1. Технический циркуляр № 6/2004 «О выполнении основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здание»

Технический циркуляр № 6/2006 согласован 12.02.2004 г. руководителем Госэнергонадзора Минтопэнерго России Михайловым С.А. и утвержден 16.02.2004 г. президентом Ассоциации «Росэлектромонтаж» Хомицким Е.Ф.

Введен в действие с 16.02.2004 г.

АССОЦИАЦИЯ «РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР

№ 6 /2004

г. Москва 16 февраля 2004 г.

О выполнении основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здание

К настоящему времени введены в действие главы 1.7 и 7.1 Правил устройства электроустановок, устанавливающие требования к выполнению основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здания. С выходом главы 1.7 ПУЭ утратил силу технический циркуляр № 6-1/200 Ассоциации «Росэлектромонтаж» «О выполнении главной заземляющей шины (ГЗШ) на вводе в электроустановки зданий». Одновременно с выходом главы 1.7 ПУЭ были введены в действие ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92) «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства испытанные полностью или частично. Общие технические условия», ГОСТ Р 51732-2001 «Устройства вводно-распределительные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия» и выпущена новая редакция стандарта МЭК 60364-5-54 (IEC:2002), в которых уточнены требования к выбору сечения и к конструкции нулевых защитных PE-шин в низковольтных комплектных устройствах и электроустановках. Целью настоящего циркуляра является разъяснение по выполнению ряда положений главы 1.7 ПУЭ в части их согласования с требо-

gost.e-ecolog.ru

ваниями вышеуказанных стандартов и конкретные рекомендации по выполнению отдельных элементов основной системы уравнивания потенциалов. В циркуляре также отражены дополнительные требования по выполнению соединений основной системы уравнивания потенциалов с системой молниезащиты, выполняемой по Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

При выполнении основной системы уравнивания потенциалов в зданиях следует руководствоваться следующим:

1. Если здание имеет несколько обособленных вводов, то ГЗШ должна быть выполнена для каждого вводного устройства (ВУ) или вводно-распределительного устройства (ВРУ), а при наличии одной или нескольких встроенных трансформаторных подстанций -- для каждой подстанции. В качестве ГЗШ может быть использована РЕ-шина ВУ, ВРУ или РУНН, при этом все главные заземляющие шины и РЕ-шины НКУ должны соединяться между собой проводниками системы уравнивания потенциалов (магистралью) сечением (с эквивалентной проводимостью), равным сечению меньшей из попарно сопрягаемых шин.

2. Сечение РЕ-шины в вводных устройствах (ВУ, ВРУ) электроустановок зданий и соответственно ГЗШ принимается по ГОСТ Р 51321.1-2000 таблица 4.

Если ГЗШ установлены отдельно и к ним не подключаются нулевые защитные проводники установки, в том числе PEN (PE) проводники питающей линии, то сечение (эквивалентная проводимость) каждой из отдельно установленных ГЗШ принимается равным половине сечения РЕ-шины, наибольшей из всех РЕ-шин, но не менее меньшего из сечений РЕ-шин вводных устройств.

Сечения РЕ-шин

Сечение фазного проводника S, мм^2	Наименьшее сечение РЕ-шины, мм^2
До 16 включительно	S
От 16 до 35 включительно	16
От 35 до 400 включительно	S/2
От 400 до 800 включительно	200
Свыше 800	S/4

Площади поперечного сечения приведены для случая, когда защитные проводники изготовлены из того же материала, что и фаз-

ные проводники. Защитные проводники, изготовленные из других материалов, должны иметь эквивалентную проводимость.

РЕ-шина низковольтных комплектных устройств (НКУ) должна проверяться по нагреву, по максимальному значению рабочего тока в PEN-проводнике (например, в неполнофазных режимах, возникающих при перегорании предохранителей, при наличии третьей гармоники и т.д.). Для ГЗШ, не являющейся РЕ-шиной НКУ, такая проверка не требуется.

3. Сечение главных проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее 6 мм^2 по меди, 16 мм^2 по алюминию и 50 мм^2 по стали. Это условие распространяется и на заземляющие проводники, соединяющие ГЗШ с заземлителями защитного заземления и/или рабочего (функционального) заземления (при их наличии), а также с естественными заземлителями.

Сечения проводников основной системы уравнивания потенциалов, используемых для присоединения к ГЗШ металлических труб коммуникаций, имеющих дополнительную металлическую связь с нейтралью трансформатора и через которые возможно протекание токов короткого замыкания (например, трубопроводы отдельно стоящих насосных, которые питаются от тех же трансформаторов, что и вводы в здание), должны выбираться по термической стойкости в соответствии с п.п. 1.7.113 и 1.7.126 ПУЭ.

Присоединение к заземлителю молниезащиты заземляющих проводников основной системы уравнивания потенциалов и заземляющих проводников от естественных заземлителей (при использовании естественных заземлителей в качестве заземлителей системы молниезащиты) должно производиться в разных местах.

Если имеется специальный контур заземления молниезащиты, к которому подключены молниеотводы, то такой контур также должен подключаться к ГЗШ.

4. При наличии в здании нескольких электрических вводов трубопроводные системы и заземлители рекомендуется подключать к ГЗШ основного ввода.

5. Соединения сторонних проводящих частей с ГЗШ могут выполняться: по радиальной схеме, по магистральной схеме с помощью ответвлений, по смешанной схеме. Трубопроводы одной системы, например прямая и обратная труба центрального отопления, не требуют выполнения отдельных присоединений. В этом случае достаточно

иметь одно ответвление от магистрали или одну радиальную линию, а прямую и обратную трубы достаточно соединить перемычкой сечением, равным сечению проводника системы уравнивания потенциалов.

6. Для проведения измерений сопротивления растекания заземляющего устройства на ГЗШ должно быть предусмотрено разборное соединение заземляющего проводника, подключаемого к заземляющему устройству.

7. В качестве проводников основной системы уравнивания потенциалов в первую очередь следует использовать открыто проложенные неизолированные проводники.

Ввод защитных проводников в НКУ класса защиты 2 следует выполнять изолированными проводниками, поскольку PE-шина в них выполняется изолированной.

8. Отдельно устанавливаемые ГЗШ рекомендуется выполнять из стали. В низковольтных комплектных устройствах PE-шина, как правило, выполняется медной (допускается выполнять из стали, использование алюминия не допускается). Стальные шины должны иметь металлическое покрытие, обеспечивающее выполнение требований ГОСТ 10434 для разборных контактных соединений класса 2. При использовании разных материалов для ГЗШ и для проводников системы уравнивания потенциалов необходимо принять меры по обеспечению надежного электрического соединения.

9. В местах, доступных только квалифицированному электротехническому персоналу, ГЗШ может устанавливаться открыто. В местах, доступных неквалифицированному персоналу, ГЗШ должна иметь защитную оболочку. Степень защиты оболочки выбирается по условиям окружающей среды, но не ниже IP21.

10. ГЗШ на обоих концах должна быть обозначена продольными или поперечными полосами желто-зеленого цвета одинаковой ширины. Изолированные проводники уравнивания потенциалов должны иметь изоляцию, обозначенную желто-зелеными полосами. Неизолированные проводники основной системы уравнивания потенциалов в местах их присоединения к сторонним проводящим частям должны быть обозначены желто-зелеными полосами, например выполненными краской или клейкой двухцветной лентой.

11. Указания по выполнению основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здания должны быть предусмотрены в проектной документации на электроустановку здания.

2. Приложение к ТЦ № 6. Выбор защитных проводников по условию эквивалентной проводимости

В различных нормативных документах, таких как ГОСТ Р 50571.10 (МЭК 364-5-54-80), ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92), ГОСТ Р 51732-2001, глава 1.7 ПУЭ, а также в приведенном выше циркуляре, имеются таблицы по выбору сечения защитных проводников в соответствии с сечением фазных проводников. Все таблицы применимы в случае, когда защитные проводники выполнены из того же металла, что и фазные. Если защитный проводник выполнен из другого металла, нежели фазный, то его сечение должно выбираться из условия обеспечения так называемой эквивалентной проводимости. В перечисленных документах нет расшифровки этого понятия, что приводит к серьезным ошибкам, так как проектировщики электроустановок и разработчики НКУ пересчет ведут по удельному сопротивлению материала проводника. При пересчете сечения по эквивалентной проводимости кроме величины удельного сопротивления должны также учитываться начальная и конечная температура проводника и изоляции, способ прокладки и характеристики окружающей среды. Ниже приводится методика выбора защитных проводников по условию обеспечения эквивалентной проводимости в соответствии с указаниями последней редакции стандарта МЭК IEC 60364-5-54 2002 г. и IEC 60364-4-43 2001 г. Действующие ГОСТ Р 50571.10 и ГОСТ Р 50571.5 подготовлены по стандартам МЭК 1977 и 1980 гг. соответственно и значительно устарели. Таблицы с характеристиками проводников, приведенные в главе 1.7 ПУЭ седьмого издания, взяты из ГОСТ Р 50571.5.

Выбор сечения защитных проводников производится в следующей последовательности:

- определяется сечение S_1 защитного проводника по отношению к фазному, при условии, что защитный проводник выполнен из того же материала, что и фазный;
- определяется сечение защитного проводника, выполненного из материала, отличного от материала фазного проводника, по формуле $S_2 = S_1 \times (k_1/k_2)$, где k_1 – величина коэффициента k для фазного проводника, рассчитанного по формуле (см. ниже) в соответствие с таблицей А.54.1 МЭК 60364-5-54 2002 г. или взятого из таблицы

43А МЭК 60364-4-43 2001 г. в соответствии с материалом проводника и изоляции;

k_2 – величина коэффициента k для защитного проводника, выбранного из таблиц А.54.2-А.54.6 МЭК 60363-5-54 в соответствии с условиями применения.

Расчет коэффициента k

Коэффициент k рассчитывается по следующей формуле:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c\left(\beta + 20^\circ C\right)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{\beta + \theta_i}\right)},$$

где Q – объемная теплоемкость материала проводника, Дж/С мм^3;

β – величина, обратная температурному коэффициенту проводника при 0 °С;

ρ – удельное электрическое сопротивление проводника при 0 °С, Ом·мм;

θ_i – начальная температура проводника, °С;

θ_f – конечная температура, °С.

Таблица А.54.1

Величины параметров для различных материалов

Материал	β, °С	Q_c, Дж/°С·мм^3	ρ_{20}, Ом·мм	$\sqrt{\frac{Q_c\left(\beta + 20^\circ C\right)}{\rho_{20}}}$
Медь	234,5	$3{,}45 \cdot 10^{-3}$	$17{,}241 \cdot 10^{-6}$	226
Алюминий	228	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$28{,}264 \cdot 10^{-6}$	148
Свинец	230	$1{,}45 \cdot 10^{-3}$	$214 \cdot 10^{-6}$	41
Сталь	202	$3{,}8 \cdot 10^{-3}$	$138 \cdot 10^{-6}$	78

Таблица 43А

Величина *k* для фазных проводников

	Материал изоляции					
					Минеральная	
	ПВХ ≤300 мм^2	ПВХ >300 мм^2	сшитый полиэтилен	резина 60 °С	ПВХ	неизолированные
Начальная температура, °С	70	70	90	60	70	105
Конечная температура, °С	160	140	250	200	160	250
Материал проводника:						
медь	115	103	143	141	115	135/115[a]
алюминий	76	68	68	93	-	-
паяные соединения меди	115	-	-	-	-	-

[a] Эта величина применяется для неизолированных проводников, не защищенных от прикосновения

Примечание 1. В стадии рассмотрения находятся значения *k* для:

- проводников малого сечения (особенно для поперечного сечения меньше 10 мм^2);
- продолжительности короткого замыкания более 5 с;
- других типов соединения проводников;
- неизолированных проводников.

Примечание 2. Номинальный ток аппарата защиты от короткого замыкания может быть больше допустимого тока кабеля.

Примечание 3. Вышеуказанные параметры приняты в соответствии МЭК 60724.

Таблица А.54.2

Значение коэффициента *k* для изолированных защитных проводников

Изоляция проводника	Температура, °C[b]		Материал проводника		
			медь	алюминий	сталь
	начальная	конечная	*k*		
70 °C ПВХ	30	160/140[a]	143/133[a]	95/88[a]	52/49[a]
90 °C ПВХ	30	160/140[a]	143/133[a]	95/88[a]	52/49[a]
90 °C сшитый полиэтилен	30	250	176	116	64
60 °C резина	30	200	159	105	58
85 °C резина	30	220	166	110	60
Силиконовая резина	30	350	201	133	73

[a] Нижнее значение дано для ПВХ изоляции проводников сечением более 300 мм^2
[b] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.3

Значение коэффициента *k* для неизолированных защитных проводников, находящихся в контакте с оболочкой кабеля, но проложенных не в общем пучке с другими кабелями

Оболочка кабеля	Температура, °C[a]		Материал проводника		
			медь	алюминий	сталь
	начальная	конечная	*k*		
ПВХ	30	200	159	105	58
Полиэтилен	30	150	138	91	50
Резина	30	220	166	110	60

[a] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.4

Значение коэффициента *k* для защитных проводников, являющихся жилой кабеля или проложенных в одном пучке с другими кабелями или изолированными проводами

Изоляция проводника	Температура, °C[b]		Материал проводника		
			медь	алюминий	сталь
	начальная	конечная	*k*		
70 °C ПВХ	70	160/140[a]	115/103[a]	76/68[a]	42/37[a]
90 °C ПВХ	90	160/140[a]	100/86[a]	66/57[a]	36/31[a]
90 °C сшитый полиэтилен	90	250	143	94	52
60 °C резина	60	200	141	93	51
85 °C резина	85	220	134	89	48
Силиконовая резина	180	350	132	87	47

[a] Нижнее значение дано для ПВХ изоляции проводников сечением более 300 мм^2.
[b] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.5

Значение коэффициента *k* для защитных проводников, таких как металлическая основа брони кабеля, металлическая оболочка кабеля, концентрические проводники и т.п.

Изоляция кабеля	Температура, °C[a]		Материал проводника			
			медь	алюминий	свинец	сталь
	начальная	конечная	*k*			
1	2	3	4	5	6	7
70 °C ПВХ	60	200	141	93		51
90 °C ПВХ	80	200	128	85		46
90 °C сшитый полиэтилен	80	200	128	85		46
60 °C резина	55	200	144	95		52

Окончание табл. А.54.5

1	2	3	4	5	6	7
85 °С резина	75	220	140	93		51
Минеральная поверх ПВХ изоляции	70	200	135	-		-
Минеральная неизолированных проводников	105	250	135	-		-

[a] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724
[b] Указанные величины могут использоваться для неизолированных проводников, не защищенных от прикосновения или находящихся в контакте с горючими материалами.

Таблица А.54.6

Значение коэффициента *k* для неизолированных проводников, когда указанные температуры не создают угрозы повреждения находящимся вблизи материалам

Условия применения	Начальная температура, °С	*k*	Максимальная температура, °С		Максимальная температура, °С	*k*	Максимальная температура, °С
Открыто и на ограниченных участках	30	228	500	125	300	82	500
Нормальные условия	30	159	200	105	200	58	200
Пожароопасные зоны	30	138	150	91	150	50	150

gost.e-ecolog.ru