

УДК 621.3.052.63

**ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ ДЛЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ. АППАРАТУРА ВЧ
ОБРАБОТКИ**

Фазылов Ильшат Занфирович

студент 1 курса магистратуры

Стоцкий Кирилл Степанович

студент 1 курса магистратуры

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Стоцкая Диана Рашитовна

студент 2 курса бакалавриата, биологический факультет

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

Аннотация. ВЧ-связь (высокочастотная связь) — комплекс оборудования связи, использующего в качестве среды передачи провода и кабели высоковольтных линий электропередачи. Широкое использование каналов ВЧ связи по ЛЭП определяется, во-первых, их относительной дешевизной и, во-вторых, высокой надежностью (благодаря высокой механической надежности самих ЛЭП).

Ключевые слова: ВЧ-связь, электроэнергетика, релейная защита, подстанции

Устройства релейной защиты и системной автоматики являются важным средством обеспечения устойчивой работы энергетических систем и энергообъединений. Во многих случаях невозможно правильно оценить сложившуюся в результате аварии ситуацию на основании только той информации (значения токов, напряжений, перетоков мощностей и др.), которая может быть собрана на данном конце линии и необходима дополнительная информация от других подстанций, на которые заходит данная линия. Для передачи от них информации необходимы каналы связи [1].

Быстрое отключение линии при наличии на ней повреждения, при всем многообразии возможных повреждений в электрической сети, весьма сложно без получения информации от других подстанций, на которые заходит данная линия. То обстоятельство, что для релейной защиты требуется, передача информации с другого конца защищаемого участка, обусловило вид канала связи для обмена информацией — канала высокочастотной связи по проводам линии электропередачи (канал в. ч. связи по ВЛ). Канал в. ч. связи по проводам защищаемой

ВЛ является основным, а в большинстве случаев единственным видом канала связи для релейной защиты.

Высокочастотный кабель

Высокочастотный кабель соединяет выход приемопередатчика с выходом фильтра присоединения. В схемах совмещенных ВЧ каналов кабель от фильтра присоединения прокладывают к приемопередатчику релейной защиты, затем через разделительный фильтр и следующий участок ВЧ кабеля подключают каналы другого назначения.

Как правило, длина кабеля не превосходит 200—300 м, но в некоторых случаях она может составлять до 1 км и более. Эти длины сравнимы с длинами волн передаваемых частот и поэтому ВЧ кабель рассматривают как линию, обладающую волновыми свойствами.

Высокочастотные заградители

Высокочастотные заградители серии ВЗ предназначены для обеспечения передачи сигналов противоаварийной автоматики (ПА), релейной защиты (РЗ), телефонной связи, телемеханики, промодулированных высокой частотой (24-1000 кГц) по фазовому проводу или грозотросу высоковольтной (35-750 кВ) линии электропередачи.

ВЗ необходим для ослабления шунтирующего действия шин подстанций на параметры линейного тракта канала вч связи.

Заградители высокочастотные состоят из реактора, элемента настройки и защитного устройства. В качестве защитного устройства в составе высокочастотных заградителей используются ограничители перенапряжения (ОПН).

Основные характеристики и условия работы ВЧ канала:

- Заданная частота канала;
- Рабочая фаза ВЧ канала;
- Волновые свойства (волновое сопротивление-входное сопротивление ВЧ тракта);
- Отражения ВЧ сигнала;
- Затухание элементов ВЧ тракта –характеризует потери мощности при передаче сигналов по ВЧ тракту $\alpha=10Lg(P1/P2)$, дБ;
- Помехи – вызваны частичными разрядами в изоляции, коронированием проводов, искрением контактных соединений, коммутационными переключениями, дугой КЗ и др.

Обработка ответвлений

Высокочастотные заградители должны включаться в ответвление, не используемое для связи, на расстоянии не более $l \leq 15/f$ (l в км, f в кГц) от точки разветвления ВЛ [2].

Если это затруднительно, то можно устанавливать заградитель на подстанции в конце ответвления, обработав рабочую фазу конденсатором связи и фильтром присоединения.

Кабельная обмотка фильтра присоединения должна быть нагружена на резистор сопротивлением 75—100 Ом.

Защита ВЧ кабеля и фильтра присоединения от перенапряжений

Волны перенапряжений, возникающие на ВЛ при грозовых воздействиях, коммутационных операциях, КЗ на линии и по другим причинам, через конденсатор связи попадают на вход фильтра присоединения и далее на ВЧ кабель и на вход аппаратуры уплотнения.

Для защиты от перенапряжений элементов схемы присоединения и аппаратуры уплотнения между нижней обкладкой конденсатора связи и землей включается вентильный разрядник с пробивным напряжением 2,3—2,8 кВ. Несмотря на наличие этого разрядника на входе ВЧ кабеля могут возникать всплески напряжения с амплитудой, превышающей 1 кВ. Эти всплески напряжения часто бывают причиной повреждения аппаратуры уплотнения — пробоя изоляции линейных цепей, элементов фильтров и др. Амплитуда импульсов перенапряжения на ВЧ кабеле тем больше, чем больше емкость конденсатора связи и чем шире полоса пропускания схемы присоединения.

Специфическим видом перенапряжений в системах присоединения являются перенапряжения, обусловленные явлением выноса потенциала, возникающего при коротких замыканиях на ВЛ. Это явление часто является причиной повреждений кабелей связи, заходящих на энергообъекты.

При КЗ на землю проводов ВЛ, отходящих от шин подстанции, ток КЗ распространяется по толще земли, втекает в контур заземления подстанции и далее в нулевую точку питающего трансформатора. Возникновение выноса потенциала показано на рисунке 1.

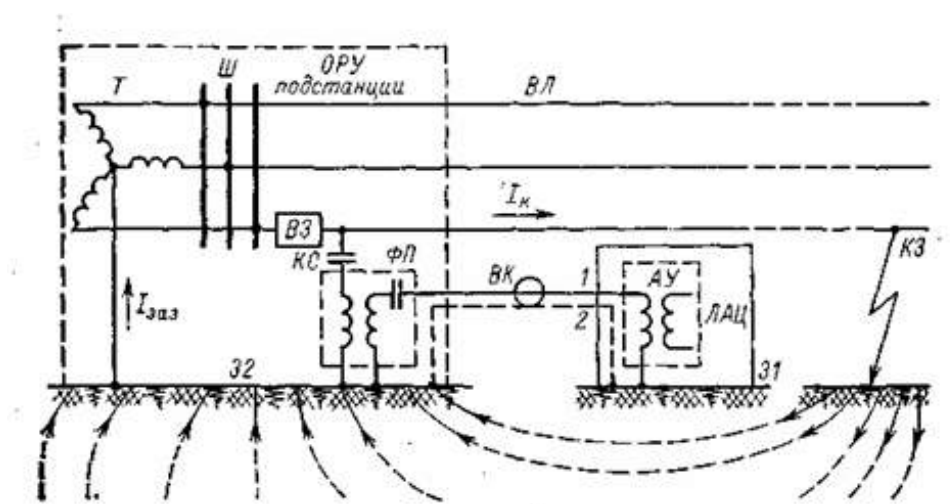


Рисунок 1. Возникновение выноса потенциала

Т-силовой трансформатор;

1-центральный проводник ВЧ кабеля;

2- заземлённый внешний проводник кабеля.

Явление выноса потенциала контура заземления имеет место, когда второй конец кабеля связи, заходящего на территорию подстанции, расположен на объекте, существенно удаленном от контура заземления подстанции. По требованиям правил техники безопасности оболочка кабеля всегда заземляется с обеих сторон: на подстанции — на ее контур заземления и на другом объекте — на местный заземлитель.

Внутренний проводник кабеля 1 в месте установки аппаратуры уплотнения имеет потенциал заземлителя 31, так как он соединен с землей через линейную обмотку трансформатора аппаратуры. По внутреннему проводнику кабеля этот потенциал попадает (выносится) к фильтру присоединения ФП на подстанции.

Поскольку внешний проводник кабеля 2 соединен с заземлителем 32, между проводниками 1 и 2 кабеля вблизи фильтра присоединения возникает напряжение, равное разности потенциалов заземлителей 32 и 31, которое при удалении места заземления 31 на несколько сотен метров может быть близким к значению потенциала на заземлителе 32 [3].

Это напряжение может вызвать пробой изоляции кабеля, повреждение аппаратуры ВЧ уплотнения и представляет опасность для персонала, работающего с аппаратурой.

В качестве меры защиты от выноса потенциала между внутренним и внешним проводниками кабеля на стороне фильтра присоединения включают низковольтный разрядник. При перенапряжении разрядник пробивается и заземляет кабель. При срабатывании разрядника кабель остается закороченным в течение всего периода КЗ. Поэтому включение таких разрядников недопустимо в устройствах присоединения для каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики, и аппаратуру уплотнения этих каналов располагают в пределах контура заземления подстанции.

Использование ВЧ-связи для передачи сигналов релейной защиты и автоматики является по сути единственным возможным, т.к. удовлетворяет требованиям надежности и быстродействия, предъявляемым к этим каналам.

В последнее время в ведомственной сети связи электроэнергетики стали использоваться каналы, использующие волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Тем не менее, представляется весьма вероятным, что в обозримом будущем ВЧ каналы будут достаточно широко использоваться. Можно предположить, что ВЧ каналы будут использоваться на тех участках сети, где требуется передавать ограниченный объем информации и где применение других видов каналов, например, ВОЛС, оказывается экономически неоправданным. Кроме того, ВЧ каналы, как и в настоящее время, будут широко использоваться для передачи сигналов релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Список литературы:

1. Электронный ресурс. <https://dic.academic.ru>. - (Дата обращения: 5.11.2018)
2. СТО 56947007-33.060.40.045-2010 Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ
3. Шкарин Ю.П. Высокочастотные тракты каналов связи по линиям электропередачи. – М., 2001. – 72 с.