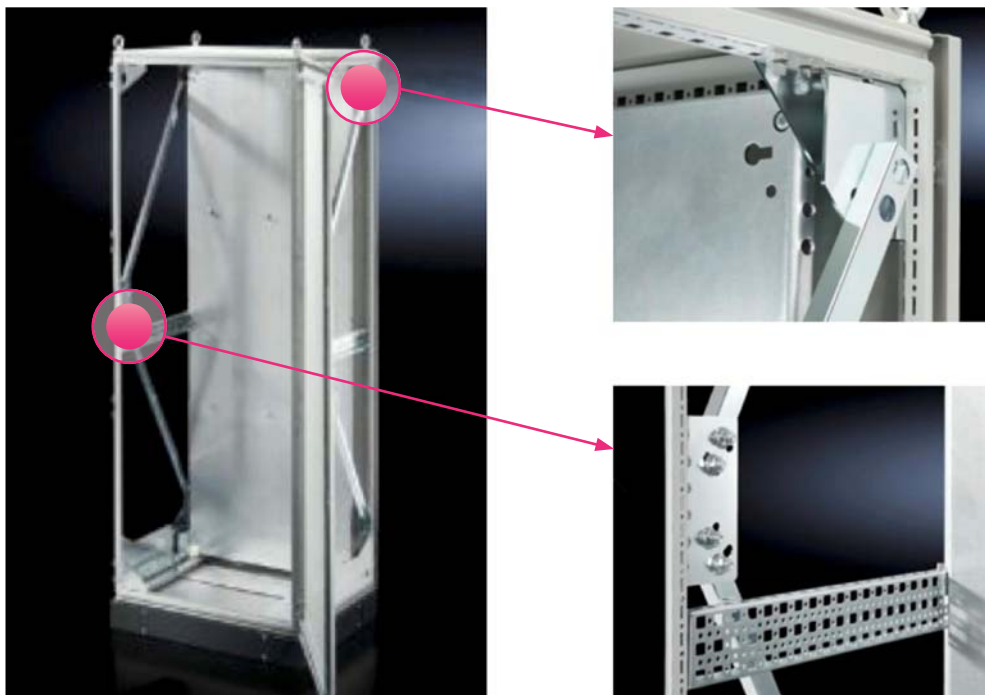


Рисунок 2: Комплектующие для сейсмостойкого расширения для TS 8

Для проверки совместимости с GR-63-CORE, зона 4, стандартный шкаф TS 8 в трех различных типоразмерах был испытан силами независимого института EQE International Ltd. в лаборатории Бристольского университета, а также компанией IABG в Оттобруне. При этом была обеспечена сертификация для зоны 4 с весом установленного оборудования 500 кг на монтажной панели со специальными комплектующими для сейсмостойкого расширения (включающими комплект для землетрясений, сейсмостойкий цоколь и комфортную ручку). Кроме того, было сертифицировано, что TS 8 без специальных комплектующих соответствует требованиям зоны 3 согл. GR-63-CORE. При этом вес смонтированного оборудования составил 152 кг.

Испытания проведены со шкафами TS 8 с размерами 600 мм x 2000 мм x 400 мм, 600 мм x 2000 мм x 600 мм и 800 мм x 2000 мм x 600 мм (ШВГ, см. таб. 4). Строго говоря, сертификация шкафа действует лишь для этих трех типоразмеров с испытанной нагрузкой.

Однако, благодаря испытаниям этих различных вариантов, в сочетании с испытаниями индивидуальных вариантов, можно говорить о принципиальной возможности систематизации конструкции. Это означает, что сейсмостойкими являются и шкафы TS 8, которые имеют и другие размеры.

Следует обратить внимание на граничные условия:

- Стандарт или спектр частот должны быть сопоставимыми (см. см. рис. 1)
- Равномерное распределение веса
- Масса установленного оборудования должна быть меньше или равной массе в испытанных вариантах
- Опорная поверхность больше или равна площади в испытанных вариантах (большая опорная поверхность улучшает отношение плеч рычага)
- Высота не более 2000 мм (или центр тяжести не выше 1000 мм)

Арт. №	Размеры (Ш x В x Г) мм	Меры	Протестированный вес установленного оборудования кг	Стандарт, уровень
8806.500	800 x 2000 x 600	Стандарт	152	Telcordia GR-63-Core, Зона 3
8806.500	800 x 2000 x 600	Комфортная ручка, комплект для землетрясений, сейсмостойкий цоколь	500	Telcordia GR-63-Core, Зона 4
8604.500	600 x 2000 x 400	Комфортная ручка, комплект для землетрясений, сейсмостойкий цоколь	500	Telcordia GR-63-Core, Зона 4
8606.500	600 x 2000 x 600	Комфортная ручка, комплект для землетрясений, сейсмостойкий цоколь	500	Telcordia GR-63-Core, Зона 4

Таблица 4: Протестированные варианты TS 8

Rittal в данном случае готов проконсультировать и разработать качественное решение вместе с клиентом в заданных пределах.

8 Конкретные действия

Когда имеется определенная информация по землетрясениям, возможному ущербу и нормативной базе, остается вопрос: какова последовательность действий при наличии конкретного запроса на сейсмостойкое НКУ? Прежде всего, необходимо уточнить географическое положение, то есть в какой стране и в какой сейсмоопасной зоне будет находиться НКУ. Затем необходимо определить требование лежащего в основе стандарта. Все требования, которые относятся к зданию или креплению НКУ в помещении, должны быть выполнены силами ответственных за строительство и строительные конструкции лиц.

В случае стандартов, приведенных в качестве примера выше, необходимо различать понятия структурной целостности и сохранения функций. Если требуется структурная целостность, как правило бывает достаточным лишь использовать сертифицированный корпус, например, показанный в предыдущем разделе шкаф TS 8 с соответствующими комплектующими для землетрясений.

Разумеется, сохранение функций установки, как иногда требуется, нельзя гарантировать с помощью корпуса или распределительного шкафа. Для этого необходимы обширные испытания. На начальном этапе могут быть проведены структурные расчеты с помощью FEM (метода конечных элементов). При этом важно, чтобы НКУ испытывалось с фактически используемыми компонентами. Распределение установленных компонентов и их вес могут иметь влияние на вибростойкость шкафа. Кроме того, вид монтажа – например, на монтажную панель, на DIN-рейки или на шинные системы – может оказать влияние на свойства. Поэтому при таких требованиях рекомендуется испытывать сейсмостойкие шкафы для конкретного случая применения, то есть с реальными компонентами.

9 Резюме

В зависимости от географического положения, землетрясения представляет собой серьезную опасность для людей и материальных ценностей. Электрические НКУ и ЦОДы не только представляют собой высокую материальную ценность, но и имеют важное значение в технической инфраструктуре и поэтому в сейсмоопасных зонах они должны быть выполнены в сейсмостойком исполнении. Для сохранения функций таких установок в случае землетрясений, корпуса – как правило распределительные и серверные шкафы – играют главную роль. Если происходит их серьезное структурное повреждение, установка не может обеспечивать свои функции.

Поэтому сейсмостойкость корпусов имеет большое значение. Различные стандарты определяют условия, которым должны соответствовать корпуса, чтобы быть сейсмостойкими. При этом в зависимости от применения и географического положения необходимо учитывать различные стандарты. Даже если эти стандарты предполагают различные условия, стандарты схожи в важнейшем испытании: вибрационное испытание на вибростенде, которое моделирует возникающие ускорения при землетрясении. Однако точные спектры частот и ускорений для испытания на вибростенде частично различаются.

Распределительный шкаф Rittal TS 8 с опционально доступными комплектующими для землетрясений испытан согл. Telcordia GR-63-CORE и отвечает максимальным требованиям для зоны 4.

10 Перечень рисунков, таблиц и источников

Перечень рисунков

- Рисунок 1: Диаграмма ускорений-частот 15
Рисунок 2: Комплекующие для сейсмостойкого расширения для TS 8 17

Перечень таблиц

- Таблица 1: Число жертв природных катастроф с 1980 по 2013 г. 4
Таблица 2: Шкала Меркалли в сравнении с японской шкалой JMA 7
Таблица 3: Ускорения земной коры в Европе и США 9
Таблица 4: Протестированные варианты TS 8 18

Список источников

- [Mun14] Munich Re, NatCatSERVICE, 2014 4
[Beu93] DIN IEC 60068-3-3:1993-09 Umweltprüfungen;
Seismische Prüfverfahren für Geräte, Beuth-Verlag 12
[IEE05] IEEE Standard 693 – IEEE Recommended Practice for Seismic
Design of Substations, 2005 12
[Tel02] Telcordia GR-63-CORE Issue 2, 2002 13

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Корпуса
- Электрораспределение
- Контроль микроклимата
- IT-инфраструктура
- ПО и сервис

Здесь Вы можете найти контактную
информацию компании Rittal во всем мире.



www.rittal.com/contact

ООО "Риттал"
Россия · 125252 г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12 (4-й этаж)
Тел.: +7 (495) 775 02 30 · Факс: +7 (495) 775 02 39
E-mail: info@rittal.ru · www.rittal.ru

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

