

Таким образом, финансовые стимулы, вроде кредитов с низкой процентной ставкой, частичное списание долгов и гранты, оказались в Германии более привлекательными в отношении существующих зданий, поскольку стоимость мероприятий по их модернизации превышает строительство новых объектов, что подталкивает другие страны следовать примеру KfW, а также заключать сотрудничество с данным государственным банком [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Yeatts D. et al. A systematic review of strategies for overcoming the barriers to energy-efficient technologies in buildings // Energy research & social science. - 2017.- N 2.- С. 76-85.
2. Grossmann K., Huning S. Displacement through energy-efficient retrofitting? Impacts, actors and policies // Congreso Internacional Contested-Cities. - Madrid: Publicaciones Contested, 2016.- N 3.- С. 1-12.
3. Fastenrath S., Braun B. Sustainability transition pathways in the building sector: Energy efficient building in Freiburg (Germany) // Applied Geography. - 2018.- N 1.- С. 339-349.
4. Hennes R. Financing energy efficiency in the residential sector: lessons learnt from Germany and emerging economies // Materials on Development Finance. - 2018.- N 9.- С. 1-39.
5. Galvin R., Sunikka-Blank M. Economic viability in thermal retrofit policies: Learning from ten years of experience in Germany // Energy Policy. - 2013.- N 1.- С. 343-351.

Научный руководитель: А.М. Гатауллин, к.т.н., доцент КГЭУ.

ДИАГНОСТИКА АКТИВНЫХ ЧАСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОГО ИМПУЛЬСНОГО ДЕФЕКТОГРАФИРОВАНИЯ

Тан Лян

Томский политехнический университет
ИШЭ, ОЭЭ группа 5АМ09

Вопрос поддержания работоспособности силового трансформаторного оборудования является очень актуальным в современной электроэнергетике. Важным аспектом решения данного вопроса выступает надежная и качественная диагностика основных узлов оборудования, прежде всего силовых трансформаторов. Данный вид высоковольтного оборудования является ответственным элементом электроэнергетической системы. Проблемным местом оборудования данного класса является активная часть, включающая обмотки высокого и низкого напряжения, магнитопровод и устройства переключения. К устройствам переключения относятся устройство регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой (РПН) и переключения без возбуждения (ПВВ). Традиционные

методы и средства проверки и контроля состояния РПН и ПБВ недостаточно соответствуют требованиям сетей завтрашнего дня (Smart Grids).

Целью результатов исследований, представленных в данной работе, является разработка метода контроля состояния ПБВ и РПН на основе импульсного метода контроля трансформаторов, известного как метод низковольтных импульсов (НВИ) [1]. Указанный метод активно развивался в сетях России и получил название импульсное дефектографирование [2, 3].

В настоящее время используемый метод проверки состояния ПБВ, при измерении сопротивления обмоток трансформатора постоянному току сводится к установлению соответствия измеренных значений сопротивления постоянному току нормативным во всех положениях ПБВ, проверке правильности присоединения отводов регулировочной части обмотки к переключающему устройству. Погрешность и ошибки при использовании этой методики довольно высоки.

Основная цель экспериментов, результаты которых представлены ниже, выявить принципиальную возможность контроля контактов ПБВ трансформатора на основе импульса, подаваемого на обследуемый контакт ПБВ или РПН. Принцип диагностики данным методом состоит в сравнении импульсной картины, получаемой при подаче импульсного сигнала с крутым фронтом по форме близкой к прямоугольной. Разница, появляющаяся при сравнении, служит подтверждением наличия дефектного состояния системы [3-5].

Схема контроля состояния ПБВ реализуется следующим образом. На одну сторону контактной группы ПБВ подается зондирующий прямоугольный импульс амплитудой 200 В и длительностью 520 нс с крутым фронтом. С другой стороны контактной группы, регистрируется импульсный сигнал, прошедший через контактную группу. Один контакт был исправным, другой содержал искусственные включения на поверхности контактов на уровне дефекта. Вывод о состоянии контактов делается не только на основе анализа формы, длительности сигнала отклика, который представляет собой зондирующий импульс, спектр которого содержит информацию о изменениях, произошедших под воздействием эксплуатационных факторов. На рисунках 1 и 2 приведены импульсные сигналы длительностью 520 нс, подаваемых на вход контактной группы.

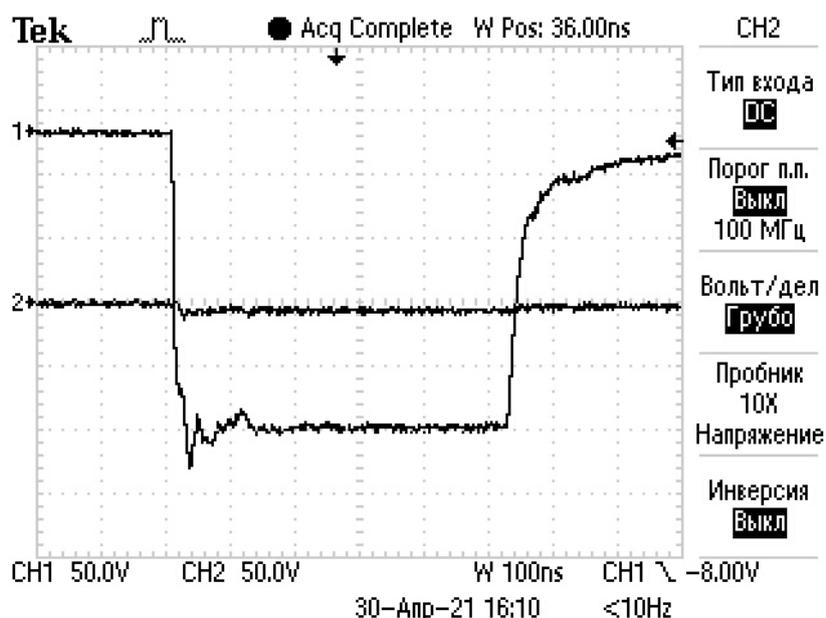


Рис. 1. Осциллограмма импульса 520 нс здорового контакта ПБВ

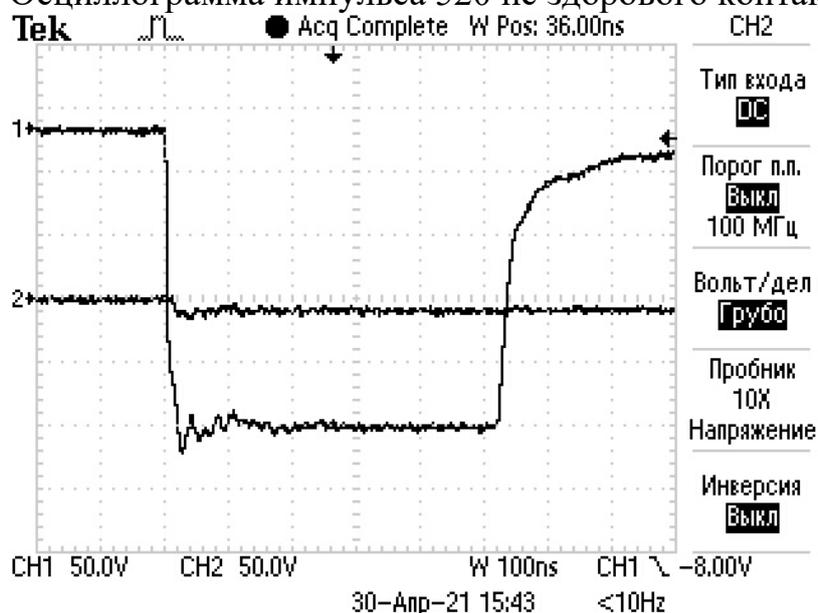


Рис. 2. Осциллограмма импульса 520 нс дефектного контакта ПБВ

Как следует из приведенных выше осциллограмм, форма и внешний вид импульсного сигнала, не позволяют произвести сравнения. Сигналы идентичны и выглядят одинаково. Для детального анализа необходимо получить частотные спектры этих сигналов и сравнить их между собой. На рисунках 3 и 4, представлены отношения частотных спектров, для осциллограмм импульсных сигналов для рисунков 1 и 2.

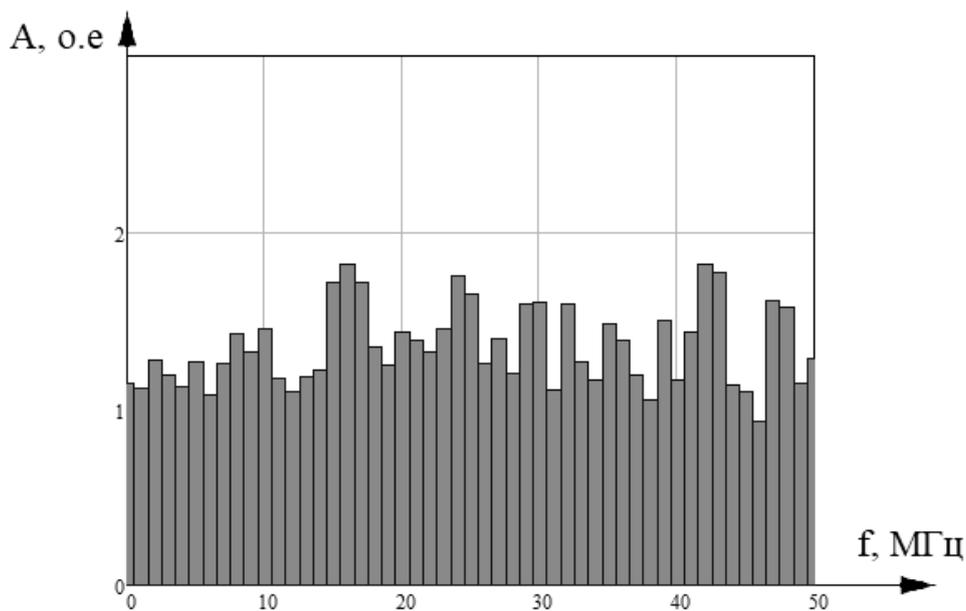


Рис. 3. Спектр импульса для случая исправного контакта

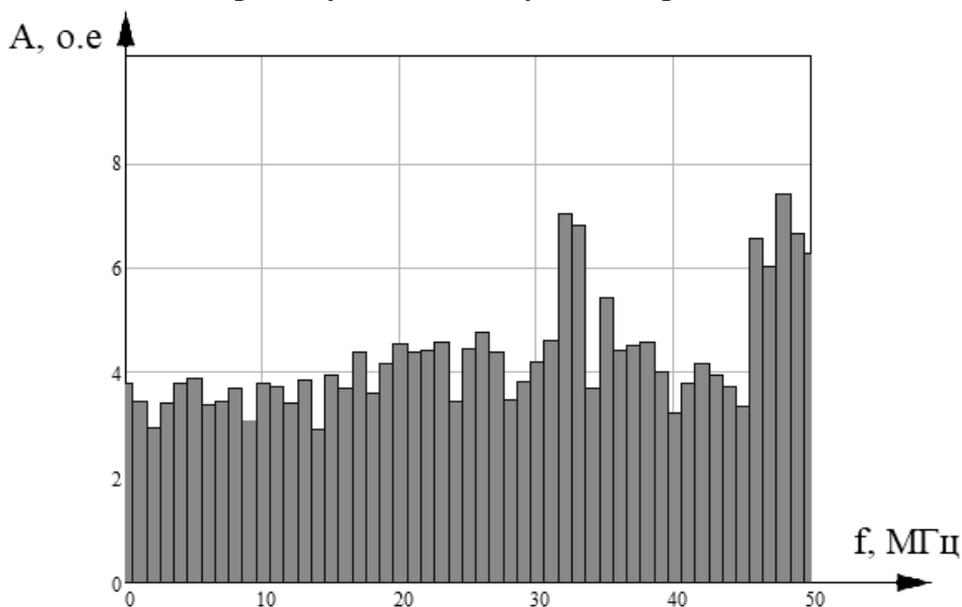


Рис. 4. Спектр импульса для случая дефектного контакта

Как следует из представленных спектров, возрастание амплитуды отношения сигналов до уровня 6,6 – 7,7 в диапазоне частот 32 – 48 МГц, свидетельствует о наличии дефекта в контакте.

Таким образом метод импульсного дефектографирования, является вполне эффективным для выявления дефектов устройств ПБВ и РПН высоковольтных силовых трансформаторов. Инновационный подход состоит в применении только одного импульса в отличии от двух в традиционном методе НВИ. Это делает нашу технологию более удобной, простой и надежной, что в полной мере соответствует требованиям электрических сетей будущего.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лех В., Тымински Л. Новый метод индикации повреждений при испытании трансформаторов на динамическую прочность // *Электричество* – 1966. – Т. 1. – № 1. – С. 77–81.
2. Хренников А.Ю., Киков О.М. Диагностика силовых трансформаторов в Самараэнерго методом низковольтных импульсов // *Электрические станции* – 2003. – № 11. – С. 49–51.
3. Аликин С.В., Дробышевский А.А., Левицкая Е.И., Филатова М.А. Диагностика обмоток силовых трансформаторов методом низковольтных импульсов // *Электротехника* – 1991. – № 12. – С. 30–35.
4. Lavrinovich V.A, Mytnikov A.V. Development of pulsed method for diagnostics of transformer windings based on short probe impulse // *IEEE Transaction on Dielectric Electrical Insulation* – 2015. – V. 22. – N. 4. – p. 2041–2045.
5. Lavrinovich V.A, Mytnikov A.V, Hongda Li. Advanced technology of transformer winding condition control based on nanosecond probing impulse // *Resource-Efficient Technologies* – 2016. – V. 2. – N. 3. – p. 111–117.

Научный руководитель: А.В. Мытников, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М.А. Тригуб

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Вопросы применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в различных сферах жизни постоянно остаются актуальными. Особенно это касается сельского хозяйства, развитие которого сложно себе представить без экономически эффективного, надежного и качественного электроснабжения.

Использование разнообразных альтернативных источников энергии таких как солнце (солнечная энергетика), ветер (ветряная энергетика), биомасса (биогазовая энергетика), вода (гидроэнергетика), тепло недр Земли (геотермальная энергетика) дают возможность обеспечить сельское хозяйство энергией в том числе и для мест с децентрализованным энергоснабжением. Вложение инвестиций в данные решения позволит сократить затраты на электроэнергию (ЭЭ), топливо, повысить рентабельность и обеспечить экологическую безопасность. Однако основной вопрос в данном случае, «рациональная» эксплуатация земель, по причине каждодневного роста спроса на продукты питания за счет роста численности населения из-за чего может возникнуть продовольственный кризис. Не редко бывает так, что площадь сельскохозяйственных угодий используется для строительства объектов ВИЭ, что приводит к сокращению потенциально плодородных земель. Данная ситуация наиболее характерна для солнечной энергетики, а именно солнечных батарей под которые отводятся гектары земель,