

КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ ВВОДОВ 500 КВ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИИ ОЗНАЧЕННОЕ

Д.А. Кабалин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3А

На многих подстанциях, построенных в советское время, устройства релейной защиты и автоматики основного оборудования выполнены на электро-механической базе. Многие реле стоят под напряжением по несколько десятков лет, и разработанная система технического обслуживания и эксплуатации позволяет гарантированно использовать их еще довольно длительное время. Так на подстанции (ПС) 500 кВ Означенное, размещенной на транзите 500 кВ и связанной с выдачей мощности Саяно-Шушенской ГЭС, установлены две группы автотрансформаторов 3хАОДЦТН-267000/500/230У1, устройства РЗА которых выполнены на электро-механической базе. Автотрансформаторные группы 1АТ и 2АТ имеют маслonaполненные вводы с бумажно-масляной изоляцией.

Повреждение изоляции маслonaполненного ввода автотрансформаторов в начальной стадии развивается, как правило, медленно, происходит частичный пробой изоляции между обкладками ввода, увеличивается ток утечки. В дальнейшем повреждение может развиваться быстрее и перейти в короткое замыкание.

В соответствии с [1] для выявления повреждений внутренней изоляции вводов автотрансформаторов (АТ) напряжением 500 кВ в начальной стадии применяют устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Устройство позволяет обнаружить частичный пробой ввода и предотвратить дальнейшее повреждение, сопровождающееся разрушением ввода и пожаром автотрансформатора, отключением автотрансформатора до наступления полного пробоя изоляции ввода.

Принцип действия устройства КИВ основан на измерении суммы трехфазной системы емкостных токов первой гармоники, протекающих под воздействием рабочего напряжения через изоляцию трех вводов, включенных в разные фазы. Когда ввода исправны, сумма токов в измерительной цепи КИВ равна (близка) нулю ($I_{\text{нб}} \approx 0$). При неисправности ввода (частичном пробое изоляции или при увеличении активного тока утечки во время развития пробоя) в предварительно сбалансированной сумме токов появляется составляющая промышленной частоты, на которую и реагирует устройство. В зависимости от величины этой составляющей КИВ действует на сигнал или на отключение трансформатора.

Устройство КИВ 500 кВ состоит из:

- потенциального измерителя напряжения (ПИН), установленного на каждом вводе 500 кВ;
- согласующего трансформатора ТПС-0,66;
- разрядника ТПС;

- испытательного блока (рубильника) для коммутации и заземления цепей, связывающих согласующий трансформатор с контролируемыми вводами;
- релейного блока (блок-реле КИВ-500Р).

Все элементы устройства КИВ, кроме релейного блока, расположены на ОРУ-500 кВ. Блок-реле КИВ-500Р установлен на панели 11Р в релейном зале.

Присоединение КИВ к выводам ПИН осуществляется через согласующий трансформатор (с коэффициентом трансформации $K_t = 1/13$) с ответвлениями в первичной обмотке для выравнивания м.д.с., создаваемых токами каждой фазы, и снижения тока небаланса во вторичной обмотке до минимального значения.

Для защиты согласующего трансформатора от перенапряжения на выводах ПИН установлены разрядники.

Согласующий трансформатор установлен в шкафу около ящиков зажимов автотрансформатора.

Вторичная обмотка согласующего трансформатора подключена к устройству контроля изоляции, выполненному в блоке электромеханической типа КИВ-500Р.

Устройство КИВ-500Р состоит из трех элементов: чувствительного (сигнального), грубого (отключающего) и измерительного (рис.1).

Сигнальный элемент имеет возможность перевода действия с «сигнала» на «отключение». Отключающий элемент может быть введён на «отключение» или на «сигнал». В сигнальный элемент входит трансформатор тока ТА3, фильтр высших гармоник (Др, С1-С4) и реагирующий орган-реле РТ1, включенный через выпрямитель VD. Отключающий элемент включен через трансформатор тока ТА2 и состоит из фильтра высших гармоник С5, С6, резистора R7 и реагирующего органа-реле РТ2.

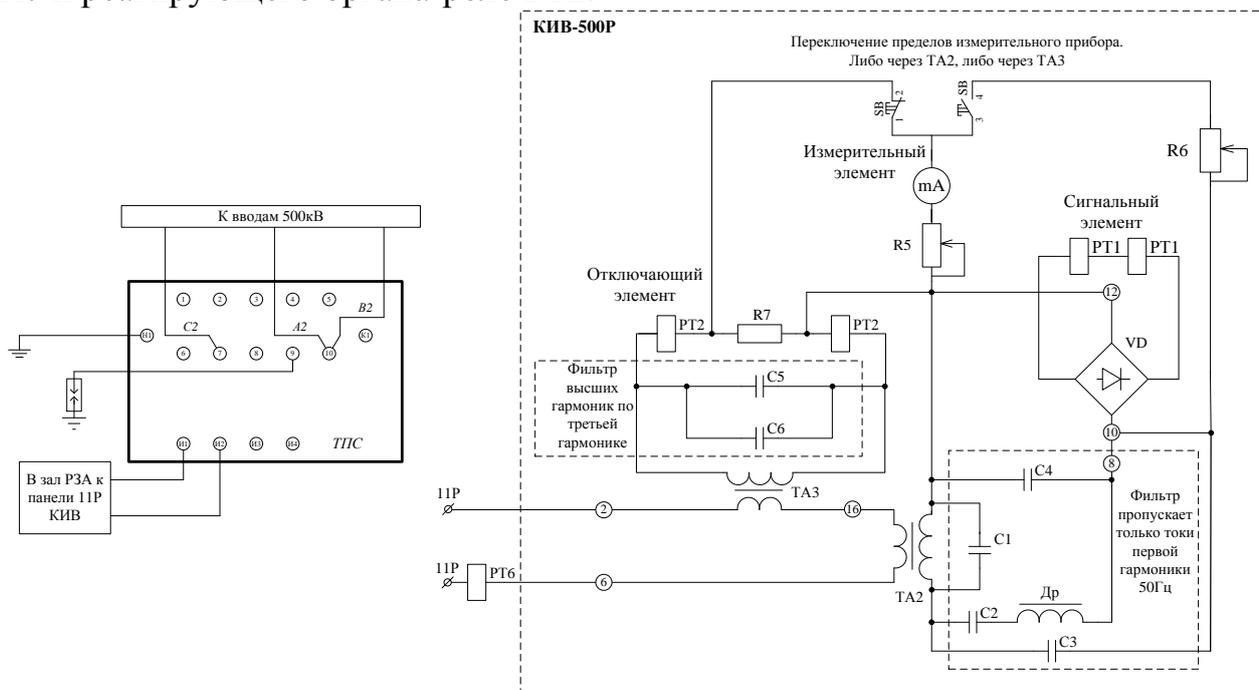


Рис. 1. Схема КИВ-500

Основным элементом является сигнальный элемент.

Срабатывание сигнального элемента указывает на начавшееся прогрессирующее повреждение изоляции высоковольтного ввода и необходимости быстрого отключения АТ (еще до срабатывания отключающего элемента). При нарушении изоляции вводов происходит срабатывание сигнального элемента с выдержкой времени, превышающей максимальную выдержку времени резервных защит прилегающей сети. Выдержка времени сигнального элемента принята 7,5 секунды для 1АТ и 2АТ.

Срабатывание сигнального элемента КИВ-500 происходит при токе утечки равном $5\div 7\%$ номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания для сигнального элемента КИВ-500 1АТ и 2АТ принята равной 4,07 мА, а с учетом коэффициента трансформации согласующего трансформатора (равного 1/13) значение тока во вторичной обмотке составляет 53 мА.

При дальнейшем повреждении изоляции (увеличение тока утечки) срабатывает отключающий элемент, отстраиваемый по времени от быстродействующих защит. Выдержка времени отключающего элемента принята равной 1,2 секунды для 1АТ и 2АТ. Причем, работа реле времени отключающего элемента разрешается только после срабатывания реле времени сигнального элемента.

Срабатывание отключающего элемента КИВ-500 происходит при токе утечки равном $20\div 25\%$ от номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания этого элемента для 1АТ и 2АТ принята равной 14,56 мА, значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора составляет 189,3 мА ($K_t = 1/13$).

При одновременной работе сигнального элемента КИВ-500 с выдержкой времени и ДЗО - 500 любого из комплектов соответствующего автотрансформатора, происходит пуск системы пожаротушения фазы, на которой произошло повреждение высоковольтного ввода.

Измерительный элемент представляет собой миллиамперметр, позволяющий определять характер изменения емкостных токов вводов 500 кВ. Миллиамперметр с помощью кнопки (SB) может подключаться к сигнальному или отключающему элементу. Шкала прибора: при нажатой кнопке – 50 мА, при отпущенной кнопке – 400 мА. Шкала прибора отградуирована на значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора. Для определения реального тока небаланса пользуются таблицей пересчета, вывешенной на панели 11Р.

Для исключения ложной работы отключающего элемента КИВ-500, при повреждениях в цепях соединительных проводов согласующего трансформатора и ввода 500кВ, выполнена блокировка (посредством токового реле РТ6), которая выводит из действия отключающий элемент, при этом сигнальный элемент остается в работе. Устройство блокировки запрещает действие отключающего элемента при резком изменении тока утечки вводов – от нормальной величины тока небаланса до величины большей уставки срабатывания блокирующего реле, и не блокирует отключающий элемент при медленном увеличении тока утечки во время повреждения изоляции ввода.

При параллельной работе двух автотрансформаторов предусмотрено отключение АТ от сигнального элемента КИВ-500 для предотвращения дальнейшего разрушения изоляции высоковольтного ввода.

Срабатывание блокирующего реле КИВ-500 происходит при токе утечки в первичной обмотке согласующего трансформатора равном $60 \div 70\%$ номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания этого реле для 1АТ и 2АТ принята равной 40,76мА, значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора составляет 530 мА ($K_T = 1/13$).

При работе КИВ-500 1АТ (2АТ) на отключение, автотрансформатор отключается со всех сторон с запретом АПВ.

Ввод в работу (вывод из) работы КИВ-500 осуществляется накладками на панели 11Р. При срабатывании сигнального, отключающего или сигнального элемента на отключение элемента выпадают соответствующие флажки реле на панели 11Р в блоке КИВ-500Р. При этом работает предупредительная звуковая сигнализация и световая сигнализация на соответствующих табло.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила устройства электроустановок. — Москва: КноРус, 2010. — 488 с. — Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 апреля 2010 г.
2. А. М. Федосеев, М. А. Федосеев. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 528 с.: ил.
3. Инструкция по эксплуатации и оперативному обслуживанию устройств РЗА автотрансформаторов 1АТ (2АТ) ПС 500 кВ Означенное.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ВЛИЯНИЕ НАСТРОЕК АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

С.В. Свечкарев¹, А.С. Васильев², М.В. Рыбакова³, Р.А. Алехин⁴, В. Valov⁵
^{1,2,3,4}Томский политехнический университет

^{1,2,3}ЭНИН, ЭЭС, ³группа 5АМ5А, ⁴ЭНИН, ЭСИЭ, группа 5АМ5Д

⁵Research Institute Fraunhofer IWES, GERMANY, Dr./OAK Moscow

С точки зрения моделирования динамических процессов современные электрические сети являются наиболее сложными системами, созданными человеком. Это обуславливается единством, одновременностью и непрерывностью процессов генерации, распределения и потребления электроэнергии всеми участниками данного процесса.