

УДК: 621.316.9.064.2

АДАПТАЦИЯ ТИПОВ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ К КЛАССАМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Кудж С.А., ректор, E-mail: rector@mirea.ru

Розанов, В.С., доцент, E-mail: rozanov@mirea.ru

Трубицын А.В., доцент, E-mail: trubitsyn@mira.ru

МГТУ МИРЭА, Москва, Россия

Аннотация: Проведен сравнительный анализ эффективности и целесообразности применения различных типов УЗО, представленных на рынке электротехнической продукции. Сделан вывод о необходимости адаптации типа УЗО для конкретного класса электроустановки. Даны рекомендации по применению определенных типов УЗО для распространенных классов электроустановок с целью обеспечения селективности их работы.

Ключевые слова: Электробезопасность; устройства защитного отключения; сравнительный анализ; селективность; аварийный режим.

PROTECTIVE CUTOUT DEVICES TYPES' ADAPTATION TO COMMON CLASS ELECTRICAL INSTALLATIONS

Kudzh S.A., rector, E-mail: rector@mirea.ru

Rozanov V.S., dozent, E-mail: rozanov@mirea.ru

Trubitsyn A.V., dozent, E-mail: trubitsyn@mirea.ru

Abstract. The comparative analysis has been performed on the efficiency and appropriateness of the use of protective cutout devices of different types available on the electrical products market. We have concluded that there is a need to adapt a protective cutout device type to a particular class of electrical installations. It is therefore best to use the certain types of protective cutout devices for electrical installations of common classes to ensure the selectivity of their work.

Key words: electrical safety, protective cutout device, comparative analysis, selectivity, emergency operation.

Широкое использование электроэнергии во всех областях деятельности человека, неуклонный рост энерговооруженности труда, увеличение количества электроустановок в быту и на производстве не позволяет достичь значительных успехов в решении задач снижения уровня электротравматизма, несмотря на повсеместное внедрение и совершенствование устройств электробезопасности.

Однако, именно повышение эффективности технических средств обеспечения электробезопасности остается одним из основных реальных направлений для дальнейшего снижения электротравматизма. Среди всех существующих технических средств обеспечения электробезопасности применение устройств защитного

отключения (УЗО) общепризнано наиболее эффективным и перспективным в борьбе с электротравматизмом.

По мнению авторов, важным направлением повышения уровня электробезопасности с применением УЗО является использование УЗО конкретного типа, адаптированного к защищаемой электроустановке.

По условиям функционирования УЗО подразделяются на следующие типы: АС, А, В, S, G. Каждый тип УЗО имеет свою область преимущественного применения. Наиболее широкое использование в настоящее время нашли УЗО типов АС. В последнее время стали находить применение также УЗО типов А и S. Сравнительному анализу областей применения вышеназванных УЗО и посвящена настоящая статья. Рассмотрим влияние формы кривой дифференциального тока на функционирование УЗО.

Первичным измерительным преобразователем УЗО является дифференциальный трансформатор тока. Его магнитопровод выполнен таким образом, что в рабочем диапазоне дифференциальных токов параметры УЗО сохраняются, если контролируемый ток имеет форму, близкую к симметричной (ГОСТ Р 51326.1-99 [3]). Если же в этом токе присутствует заметная постоянная составляющая (свыше определенного предела), то она начинает оказывать на магнитопровод подмагничивающее влияние, и параметры УЗО (уставки) оказываются под угрозой выхода из нормируемых пределов. Также нельзя забывать, что дифференциальный ток в сети может возникнуть не только из-за нештатной ситуации (нарушение изоляции, случайное прикосновение и т.п.), но и в нормальном режиме (фоновые токи утечки). Например, если к защищаемому участку электрической сети подключено значительное число электроустановок, содержащих нелинейные элементы и вызывающих постоянные составляющие токов, то функция защиты УЗО типа АС может быть не всегда обеспечена.

Дифференциальный трансформатор УЗО типа А специально рассчитан на пульсирующую форму кривой дифференциального тока, и его функциональность сохраняется во всем рабочем диапазоне значений дифференциальных токов, доля постоянной составляющей в которых не превышает характерной для наиболее распространенной двухполупериодной схемы выпрямления однофазного напряжения (см. Рис. 1). Поэтому такое УЗО способно защищать от поражения током, как при практически симметричном, так и при существенно несимметричном (пульсирующем) аварийном дифференциальном токе.

На рисунке 1 приведены осциллограммы токов в цепях с полупроводниковыми элементами и отмечена возможность применения в этих случаях УЗО типов А или АС [1].

Таким образом, УЗО типа А целесообразно применять для защиты от поражения электрическим током в сетях с электроприемниками, имеющими в своем составе выпрямительные звенья. В последние годы количество таких устройств резко возросло. Это импульсные источники питания, преобразователи различного назначения и т.д. Их номенклатура ширится и в быту и на производстве. По этой причине вероятности возникновения пульсирующего дифференциального тока и поражения им человека возросли, что послужило основанием для применения УЗО типа А.

Схема	Осциллограмма I_H	Осциллограмма I_Δ	Тип УЗО	
			АС	А
			нет	да
			нет	нет
			нет	нет
			нет	да
			нет	да
			нет	да
			нет	нет
			да	да
			да	да

Рис. 1 Осциллограммы токов в цепях с полупроводниковыми элементами

В европейских странах в соответствии с требованиями электротехнических норм последние несколько лет ведется замена УЗО типа АС на тип А. В нашей стране также

началось широкое внедрение УЗО типа А. Этот факт отражен, например, в п. 4.10 до сих пор действующих Временных указаний по применению УЗО в электроустановках жилых зданий (инф. письмо от 29.04.97 № 42-6/9-ЭТ): «В жилых зданиях, как правило, должны применяться УЗО типа А, реагирующие не только на переменные, но и на пульсирующие дифференциальные токи...». Применение УЗО типа АС допускается в случаях, когда заведомо известно, что в зону защиты УЗО не будут входить устройства с выпрямительными звеньями.

В последние годы на рынке электротехнических изделий все большее внимание уделяется селективным УЗО (типа S). Их отличает наличие времени задержки на отключение, что позволяет удовлетворять требованиям селективности.

Корректное функционирование любой электроустановки здания в аварийном режиме можно обеспечить только при селективной работе последовательно включённых УЗО. То есть, при появлении любого тока замыкания на землю первым должно срабатывать УЗО, расположенное ближе к точке замыкания на землю (обычно – в конечной электрической сети), а вторым – УЗО, расположенное ближе к источнику питания (в распределительной электрической сети).

В п. 7.1.73 Правил устройства электроустановок [2] имеется следующее требование: "При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее чем в три раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю".

Однако, как показывает простой анализ, на практике нельзя обеспечить трёхкратное соотношение времени срабатывания у двух, последовательно включённых УЗО общего типа, имеющих уставки, отличающиеся в три раза. Если построить по таблице 1 ГОСТа Р 51326.1-99 [3] график срабатывания двух последовательно включенных УЗО общего типа с уставками 100 и 30мА (рисунок 2), то при дифференциальных токах свыше 50мА вследствие пересечения зон срабатывания селективность не выполняется.

Таким образом, селективное отключение при двух последовательно включённых УЗО может быть обеспечено только в том случае, если время отключения любого дифференциального тока первым УЗО, размещённым ближе к источнику питания, превышает время отключения этого же тока замыкания на землю расположенным за ним вторым УЗО. То есть, как показано на рисунке 3, характеристика срабатывания первого УЗО должна быть расположена «выше» характеристики срабатывания второго УЗО во всём диапазоне дифференциальных токов. Для обеспечения указанного

соотношения характеристик срабатывания в качестве первого следует применять УЗО типа S (селективное), которое срабатывает с задержкой, а в качестве второго – УЗО общего типа, которое срабатывает без временной задержки.

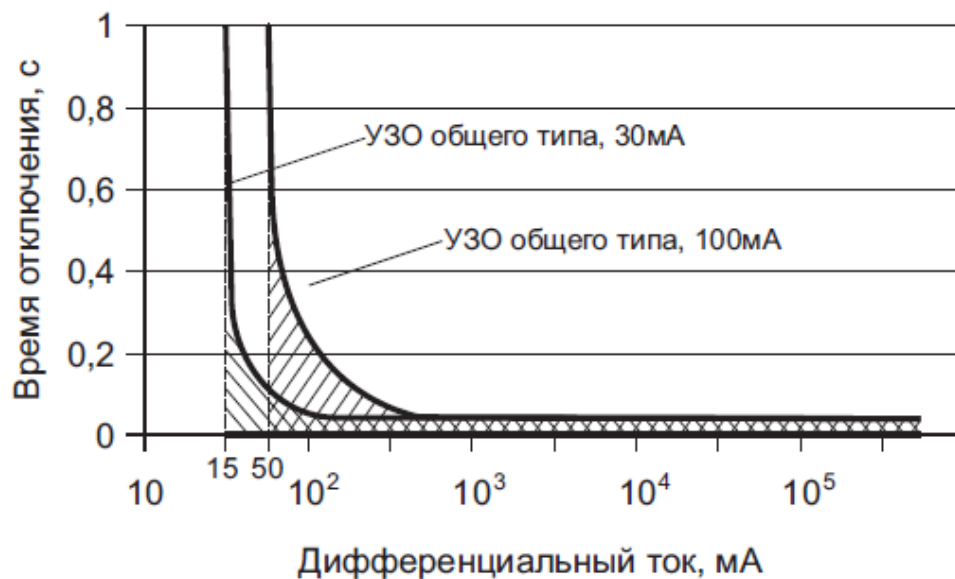


Рис. 2. График срабатывания двух последовательно включённых УЗО общего типа

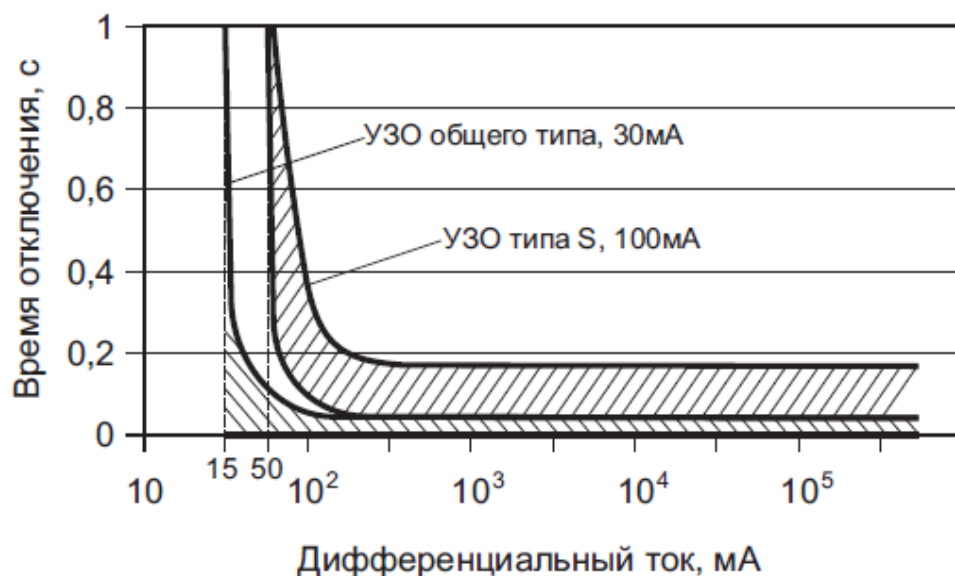


Рис. 3. График срабатывания двух последовательно включённых УЗО типа S и УЗО общего типа

Применение таких УЗО рекомендуется в наружных электроустановках и электроустановках, расположенных в помещениях с неблагоприятной средой (высокая температура, повышенная влажность, наличие химически-агрессивных сред), а также в

электроустановках с повышенной вероятностью несанкционированного доступа к токоведущим частям.

Список литературы

1. Душкин Н.Д., Розанов В.С., Трубицын А.В., Листопад И.И. Контроль и ограничение токов утечки в электроустановках зданий // Приоритетные направления развития науки и техно-логий: доклады X всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии. 2011.

2. Правила устройства электроустановок (7-е изд.). – М.: 2009.

3. ГОСТ Р 51326.1-99 (МЭК 61008-1-96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, быто-вого и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверх-токов. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. Введ. 01.07.2000.

4. ГОСТ Р 51327.1-99 (МЭК 61009-1-96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, быто-вого и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверх-токов. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. Введ. 01.07.2000.