

УДК 621.311.6.03

## СПОСОБЫ ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Швед Г.А.

Научный руководитель - ст. преподаватель Колосова И.В.

Перенапряжение – это напряжение, величина которого превышает допустимое значение, вызванное появлением избытка энергии в электрической сети [1]. Перенапряжение с точки зрения пожарной опасности является одним из наиболее опасных аварийных режимов работы электрооборудования, вызывающих условия, в большинстве случаев достаточные для появления пожароопасных факторов (превышение допустимого значения напряжения приводит к нарушению нормальной работы или возможному возгоранию).

При ухудшении состояния инженерных систем, увеличения энергопотребления и некачественного обслуживания, основными причинами, вызывающими перенапряжения в электрических сетях, являются грозовые проявления (атмосферные перенапряжения), коммутационные переключения, неравномерность нагрузки фаз в электрических сетях промышленных предприятий в частности и т. д. Физическая картина внутренних перенапряжений обусловлена колебательными переходными процессами от начальных к установившимся распределениям напряжения по токоведущим участкам, вследствие различных ситуаций в электрических цепях.

*Атмосферные перенапряжения* считаются одним из наиболее опасных видов аварийных режимов работы электрической сети. Эти перенапряжения возникают в результате разряда молнии при атмосферных осадках путем концентрации электричества на поверхности объекта, заноса потенциала через инженерные токопроводящие сети и системы.

*Внутренние перенапряжения* бывают коммутационными, возникающими вследствие режимных или аварийных переключений высоковольтного оборудования; резонансными - когда электрическая цепь содержит избыточное количество элементов реактивной мощности (срабатывает принцип емкостно-индуктивного колебательного контура).

К существующим группам перенапряжений можно также отнести третью группу, объединяющую *перенапряжения по причинам аварий*, некачественного технического обслуживания и монтажа: обрыва нулевого провода, однофазных коротких замыканий, нарушения правил эксплуатации электроустановок. Перенапряжения третьей группы чаще всего возникают на стадии эксплуатации электрических сетей, где возможны плановые, режимные или аварийные ситуации. Поэтому диапазоны величин перенапряжений определяются границами от нескольких сотен вольт до десятков и сотен киловольт. Последствия воздействия этих негативных факторов на электронное оборудование и электропроводку могут быть фатальными, поэтому электрические сети различного назначения требуют комплексной защиты от перенапряжений с использованием различных типов устройств. При выборе и установке ограничителей перенапряжения и разрядников, уравнивающих потенциалы, необходимо принимать во внимание схемы сети электроснабжения, которые различаются заземлением источников питания и электрических устройств. Обычно применяют следующие типовые схемы: TN-C, TN-C-S, TN-S, TT, IT [3].

Для защиты от перенапряжения применяют множество устройств, среди которых следует выделить [2]:

1. Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), которые ограничивают импульсы перенапряжения и отводят импульсы тока в землю. Уровень напряжения защиты  $U$  является важнейшим параметром, характеризующим УЗИП. Он определяет значение остаточного напряжения, появляющегося на выводах УЗИП вследствие прохождения разрядного тока. Для УЗИП 1-го класса  $U$  не должен превышать 4 кВ, для устройств 2-го класса - 2,5 кВ, для 3-го класса УЗИП устанавливается  $U$  не более 1,5 кВ это тот уровень

микросекундных импульсных перенапряжений, который должна выдерживать микропроцессорная техника.

УЗИП однократно может пропустить, сохранив при этом работоспособность, максимальный разрядный ток - величина импульса тока. Номинальный разрядный ток - величина импульса тока, которую УЗИП может выдержать многократно при условии его остывания до температуры окружающей среды в промежутке между импульсами.

Максимальное длительное рабочее напряжение  $U_c$  - действующее значение напряжения переменного или постоянного тока, которое длительно подается на выводы УЗИП. Оно равно номинальному напряжению с учетом возможного превышения напряжения при различных нештатных режимах работы электрических сетей промышленных предприятий.

Значение номинального тока нагрузки или постоянного тока, протекающего к нагрузке, защищаемой УЗИП важен для устройств защиты от импульсных перенапряжений, подключаемых в электрическую сеть последовательно с защищаемым оборудованием. Так как большинство УЗИП подключаются параллельно цепи, то данный параметр у них не указывается.

Для надежной защиты электрической сети от перенапряжений рекомендуется создание многоуровневой (по крайней мере, трехступенчатой) системы защиты из УЗИП разных классов.

УЗИП класса *B* (тип 1) рассчитано на номинальный разрядный ток 30-60 кА, для защиты при прямом попадании молнии, устанавливается на вводе в здание в главном распределительном щите.

УЗИП класса *C* (тип 2) - на ток 20-40 кА, используется при удаленном ударе молнии или при переключениях в системах электроснабжения, размещаются на вводе электроустановок.

УЗИП класса *D* (тип 3) на ток 5-20 кА, устанавливаются непосредственно возле потребителя.

При создании многоступенчатой системы защиты от перенапряжений следует обеспечить соответствие мощности каждой ступени, т.е. максимальный ток, протекающий через них, не должен превышать их номинальных характеристик. Но в первую очередь необходимо создать эффективную систему заземления.

2. Варисторы - это полупроводниковые резисторы, в работе которых используется эффект уменьшения сопротивления полупроводникового материала при увеличении приложенного напряжения, за счет чего они являются наиболее эффективным и дешевым средством защиты от импульсных напряжений любого вида. Варистор включается параллельно защищаемому оборудованию и при нормальной эксплуатации находится под действием рабочего напряжения защищаемого устройства. В рабочем режиме ток через варистор очень мал, и он в этих условиях представляет собой изолятор. При возникновении импульса напряжения сопротивление варистора резко уменьшается до долей Ома. В этом случае через него кратковременно может протекать ток, достигающий нескольких тысяч ампер. После гашения импульса напряжения он вновь приобретает очень большое сопротивление.

Выбор УЗИП производится в соответствии с принятой системой защиты. При этом обязательно учитываются технические характеристики устройств, которые должны быть приведены в каталоге и нанесены на лицевой части корпуса прибора.

УЗ-6/230, УЭ-18/400 предназначены для защиты электрической сети от кратковременных (до 12 кВ) и длительных перенапряжений, вызванных коммутационными, индуктивными и грозовыми процессами. Устройства, относящиеся к УЗИП 2-го и 3-го классов выполнены на варисторах. Для надежной защиты от длительных перенапряжений, вызванных авариями в электрических сетях, прибор нужно подключать после устройства защитного отключения (УЗО) и заземлять. Только при таком подключении создается ток утечки и обеспечивается срабатывание УЗО.

При установке УЗИП необходимо, чтобы расстояние между соседними ступенями защиты было не менее 10 м по кабелю электропитания. Выполнение этого требования очень важно для правильной последовательности срабатывания защитных устройств. Первая ступень защиты класса *B* монтируется за пределами здания во входном распределительном щите.

3. Разрядник - электрический аппарат, предназначенный для ограничения перенапряжений в электротехнических установках и электрических сетях. Разрядники выпускаются следующих типов: трубчатые, вентильные, магнито-вентильные, разрядники длинно-искровые.

4. Устройство защитного отключения - обеспечивает отключение электроэнергии сети, в случае пробоя утечки тока (если человек взялся за оголенные провода 10-30 мА или если произошло обгорание изоляции - 300мА). Данное устройство рекомендовано для установки при проектировании и реконструкции электрических сетей. Существуют два вида УЗО:

- электромеханические, гарантирует спасение жизни человека при любом напряжении, должны иметь внешний источник питания. Они мало применяются из-за дороговизны;

- электронные, самый распространенный тип, зависящий от напряжения электрической сети, но они не гарантируют спасение жизни человека при пониженном напряжении сети.

5. Датчик превышения напряжения - устройство, созданное специально для защиты от перенапряжений, сконструировано для совместной работы с любыми типами УЗО (на токи утечки 10-300 мА), как для однофазных, так и для трехфазных электрических сетей.

Для защиты от перенапряжений также используются: источники бесперебойного питания, фильтры помех, экранирование электрической проводки, стабилизаторы, стабилизаторы, устройства для защиты от импульсных перенапряжений и т.п. [4].

Обеспечение защиты от перенапряжений является актуальной проблемой, решение которой сказывается на надёжности и безопасности электроснабжения.

#### Литература

1. ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»

2. Гужов, Н.П. Системы электроснабжения / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 382 с.

3. Александров Д. С. Надёжность и качество электроснабжения предприятий: учебное пособие / Д. С. Александров, Е. Ф. Щербаков – Ульяновск: УлГТУ, 2010 – 155 с.

4. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина, Л.Е. Федорова, М.Г. Зименкова, А.Г. Смирнова – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.