

Изследване състоянието на електробезопасността на битови потребители

Ивайло Стоянов

Investigation & Strategy Analysis of the Electrical Safety for the Home Consumers: The problems of connected with serviceable limit state of electrical installation LV on home consumers and technical aids for protection against electric shock have been presented in this study. The requirements are shall comply with more than one set of regulations, issued by National Authorities or by recognized private bodies and measures of protection against direct contact and indirect contact to a life part by the different earthing schemes. The SWOT analysis of the used measures of protection and gives recommendations for increase of the electrical safety in the households has been made.

Key words: Electrical Safety Rules, Home Consumers, RCD, Surge Arresters, Safeguard.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Все по-широкото потребление на електроенергия във всички области на човешката дейност и повишаващия се ръст на електрическите уреди в бита и промишлеността водят до повишаване на опасността от поражения от електрически ток на човека. С устройства за защитно изключване се съоръжават всички новостроящи се и реконструирани жилищни сгради. Приложението на устройства за защитно изключване е целесъобразно и оправдано, както по икономически причини така и за по-високо ниво на електробезопасност на хората, надеждност на електроснабдяването и за защита от пожар или производствени аварии вследствие на повреда, във всички видове електрически уредби [4].

Според Наредба №3/09.06.2004 г. за всички жилищни сгради се предвижда използването на устройство за максималнотокова защита или на специално предвиден защитен прекъсвач (ЗП), който изключва всички фази (полюси) на захранващото напрежение при възникване на опасност за поражение от електрически ток, в резултат на дефект на изолация, и се задейства на изключване при достигане на определена стойност на тока с нулева последователност, на корпусното напрежение или на съпротивлението на основна изолация [6]. Посочени са и изискванията към електрозахранването (чл. 1732 и чл. 1753):

- препоръчва се електрозахранването на обзавеждането в жилищни и обществени сгради да се изпълнява по схемата TN-C-S или TN-S.
- в сградите линиите от разпределителните, етажните и апартаментите табла до осветителите за общо осветление, контактните излази и стационарните потребители се изпълняват трипроводни (L, N и PE проводник).

В раздел VII "Защитни мерки за безопасност" са посочени местата, в които трябва да се използват ЗП в жилищни електрически инсталации [6]:

- за защита на токови кръгове, захранващи контактни излази за преносими електрически уреди, ЗП трябва да има номинален ток на сработване не по-голям от 30 mA;
- когато защитата срещу свръхтокове (автоматичен апарат, предпазител) не осигурява времето за автоматично изключване от 0,4 s при номинално напрежение 220/230 V и жилището не е обхванато от система за изравняване на потенциалите задължително се предвижда ЗП;
- за токови кръгове, захранващи контакти в помещения с повишена опасност и особено опасни помещения (напр. бани в жилища и към хотелски стаи), задължително ЗП се избират с номинален ток на сработване не по-голям от 30 mA;
- се препоръчва в жилища като допълнителна защита срещу запалване при съединение със заземени части поставяне на ЗП с ток на сработване до 300 mA.

Пълното изпълнение на изискванията и препоръките в наредбите и стандартите води реконструкция на електрическата инсталация, замяна на съществуващите и вграждане на нови защитни апарати в апартаментните електрически табла. Това води до по-високи инвестиционни разходи, но те са несъизмеримо по-малки от възможните загуби от електричен ток – гибел и травми на хора, изгаряния, пожари и последиците от тях, възникнали поради неизправност в електрическите инсталации и др. Като се има предвид, че стойността на едно защитно устройство е съизмерима с тази на един обикновен електрически уред, а възможните материални и човешки загуби, които биха могли да бъдат избегнати, ако се монтира едно такова устройство, в редица случаи са много големи, то необходимостта от бързо и широко внедряване на съвременни технически средства за защита от ново поколение във всички електрически инсталации е наложителна.

Целта на настоящата статия да се направи анализа степента на защита на хората и материалните ценности при използването на ЗП от токове с нулева последователност (дефектнотоккови защиты) и ограничители на напрежение (катодни отводители) в жилищни електрически инсталации.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За битовите потребители основен фактор за повишаване на електробезопасността имат техническите мерки – използването на автоматични прекъсвачи за защита от свръхтокове, на дефектнотоккови защиты за защита от токове с нулева последователност и на катодни отводители за защита от атмосферни, комутационни и електростатични пренапрежения. Комутационната апаратура трябва да може да осигури [7]:

- електрическа защита от претоварване по ток, от токове на късо съединение и от пробив в изолацията;
- безопасно разединяване от части под напрежение: ясно означено разединяване чрез използване на надежден механичен индикатор или поставен изолационен екран между отворените контакти;
- местна или дистанционна комутация.

Автоматични прекъсвачи и предпазители със стопяема вложка

Автоматичните прекъсвачи (или предпазители със стопяема вложка) са основни комутационни апарати в електрическите уредби. Те осигуряват защита срещу претоварване, късо съединение, пробив в изолацията във всички схеми на заземяване между фазовия и защитния (и/или неутралния за схеми TN) проводник.

Дефектнотоккови защиты

Дефектнотокковите защиты осигуряват защита срещу директен и при индиректен допир на човек или животно до тоководеща част, защита от изгаряния и пожари, възникващи вследствие на повреди в изолацията и неизправности в електрообзавеждането и по-висока осигуреност на електроснабдяването. Тези защиты се отличават с висока чувствителност и мигновено изключване на електрическата уредба при зададен ток на утечка.

Понастоящем в нашите нормативни уредби няма еднозначен термин на тези защиты (използват се различни наименования: защитни прекъсвачи от токове на утечка [8], автоматични прекъсвачи, задействани от остатъчен ток [1], защитни прекъсвачи [6], дефектнотоккови защиты [4] и др.). В чуждоезичната литература се използват следните наименования: Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schutzschalter) в Германия, Disjoncteur Differentiel (DD) във Франция, Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) във Великобритания и Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI) в САЩ. Международната електротехническа комисия (IEC) е приела общо наименование Residual Current Device (RCD) – защитно устройство от “остатъчен” ток.

Захранването на инсталациите с напрежение до 1000 V по схема IT, се изпълнява при забрана за прекъсване на захранващата линия при първото

съединение със земята или върху откритите проводящи части, свързани със системата за изравняване на потенциалите. В такива инсталации за защита при индиректен допир трябва да бъде изпълнено защитно заземяване в съчетание с контрол на изолацията на мрежата или се използват дефектнотоккови защиты с номинален изключващ ток не по-голям от 30 mA.

Захранването на инсталациите до 1000 V, изпълнени по схема TT, се допуска само в случаите, когато условията за електробезопасност в системата TN не могат се осигурят. За защита от индиректен допир в тези инсталации трябва автоматично да се прекъсва захранването и задължително се използват дефектнотоккови защиты. При това гарантираното изключване на захранването на инсталацията трябва да става при поява в достъпните тоководещи части на системата на напрежение не по-голямо от 50 V. Използването на дефектнотоккова защита в този случай намалява значително изискванията към стойността на заземителя (табл. 1).

Таблица 1

Максимално съпротивление за заземителя R_z в зависимост от остатъчния
задействащ ток на дефектнотокковата защита $I_{\Delta n}$

R_z, Ω	5 000	1 650	500	165	100
$I_{\Delta n}, \text{mA}$	10	30	100	300	500

При схема TN-C няма защитно устройство, което да изключи захранването в случай на директен допир до части под напрежение и дефектнотокковата защита в този случай е неприложима. В този случай, при пробив в изолацията върху корпуса на консуматора, в случай на незаземен корпус, устройството за защита не заработва, тъй като липсва верига за протичане на тока на утечка. Това означава, че в разгледания случай в момента на нарушаване на изолацията и възникване на опасен потенциал до момента на изключване на дефектната верига от мрежата съществува период на потенциална опасност от поражения върху човека. Следователно в електрическите инсталации със схема на заземяване TN-C използването на дефектнотоккови защиты е оправдано, доколкото това устройство осигурява ефективна защита от електричен ток.

Системата TN-S осигурява най-добрите условия на електробезопасност при експлоатация на жилищни електрическите инсталации и е най-благоприятна за успешното функциониране на дефектнотокковите защиты.

При повреда в схема IT тока на повреда е малък и не представлява опасност от възникване на пожар.

При схема TN и TT токовете на утечка при повреда на изолацията представляват сериозен риск за възникване на пожар. Според БДС HD 384.4.482 [3] там, където е необходимо този риск да бъде ограничен трябва да се предвиди устройство за защита срещу токове с нулева последователност (дефектнотоккова защита), чийто номинален ток на задействане да не превишава 500 mA. В случай на повреда през импеданс, схемата TN въведена без устройства за защита срещу токове с нулева последователност не осигурява достатъчна защита и се препоръчва да се използва схема TN-S, комбинирана с дефектнотоккова защита.

В електрическа инсталация, изпълнена по схема TN-C има по-голям риск за пожар по електрически причини, отколкото другите схеми на заземяване. Това е така, защото небалансирания ток на консуматорите на електрическа енергия преминава постоянно не само през обединения PEN-проводник, но така също и през естествените заземители, към които той е свързан. При късо съединение, токът през тези метални части на сградата силно нараства, създавайки сериозен риск за възникване на пожар. Ето защо схемата TN-C е неподходяща особено в сгради с повишена вероятност за възникване на пожар и експлозии.

Катодни отводители (арестори)

Ограничителите на напрежение (катодни отводители) ограничават атмосферните (разряди на мълнии и от въздействие на външен източник) и вътрешните (възникват при резонансни явления, при аварии и при комутации на елементи на електрическите вериги) пренапрежения, така че да не надхвърлят допустимото импулсно напрежение за апаратурата и инсталацията.

Пренапреженията от атмосферен характер могат да бъдат разделени на две категории:

- диференциален тип: между два тоководещи проводника (фаза/фаза или фаза/нула) в електрическата инсталация.
- общ тип: между тоководещи проводници (фаза или нула) и земя или заземени части.

Методът на защита от пренапрежения зависи от избраната схема на заземяване (табл. 2).

Таблица 2

Избор на метод на защита с катодни отводители в зависимост от схемата на заземяване [5]

Метод на защита	Схема на заземяване			
	ТТ	TN-S	TN-C	ТТ
Диференциален	+	+		
Общ между фаза и земя	+	+	+	+
Общ между неутрала и земя	+	+		

Защитата от пренапрежение на електрически потребители се изпълнява на три нива в зависимост от категоризация на защитаваната апаратура (табл. 3):

Таблица 3

Категории на защитаваната апаратура НН 230/440 V [2]

Тип на апаратурата	Категория на потребителите			
	I	II	III	IV
	Изчислителна, комуникационна, телевизори, H-Fi техника, аларми.	Хладилници, перални, печки, портативни електроуреди.	Електродвигатели, трансформатори, разпределителни устройства.	Електромери и друга индустриална апаратура.
Ниво на защита $U_{\text{доп}}$, kV	1,5	2,5	4	6

- първо ниво: монтират се в ГРТ или разпределителния трансформаторен пост. Устройствата трябва да отвеждат пренапреженови импулси с мощност, по-голяма от 40 kA, при вълна на импулса 10/350 μ s и ниво на защита $U_{\text{доп}} = 4$ kV. Служат за потенциално изравняване на мълниезащитата и за защита от директно или индиректно попадение на мълния.
- второ ниво: монтират се в локалните ел. табла. Катодните отводители трябва да имат възможност за отвеждане на импулси с мощност не по-малка от 20 kA при вълна на импулса 8/20 μ s и ниво на защита $U_{\text{доп}} = 2,5$ kV. Служат за защита от пренапрежения на електрическата инсталация в обекта и за защита от внесени пренапрежения.
- трето ниво /фина защита/: най-често защитата на това ниво се реализира чрез враждането на защитните апарати в разклонители или в отделни контакти. Защитите от трето ниво трябва да отвеждат пренапреженови импулси с мощност 20 kA при вълна на импулса 8/20 μ s и ниво на защита $U_{\text{доп}} = 1,5$ kV. Предназначението им е да поемат и не допуснат до крайните консуматори импулси вследствие на мълнии и на самоиндукция, възникваща при сработване на защитите от първо и второ ниво.

3. АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТА НА БИТОВИ ПОТРЕБИТЕЛИ

Проведени са анкети със студенти в различни степени на обучение и хора, живеещи в градски и селски райони. Въз основа на тях е направен опит за SWOT-анализ на нивото на електробезопасността на битови потребители.

Силни страни (Strengths)

- ясно изразено желание от хората за използване на защитни устройства;
- добре изградена търговска мрежа с налична защитната апаратура;
- стремеж за информираност и повишаване на квалификацията по електробезопасност;
- наличие на фирми, разполагащи с квалифициран персонал;
- хармонизиране на нашите нормативни документи с европейските;
- обучение по електробезопасност на ученици, студенти и работещи.

Слаби страни (Weaknesses)

- бедност и произтичащата от нея невъзможност да се закупят необходимите и надеждни електрически апарати;
- нарастващ брой на жилищните инсталации, в които ремонтът и замяната се извършва от неквалифициран персонал;
- липса на контрол по време на експлоатация на ел. уредби и съоръжения и основни показатели за електробезопасност в жилищни електрически инсталации;
- наличната защитна апаратура е морално остаряла или заменена с "каквото има";
- отсъствие на единна система за контрол и проверка на електрическите инсталации на битови потребители (както за водомери, топломери и др.);
- наличие на лоши контактни връзки водещи до понижаване качеството на електроснабдяването и повреди на електроуреди;
- преимуществено враждане на съвременни защитни апарати в новоизграждащи се жилища;
- елиминиране (шунтиране) на дефектните защити поради често заработване, причинено от неправилен избор;
- използване на водопроводни тръби за защита по високите етажи. На редица места те се подменят с пластмасови такива;
- липса на защитно зануляване на контактните излази (в схеми TN-C). В централните части на градовете и по селата се срещат контакти, без защитна клема;
- нежелание от страна на потребителите да използват катодни отводители за защита на второ и трето ниво поради сравнително високата им цена.

Възможности за решаване на проблемите (Opportunities)

- тясно взаимодействие между образователната и индустриалната системи;
- рязко увеличаване покупателната способност на хората;
- обучение по електробезопасност на населението, като се използват възможностите на различни европейски програми;
- по-силно и ефективно ангажиране на държавните органи и електроснабдителните дружества с проблемите на електробезопасността на жилищни сгради.

Заплахи (Threats)

- увеличаване броя на пораженията от електричен ток с всички произтичащи от това последици;
- увеличаване броя на пожарите, причинени от повреда в електрическата инсталация;
- ниско ниво на електробезопасност и ненадеждна защита на хората и материалните ценности в жилищата им;

- забавяне развитието на бизнеса поради ниска покупателна способност и нежелание за реконструкция на електрическата инсталация в жилищни сгради.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В съответствие с направеният SWOT-анализ, се формулират някои изводи и начините за решаването им:

- повишаването на електробезопасността на битови потребители е невъзможно без пълноценното включване, участието и индивидуалното развитие на хората;
- осигуряване периодична проверка от държавата на електрическите инсталации на жилищни сгради;
- своевременно информирание на населението за нови методи и технически средства за електробезопасност;
- координиране усилията на обучаващи организации и бизнеса;
- данъчни преференции за инвестиции в изграждане и подмяна на електрическа, мълниезащитна и заземителна инсталации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] БДС EN 61008-1. Автоматични прекъсвачи, задействани от остатъчен ток без интегрална защита срещу свръхток за битова и подобна употреба.

[2] БДС HD 384.4.442 S1:2004. Електрически уредби в сгради. Част 4: Защити за безопасност. Глава 44: Защита срещу пренапрежения. Раздел 442: Защита на уредби за ниско напрежение срещу неизправности между системи за високо напрежение и земя.

[3] БДС HD 384.4.482 S1:2001. Електрически уредби в сгради. Част 4: Защити за безопасност. Глава 48: Избор на защитни мероприятия във функция от външните въздействия. Раздел 482: Защита срещу пожар, където съществува конкретен риск.

[4] Дефектнотоккови защиты. Как да защитим хората и собствеността. Шнайдер Електрик България ЕООД. www.schneider-electric.bg.

[5] Катодни отводители. Сигурна защита. Електрик България ЕООД. www.schneider-electric.bg.

[6] Наредба № 3 от 9 юни 2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии.

[7] Ръководство за електрически уредби, съгласно стандартите на IEC. Schneider Electric, 2008, 454 с.

[8] Сидеров, С., Ст. Етърски, В. Багаров, Пл. Борисов. Справочник по енергетика под общата редакция на проф. д-р Стоян Стоянов, Том 3. ABC Техника, София, 1997, 228 с.

За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Ивайло Стефанов Стоянова, Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 843, e-mail: stoyanov@ru.acad.bg.

Докладът е рецензиран.