

Анализ ошибок ГОСТ Р 51321.2, распространяющегося на низковольтные шинопроводы  
Ю.В. Харечко, Y.Kharechko@rambler.ru  
<http://www.kudrinbi.ru/public/203620/index.htm>

член группы поддержки 1 «Термины и определения» технического комитета 64 «Электрические установки и защита от поражения электрическим током» МЭК

ГОСТ Р 51321.2 [1] разработан на основе стандарта МЭК 60439- 2 «Низковольтные сборки коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления. Часть 2. Специальные требования для систем магистральных шин (шинопроводов)» [2] и введен в действие с 1 января 2011 г. ГОСТ Р 51321.2 распространяется на низковольтные шинопроводы, предназначенные для передачи и распределения электроэнергии в электроустановках зданий, а также на специальную арматуру, используемую с шинопроводами. ГОСТ Р 51321.2 применяют совместно с ГОСТ Р 51321.1 [3], в котором изложены общие требования к низковольтным распределительным устройствам и шинопроводам.

К сожалению, ГОСТ Р 51321.2 содержит много терминологических ошибок, начинающихся с названия стандарта. В названии комплекса ГОСТ Р 51321 «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления» вместо корректных терминов «коммутационная аппаратура» и «аппаратура управления» использованы словосочетания «устройства распределения» и «устройства управления» (здесь и далее выделено автором). Более правильно стандарты комплекса ГОСТ Р 51321 именовать так: «Сборки низковольтные коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления».

В п. 2.3.13 ГОСТ Р 51321.2 указано: «Узел ответвления может включать в себя дополнительные устройства, такие как устройства защиты (например, предохранители, разъединители с плавкими предохранителями, автоматические выключатели, автоматические выключатели дифференциального тока), электронное оборудование для связи или дистанционного управления, контакторы, розетки, соединительную арматуру, такую как предварительно смонтированные клеммы с винтовым или безвинтовым креплением, и т.д.».

Процитированные требования существенно отличаются от требований первоисточника – стандарта МЭК 60439- 2 из-за многочисленных терминологических ошибок. Во-первых, в национальной нормативной документации применяют термин «плавкий предохранитель» см., например, ГОСТ Р 50339.0 [4], ГОСТ Р 50030.1 [5] и ГОСТ Р 50345 [6], вместо которого в ГОСТ Р 51321.2 необоснованно использовано слово «предохранитель».

Во-вторых, в рассматриваемых требованиях упомянуты разъединители с плавкими предохранителями, а в первоисточнике указаны предохранитель-выключатель («fuse-switch») и выключатель-предохранитель («switch-fuse»). Эти коммутационные устройства определены в п. 2.5 и 2.6 ГОСТ Р 50030.3 [7] следующим образом:

«выключатель-предохранитель: Выключатель, у которого один или несколько полюсов имеют последовательно соединенный плавкий предохранитель и образуют с ним единое устройство»;

«предохранитель-выключатель: Выключатель, у которого плавкая вставка или держатель с плавкой вставкой образуют подвижный контакт».

В-третьих, в требованиях ГОСТ Р 51321.2 использовано словосочетание «автоматические выключатели дифференциального тока», которое точно соответствует названию защитного устройства, упомянутого в стандарте МЭК 60439- 2 – «residual current circuit-breaker». Однако подобное наименование следует рассматривать как жаргон и его необходимо исключить из употребления в национальной нормативной документации.

В рассматриваемых требованиях можно использовать термин «автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током» («residual current operated circuit-breaker»), который в стандартах МЭК 61008- 1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 1. Общие правила» [8] и МЭК 61009- 1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 1. Общие правила» [9] определен так: механическое коммутационное устройство, разработанное включать, проводить и отключать токи в нормальных рабочих условиях и вызывать размыкание контактов, когда дифференциальный ток достигает заданного значения в определенных условиях. Этот термин использован в ГОСТ Р 51326.1 [10] и ГОСТ Р 51327.1 [11]. Однако более предпочтительно употреблять в нормативных требованиях общий термин «устройство дифференциального тока» см. [12].

В-четвертых, в ГОСТ Р 51321.2 использован термин «клемма»[1] несмотря на то, что ГОСТ 18311 [13], который был введен в действие ещё в 1982 г., признал этот термин недопустимым к применению и предписал использовать в нормативной документации термин «вывод». Однако даже исправленные названия «вывод с винтовым креплением» и «вывод с безвинтовым креплением» не соответствуют наименованиям этих выводов в первоисточнике, в котором они поименованы выводом резьбового типа (screw type terminal) и выводом безрезьбового типа (screwless-type terminal). Первый термин используют, например, в стандартах МЭК 60947- 1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» [14], МЭК 61008- 1, МЭК 61009- 1 и МЭК 60898- 1 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 1. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе» [15], второй термин – в стандарте МЭК 60947- 1. В стандартах МЭК 61008- 1, МЭК 61009- 1 и МЭК 60898- 1 применяют термин «безрезьбовой вывод» («screwless terminal»). В ГОСТ Р 50030.1, ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 также используют название «вывод резьбового типа», которое в ГОСТ Р 50345 [16] ошибочно заменили наименованием «резьбовой вывод». Во всех указанных национальных стандартах применён термин «безрезьбовой вывод».

В требованиях п. 4.9.1 ГОСТ Р 51321.2 использовано некорректное словосочетание «фазовые проводники». В национальной нормативной документации применяют термин «фазный проводник»[2], который во множественном числе именуют фазными проводниками. Этот термин употреблён в п. 2.3.10 и 8.2.1.3, а также в приложении N ГОСТ Р 51321.2. В п. 3.16 ГОСТ Р 50462 [22] приведено следующее определение: «фазный проводник: Линейный проводник, используемый в электрической цепи переменного тока». Термин «линейный проводник» определен в п. 3.3 стандарта так: «Проводник, находящийся под напряжением в нормальном режиме и используемый для передачи и распределения электрической энергии, но не нейтральный проводник или средний проводник».

В п. 4.9.2 ГОСТ Р 51321.2, в частности, указано: «... Изготовитель должен определить следующие значения сопротивления поврежденной петли с тем, чтобы обеспечить возможность расчета токов короткого замыкания и повреждения в каждой точке электрической установки, включающей в себя шинопровод. ...». Представленные требования имеют следующие недостатки, отчасти обусловленные погрешностями терминологии стандартов МЭК.

Во-первых, в требованиях одновременно использованы термины «ток короткого замыкания» и «ток повреждения», которые точно соответствуют терминам в первоисточнике – «short-circuit current» и «fault current». В стандарте МЭК 60439- 1 «... Часть 1. Сборки, полностью и частично прошедшие типовые испытания» [23], на основе которого разработан ГОСТ Р 51321.1, определены следующие термины:

ток короткого замыкания ( $I_c$ ) (цепи сборки) – сверхток, являющийся результатом короткого замыкания вследствие повреждения или неправильного соединения в электрической цепи;

ток повреждения – ток, являющийся результатом повреждения изоляции или перекрытия изоляции;

ток замыкания на землю (earth fault current) – ток повреждения, который протекает в землю.

В ГОСТ Р 51321.1 эти термины определены похоже:

«ток короткого замыкания  $I_c$  в цепи НКУ: Сверхток, появляющийся в результате короткого замыкания вследствие повреждения или неправильного соединения в электрической цепи»;

«ток повреждения: Ток, возникающий в результате пробоя или перекрытия изоляции»;

«ток замыкания на землю: Ток повреждения, проходящий в землю через место замыкания».

Согласно представленным определениям термин «ток повреждения» является общим термином по отношению к двум остальным терминам. Ток замыкания на землю начинает протекать в электрической цепи низковольтной электроустановки при замыкании на землю какой-то её токоведущей части, обусловленном повреждением изоляции последней (более подробно см. [24]). Ток короткого замыкания появляется при коротком замыкании, которое часто происходит из-за повреждения изоляции проводящих частей, находящихся в нормальных условиях под разными электрическими потенциалами, и их замыкании друг на друга.

Одновременное использование в п. 4.9.2 стандарта МЭК 60439- 2 терминов «ток короткого замыкания» и «ток повреждения» привело к некоторой неопределённости его требований. Поэтому и в стандарте МЭК 60439- 2 и в ГОСТ Р 51321.2 вместо термина «ток повреждения» более правильно применять термин «ток замыкания на землю».

Во-вторых, в требованиях п. 4.9.2 ГОСТ Р 51321.2 следовало употребить термин «полное сопротивление», который соответствует термину первоисточника «impedance».

В-третьих, словосочетание «повреждённая петля» (в первоисточнике – «петля повреждения» «fault-loop») целесообразно заменить терминами «петля замыкания на землю» или «цепь замыкания на землю», которые ещё предстоит определить надлежащим образом, чтобы исключить разночтения в национальной нормативной документации.

В п. 7.1.1.1 ГОСТ Р 51321.2 упомянуты фидерные устройства, информация о которых отсутствует в требованиях национального стандарта. В стандарте МЭК 60439- 2 здесь речь идёт об элементе шинпровода, поименованном «busbar trunking feeder unit», который определён в п. 2.3.12. ГОСТ Р 51321.2 следующим образом: «присоединительная секция шинпровода: Секция, служащая в качестве входного блока для присоединения шинпровода к источнику питания. Присоединение к источнику питания может осуществляться как с отключением, так и без отключения источника питания». Поэтому в требованиях п. 7.1.1.1 национального стандарта словосочетание «фидерное устройство» следует заменить термином «присоединительная секция шинпровода».

В п. 7.1.2.3.4 ГОСТ Р 51321.2 приведено следующее требование: «... Элементы шинпровода, снабженные двойной изоляцией, когда отсутствует возможность раздельного испытания основной и дополнительной изоляции, рассматриваются как элементы, имеющие твердую изоляцию. ...», содержащее грубую ошибку. В требованиях первоисточника здесь указана усиленная изоляция[3], которую рассматривают в международной и национальной нормативной документации в качестве эквивалента двойной изоляции[4] по уровню обеспечиваемой ими защиты от поражения электрическим током. То есть в требованиях национального стандарта произведена подмена термина «усиленная изоляция», идентифицирующего меру защиты от поражения электрическим током, словосочетанием «твёрдая изоляция», характеризующим физическое состояние изоляции, что существенно исказило их смысл.

Аналогичная подмена допущена в требованиях п. 7.1.2.3.5 «Длины путей утечки» ГОСТ Р 51321.2, которые установили, что «... Длины путей утечки для твердой изоляции должны иметь значения, превышающие вдвое значения номинального напряжения изоляции, установленного для основной изоляции. ...». Кроме того, термин «длина пути утечки», воспроизведённый в названии пункта и использованный в его требованиях, не соответствует термину «расстояние утечки», применяемому в национальной нормативной документации. ГОСТ Р 51321.1 определил этот термин следующим

образом: «расстояние утечки: Кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя токопроводящими частями[5]. Примечание – Стык между двумя элементами из изоляционного материала считают частью поверхности».

В п. 7.4.2 ГОСТ Р 51321.2 указано: «Крышки или детали, которые выполнены из проводящих или изоляционных материалов и которые предназначены для защиты от удара электрическим током, должны обладать достаточной механической прочностью для обеспечения защиты от поражения электрическим током в процессе нормальной эксплуатации. ...». В этом требовании допущены следующие ошибки. Во-первых, в нём использован термин «защита от удара электрическим током», название которого является буквальным переводом названия термина, используемого в стандартах МЭК – «protection against electric shock». Одновременно в анализируемом требовании употреблён термин «защита от поражения электрическим током»[6], который применяют в национальной нормативной документации. То есть в требовании ГОСТ Р 51321.2 использован один термин с двумя разными названиями. Причём первый раз его употребили так же, как в требовании стандарта МЭК 60439- 2, а второй раз – дополнительно.

Во-вторых, в требованиях ГОСТ Р 51321.2 сказано о нормальной эксплуатации, а в первоисточнике здесь речь идёт о нормальных условиях (normal conditions). Этот термин определён в ГОСТ Р 50571.1 так: «нормальные условия: Условия, при которых все средства защиты являются неповрежденными. Примечание – При нормальных условиях все меры предосторожности для основной защиты (прежде всего – основная изоляция) находятся в неповрежденном состоянии, обеспечивая надлежащую защиту от поражения электрическим током». В ГОСТ Р 51321.2, таким образом, термин, определяющий основополагающие условия обеспечения защиты от поражения электрическим током (более подробно см. [27]), был неправомерно заменён термином, характеризующим условия обслуживания шинпроводов.

В названии п. N.2 «Определение значений активного, реактивного и полного сопротивлений системы в условиях однофазного замыкания (повреждения)» приложения N ГОСТ Р 51321.2 также допущена подобная ошибка. В национальном стандарте указаны условия однофазного замыкания (повреждения), под которыми можно понимать условия возникновения однофазных коротких замыканий, а в стандарте МЭК 60439- 2 – условия повреждения (fault conditions), которые подразумевают наличие единичного или множественных повреждений. В ГОСТ Р 50571.1 определён ещё один термин, определяющий основополагающие условия обеспечения защиты от поражения электрическим током: «условия единичного повреждения: Условия, при которых имеется единичное повреждение какого-то средства защиты. Примечание – В условиях единичного повреждения какая-то мера предосторожности для основной защиты (прежде всего – основная изоляция) находится в поврежденном состоянии, создавая реальные условия поражения электрическим током».

В п. 7.4.3.1.1 ГОСТ Р 51321.2 упомянута цепь защиты установки. В национальной нормативной документации употребляют иной термин «защитная цепь», который соответствует термину «protective circuit», использованному в первоисточнике.

В приложении N «Метод определения электрических характеристик шинпровода путем расчета на основании результатов измерений» ГОСТ Р 51321.2 неправомерно применены словосочетания «однофазный ток» и «трёхфазный ток», что является грубой ошибкой. Однофазными и трёхфазными могут быть электрические системы, электрические сети, электрические установки, электрические цепи и электрическое оборудование. Электрический ток согласно ГОСТ Р 52002 [28] может быть переменным, постоянным, пульсирующим и синусоидальным.

Например, примечание к рис. N.1 ГОСТ Р 51321.2 гласит: «Суммарную активную мощность трехфазной цепи определяют методом двух ваттметров, однако возможно использование других типов ваттметров, например для цепей трехфазного или однофазного тока». В этом примечании стандарта МЭК 60439- 2 сказано о том, что можно использовать другие типы ваттметров такие, как трёхфазные или однофазные.

В примечании к рис. N.2 ГОСТ Р 51321.2 указано: «Для проведения испытаний проводники цепей трехфазного тока соединяют параллельно и закорачивают на обоих концах». В стандарте МЭК 60439- 2

здесь допущена похожая ошибка – использовано некорректное словосочетание «трёхфазные проводники» (three-phase conductors). Однако проводники, как и электрический ток, не могут быть трёхфазными.

Заключение. Указанные выше терминологические ошибки, а также другие ошибки, имеющиеся в ГОСТ Р 51321.2, должны быть исправлены. Для этого следует подготовить и опубликовать поправку к национальному стандарту.

#### Литература

1. ГОСТ Р 51321.2–2009 (МЭК 60439- 2:2005). Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Ч. 2. Дополнительные требования к шинопроводам. – М.: Стандартинформ, 2010.
2. International standard IEC 60439- 2:2005. Low-voltage switchgear and controlgear assemblies. Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways). Edition 3.1. – Geneva: IEC, 2005- 10.
3. ГОСТ Р 51321.1–2007 (МЭК 60439- 1:2004). Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Ч 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2009.
4. ГОСТ Р 50339.0–2003 (МЭК 60269- 1–98). Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2004.
5. ГОСТ Р 50030.1–2007 (МЭК 60947- 1:2004). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 1. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2008.
6. ГОСТ Р 50345–99 (МЭК 60898–95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
7. ГОСТ Р 50030.3–99 (МЭК 60947- 3–99). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и комбинации их с предохранителями. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
8. International standard IEC 61008- 1:2010. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 1: General rules. Edition 3.0. – Geneva: IEC, 2010- 02.
9. International standard IEC 61009- 1:2010. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 1: General rules. Edition 3.0. – Geneva: IEC, 2010- 02.
10. ГОСТ Р 51326.1–99 (МЭК 61008- 1–96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
11. ГОСТ Р 51327.1–99 (МЭК 61009- 1–96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
12. Харечко Ю.В. Понятие «устройство дифференциального тока»// Электрика. 2009. № 10.
13. ГОСТ 18311–80. Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2004.

14. International standard IEC 60947- 1:2007. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2007- 06.
15. International standard IEC 60898- 1:2003. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. Edition 1.2. – Geneva: IEC, 2003- 07.
16. ГОСТ Р 50345–99 (МЭК 60898–95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
17. International standard IEC 60050- 195:1998. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition. – Geneva: IEC, 1998- 08.
18. International standard IEC 60050- 195-am1:2001. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition. Amendment 1. – Geneva: IEC, 2001- 01.
19. International standard IEC 60050- 826:2004. International Electrotechnical Vocabulary. Part 826: Electrical installations. Second edition. – Geneva: IEC, 2004- 08.
20. ГОСТ Р МЭК 60050- 195–2005. Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения. – М: Стандартинформ, 2006.
21. ГОСТ Р МЭК 60050- 826–2009. Установки электрические. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2010.
22. ГОСТ Р 50462–2009 (МЭК 60446:2007). Базовые принципы и принципы безопасности для интерфейса «человек-машина», выполнение и идентификация. Идентификация проводников посредством цветов и буквенно-цифровых обозначений. – М.: Стандартинформ, 2010.
23. International standard IEC 60439- 1:2004. Low-voltage switchgear and controlgear assemblies. Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies. Edition 4.1. – Geneva: IEC, 2004- 04.
24. Харечко Ю.В. Анализ понятий «ток замыкания на землю» и «ток утечки» // Промышленная энергетика. 2009. № 11.
25. International standard IEC 60364- 1:2005. Low-voltage electrical installations. Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2005- 11.
26. ГОСТ Р 50571.1–2009 (МЭК 60364- 1:2005). Электроустановки низковольтные. Ч. 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010.
27. Харечко Ю.В. Анализ понятий, характеризующих нормальный и аварийный режимы оперирования низковольтной электроустановки// Промышленная энергетика. 2010. № 11.
28. ГОСТ Р 52002–2003. Электротехника. Термины и определения основных понятий. М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2003.

[1] Термин «клемма» до сих пор необоснованно применяют в стандартах комплекса ГОСТ Р 50030.

[2] Термин «фазный проводник (в системах переменного тока)» признан недопустимыми стандартом МЭК 60050- 195 «Международный электротехнический словарь. Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током» [17, 18], который определил термин «линейный проводник». В стандарте МЭК 60050- 826 «... Часть 826. Электрические установки» [19] этот запрет продублировали. Однако в стандартах Международной электротехнической комиссии широко применяют термин

«фазный проводник». ГОСТ Р МЭК 60050- 195 [20] и ГОСТ Р МЭК 60050- 826 [21] не запретили применять этот термин.

[3] Усиленная изоляция – изоляция опасных токоведущих частей, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как двойная изоляция.

[4] Двойная изоляция – изоляция, состоящая из основной и дополнительной изоляции. Основная изоляция – изоляция опасных токоведущих частей, предназначенная для обеспечения основной защиты. Дополнительная изоляция – независимая изоляция, применяемая совместно с основной изоляцией и предназначенная для обеспечения защиты при повреждении.

[5] В стандарте МЭК 60439- 1 здесь указаны проводящие части. Согласно требованиям стандарта МЭК 60364- 1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основополагающие принципы, оценка основных характеристик, определения» [25] и разработанного на его основе ГОСТ Р 50571.1 [26] защитный проводник РЕ не является токопроводящей частью. Поэтому использование в ГОСТ Р 51321.1 термина «токопроводящая часть» вместо корректного термина «проводящая часть» является грубой ошибкой.

[6] В ГОСТ Р МЭК 60050- 195 и ГОСТ Р МЭК 60050- 826 термин «защита от поражения электрическим током» определен следующим образом: «Выполнение мер, снижающих риск поражения электрическим током».