

В результате работы были проанализированы осциллограммы ЭДС ХХ, напряжения и токов в длительном ($J=2,5 \text{ А/мм}^2$), и в импульсном ($J=25 \text{ А/мм}^2$) режиме работы.

Таблица 3. Результаты анализа мотор/генератора в различных режимах

Параметр	Значение
f, Гц	667
Iкз, А	17,2
Eхх, В	130
Iн (импульсный режим), А	12,4
Iн (длительный), А	3,8
ω , рад/с	1047
P (длительный/импульсный режим), кВт	1,42 / 2,86
η (длительный/импульсный режим)	0,97 / 0,85

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Assessment of Energy Storage Systems for Multiple Grid Service Provision / J. Ramakrishnan, S. Hashemi, C. Træholt // 2020 IEEE 14th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG). –Setubal, Portugal. – 2020. – P. 333–339.
2. Power Smoothing Control of DFIG Based Wind Turbine using Flywheel Energy Storage System / M. Nadour, A. Essadki, T. Nasser // 2020 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT). – Rabat, Morocco. – 2020. – P. 1–7.
3. Electromagnetic Characteristic Analysis and Optimization Design of a Novel HTS Coreless Induction Motor For High-Speed Operation / B. Liu, R. Badcock, H. Shu, L. Tan, J. Fang // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – Vol. 28, no. 4. – P. 1–5.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОГО ДЕФЕКТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Р.А. Литунов

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, ОЭЭ, гр. 5АМ28*

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

Частичные разряды (ЧР) вызывают разрушение изоляции высоковольтного энергетического оборудования в результате неконтролируемого и интенсивного развития [1]. Деструкция высоковольтной изоляции энергетических систем в силовых трансформаторах и электрических машинах часто становится причиной аварий с серьезными последствиями [2]. Существующие технологии диагностики, не смотря на их большое многообразие, не всегда позволяют своевременно обнаружить ЧР, и поэтому количество аварий увеличивается. Срок службы многих высоковольтных аппаратов не достигает проектного срока службы. Согласно исследованиям [3–5], более половины всех отказов высоковольтного оборудования, и прежде всего силовых трансформаторов связана с повреждениями изоляции. Несмотря на большое количество методов идентификации ЧР, каждая технология имеет недостатки, связанные с проблемой потерь, сложным процессом измерения и другими явлениями [5–7]. Поэтому разработка технологии контроля ЧР в высоковольтной изоляции в режиме on-line является актуальной задачей.

Для исследования и подтверждения эффективности импульсного метода и его применимости к диагностике ЧР, были выполнены эксперименты, в которых использовались прямоугольные импульсы длительностью 520 нс. Данный подход предполагает подачу импульса на участок изоляции с возможным ЧР. Элемент, имитирующий ЧР, представлял собой латунный электрод, в форме острия, вставленный в ячейку из органического стекла. Напряжение 3 кВ подавалось на ячейку от испытательного трансформатора. Таким образом, был организован ЧР типа «неполного пробоя» на поверхности органического диэлектрика. Схема эксперимента выглядит следующим образом: генератор импульсов генерирует зондирующий импульс наносекундной длительности, который подается на детекторную ячейку. Осциллограф измеряет зондирующий импульс, подаваемый на ячейку. Сначала зондирующий импульс длительностью 260 нс подается на ячейку без ЧР. Затем в схему помещается ячейка с ЧР в виде короны. Форма волны импульса, подаваемого на ячейку без ЧР, показана на рис. 1, а. Ситуация с активным ЧР приведена на рис. 1, б.

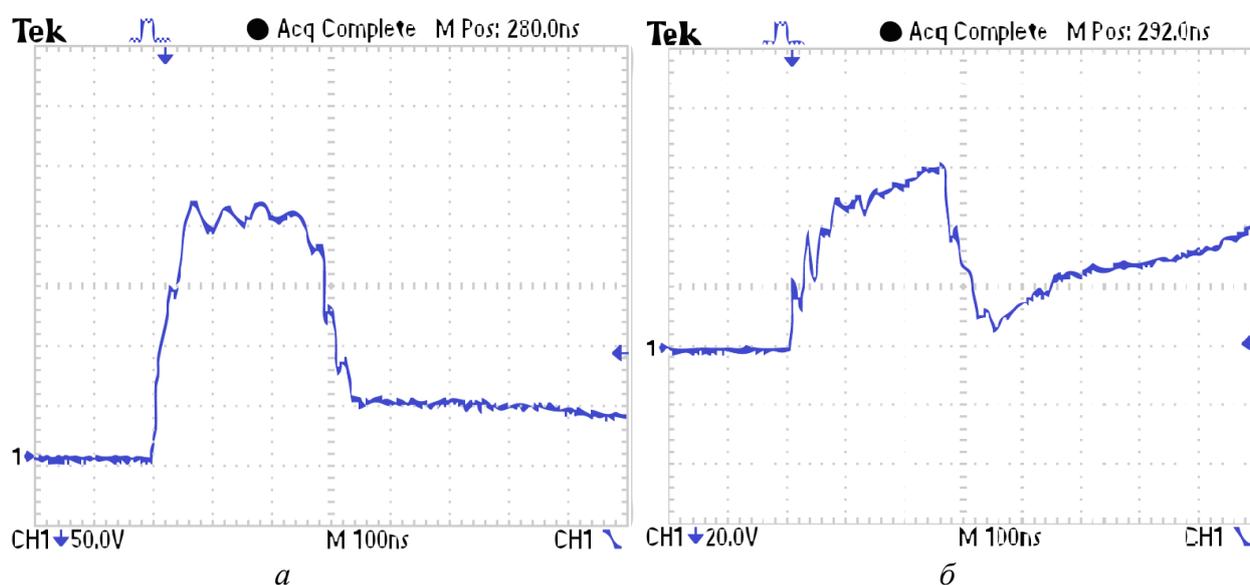


Рис. 1. а – Частичный разряд отсутствует; б – Частичный разряд активен

Физической основой подобной деформации прямоугольного импульса является взаимодействие импульсов ЧР с зондирующим импульсом. Оба сигнала содержат большое количество высокочастотной составляющей. Взаимодействие двух частотных диапазонов при прохождении импульса через участок, содержащий ЧР, приводит к деформации исходной формы импульса. Таким образом, импульсное зондирование позволяет обнаруживать ЧР в высоковольтной изоляции за счёт деформации формы зондирующего импульса.

Импульсное зондирование позволяет обнаруживать ЧР за счёт деформации формы зондирующего импульса. Деформация формы импульса происходит от начальной формы под воздействием ЧР. Наблюдаемая в экспериментах картина может быть объяснена следующим образом. Физической основой подобной деформации прямоугольного импульса является взаимодействие импульсных волн ЧР с зондирующими импульсными волнами. Оба сигнала являются импульсами и содержат большое количество высокочастотной составляющей. Прямоугольный импульс на выходе генератора обогащен высокими частотами в диапазоне от сотен кГц до десятков МГц. Этот же диапазон частот имеет ЧР, возникающий во внутренних дефектах высоковольтной изоляции под воздействием рабочего напряжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ причин повреждений и результаты обследования технического состояния трансформаторного оборудования / В.С. Богомолов, Т. Е. Касаткина, С.С. Кустов // Вестник ВНИИЭ. – 1997. – С. 25–32.
2. Повреждаемость маслонаполненного оборудования электрических сетей и качество контроля его состояния / М.И. Чичинский // Энергетик. – 2000. – № 11. – С. 29–31.
3. Оценка технического состояния электрооборудования энергосистем и определение перспектив надежной работы ЭЭС России / А.Ю. Хренников // Электрические станции – 1999. – № 8. – С. 67–70.
4. Цурпал С.В. Причины повреждаемости и меры по повышению надежности мощных силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов // Материалы X Международной научно – технической конференции. – Запорожье: Запорожский трансформаторный завод, 2000. – С. 122–126.
5. Соколов В.В. Ранжирование состаренного парка силовых трансформаторов по техническому состоянию // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции Современное состояние и проблемы диагностики силового электрооборудования. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2006. – С. 7–18.
6. Modelling of Partial Discharge Development in Electrical Tree Channels / A. Schwab, M. Suck, M. Noskov, A. Malinovskii // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2003. – Vol. 10. – P. 425–434.
7. Registration and Simulation of Partial Discharges in Free Bubbles at AC Voltage / S.M. Korobeynikov, A.V. Ridel, A. Medvedev, D.L. Karpov, A.G. Ovsyannikov, M.V. Meredova // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2019. – V. 26. – P. 1035–1042.

ВОДОРОДНЫЙ ТРАНСПОРТ: РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д.А. Макуева¹, Р.И. Разакова²

*Казанский государственный энергетический университет,
ИТЭ, ХВ, ВЭМ-1-22¹; Та-1-21²*

Научный руководитель: А.А. Чичиров, д.х.н., зав. кафедрой ХВ, ИТЭ, КГЭУ

Для масштабного внедрения водородного топлива в человеческую жизнь требуется создание соответствующей инфраструктуры. В данной работе предлагается рассмотреть на каком этапе и в каком состоянии находится производство водородного топлива в России, и какие перспективы по его внедрению в ближайшем будущем нас ожидают.

У России имеются некоторые барьеры, которые тормозят внедрение низкоуглеродного топлива и транспорта, а именно многочисленные инвестиции в пользу нефтегазовой отрасли, высокая стоимость «зеленого» топлива для конечного покупателя и страх населения, связанный с безопасностью на водородных АЗС. При этом развитие водородной энергетики продолжает оставаться значимым направлением исследований и разработок, ведущих к декарбонизации и низкоуглеродному развитию. Использование водородного топлива позволит сократить выбросы углеводородов в атмосферу в таких секторах, как транспорт, химическая промышленность, производство удобрений, металлургия и т. д. [1].

Неоспоримым достоинством водородного топлива для автотранспорта является его экологичность, поскольку на выходе мы получаем водяной пар. К преимуществам, в качестве энергоносителя, также можно отнести высокую плотность энергии – 33 кВт·ч/кг, что делает его особенно эффективным по сравнению с традиционными топливами. Водород может транспортироваться на большие расстояния, что позволяет распределять энергоресурсы между странами [2].

На текущий момент Госкорпорация «Росатом» совместно с Правительством Сахалинской области и ведущими российскими промышленными и транспортными компаниями прораба-