

Семинар по современным методам диагностического контроля электротехнического оборудования

Развитие современной электроэнергетики требует от российских энергетических холдингов перехода в управлении производственными активами от «аварийной стратегии принятия решений» и «управления по нормативной периодичности» к «управлению по состоянию», а впоследствии к «управлению рисками и эффективностью», что уже реализуется в электроэнергетической отрасли передовых промышленно развитых стран.

Бузаев В.В.,
к.х.н., советник Департамента оперативно-технологического управления ПАО «Россети»

Долин А.П.,
к.т.н., генеральный директор ООО НТЦ «ЭДС»

Управление производственными активами по состоянию, а тем более управление рисками и эффективностью невозможно реализовать без создания современной системы технического диагностирования, развития методологии и создания оборудования для решения актуальных задач диагностирования электротехнического оборудования.

Понимая важность поддержания диагностического направления в России на современном уровне, ООО НТЦ «ЭДС» и кафедра «Электрические станции» НИУ «МЭИ» уже в третий раз организовали и провели 5 апреля 2017 года в НИУ «МЭИ» се-

минар «Современные методы и российские приборы диагностического контроля электротехнического оборудования». В этом году семинар проводился при поддержке Департамента оперативно-технологического управления и заместителя Главного инженера ПАО «Россети» В.Л. Пелымского.

Основная задача семинара — информировать специалистов эксплуатационных предприятий, диагностических центров, заводо-изготовителей о современных отечественных диагностических приборах и установках, системах мониторинга электротехнического оборудования, об опыте их использования, современных подходах и методологии эффективного применения. Поставленная задача особенно актуальна в современных экономических условиях. Решению этой задачи способствовало также то, что участие в семинаре как слушателей, так и докладчиков было на безвозмездной основе.

Важность и интерес к обсуждаемым на семинаре вопросам технического диагностирования подтверждаются постоянным возрастанием от семинара к семинару числа участников: 2012 год — 31 человек, 2015 год — 63 человека, 2017 год — 88 человек.

В этом году в семинаре приняли участие специалисты электротехнического оборудования.



тросетевых компаний: ПАО «Россети», ПАО «МРСК Центра», ПАО «МРСК Центра и Приволжья», ПАО «МРСК Юга», ПАО «МРСК Северного Кавказа», ПАО «МРСК Сибири», ПАО «МОЭСК», ПАО «Ленэнерго», АО «Тюменьэнерго», филиала ПАО «ФСК ЕЭС» — МЭС Центра, ПАО «МОЭК»; генерирующих компаний: ПАО «РусГидро», ПАО «Мосэнерго»; специализированных сервисных организаций и предприятий электротехнического оборудования: ПАО «ФИЦ», ОАО «Фирма ОРГРЭС», ЗАО «Моспроектстрой», ООО «Элегазэнергосервис», ОАО «ПК ХК Электрозавод», а также НИУ «МЭИ» и других организаций.

Важной темой семинара стали автоматизированные системы мониторинга и технического диагностирования (АСМД) электротехнического оборудования, активное внедрение которых является современной тенденцией развития электроэнергетики.

В докладе «Системы мониторинга высоковольтного оборудования подстанций» В.А. Русова (ООО «Димрус») было отмечено, что АСМД предназначены для решения следующих основных задач:

1. Обеспечение обслуживания и ремонта высоковольтного оборудования по техническому состоянию с помощью встроенных экспертных систем.
2. Выполнение комплексной сравнительной оценки состояния оборудования в рамках единой технологической цепи (транзита) энергетического предприятия.
3. Планирование затрат на ТОиР с учетом прогноза изменения технического состояния оборудования.

В выступлении продемонстрирована современная тенденция к разработке и использованию систем, позволяющих достаточно эффективно контролировать состояние всего основного оборудования подстанций. Кроме того, особо подчеркивалось, что наиболее перспективной является разработка и внедрение достаточно экономичных АСМД как



силовых трансформаторов и их вводов, так и другого электротехнического оборудования, в частности, КРУ, КРУЭ и кабелей.

Данному вопросу был также посвящен доклад «Система мониторинга частичных разрядов «СПЕКТР» С.Г. Отморского (ЗАО НПО «Техносервис-Электро»), в котором обсуждались возможности указанной системы мониторинга по диагностированию КРУ в режиме online.

Вторая тенденция, отраженная в докладах — эта разработка приборов и эффективных методов, обеспечивающих диагностирование оборудования под рабочим напряжением без вывода оборудования из работы.

В сообщении Н.И. Софьиной (ООО НПП «РОС») «Диагностика электротехнического оборудования методом анализа возбужденных резонансных колебаний» обсуждался метод выявления дефектов фарфоровых опорно-стержневых изоляторов, высоковольтных вводов, фарфоровых покрышек выключателей, измерительных трансформаторов и другого оборудования методом анализа резонансных возбужденных колебаний. Отмечено, что этот метод доказал свою эффективность при измерениях на выведенном из работы оборудовании. Вместе с тем, авторами в настоящее время разработаны приборы дистанционного измерения акустических сигналов, дающих возможность

выполнения диагностических работ без отключения оборудования. В дискуссии по докладу отмечено, что ООО НТЦ «ЭДС» при участии специалистов ООО НПП «РОС» провели диагностирование фарфоровых элементов 39 фаз выключателей ВМТ 110 на ТЭЦ-3 АО «Томская генерация» под рабочим напряжением. По результатам диагностирования было выявлено, что один из выключателей имеет развитый дефект фарфорового изолятора, который в кратчайшие сроки был заменен. Данные контроля под рабочим напряжением сравнивались с измерениями, выполненными на 9 фазах выведенных из работы изоляторов. Эффективность метода диагностирования фарфоровых изоляторов под рабочим напряжением полностью подтвердилась.

В докладе «Диагностика и техническое освидетельствование экранированных токопроводов и токопроводов с литой изоляцией» А.П. Долина и С.А. Долина (ООО НТЦ «ЭДС») сообщено об опыте диагностирования указанных токопроводов под напряжением без отключения оборудования. Определение дефектов изоляции проводилось методом электромагнитной и акустической локации разрядных явлений с использованием отечественных приборов измерения ЧР и датчиков, подключаемых к шинкам заземления (при



их наличии). Кроме того, в ходе работ проводились осмотры токопроводов и их тепловизионное обследование. Показана эффективность указанных методов, подтвержденная результатами ремонтных работ, а также лабораторными испытаниями моделей токопроводов с различными дефектами.

Сообщение С.А. Дегтярева (ЗАО НПО «Техносервис-Электро») «Измеритель параметров изоляции «Тензор-2» было посвящено опыту применения этого нового отечественного прибора. Было отмечено, что прибор «Тензор-2» позволяет автоматически проводить измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь изоляции, действующих значений первой гармоники тока и напряжения

промышленной частоты, угла фазового сдвига между сигналами, подаваемых на входы прибора, частоты сигналов, а также коэффициента трансформации, потерь холостого хода и короткого замыкания, комплексного сопротивления (в том числе сопротивления КЗ). Сообщено о положительном опыте использования прибора в условиях влияния электрических и магнитных полей промышленной частоты в электроустановках напряжением до 750 кВ. Наличие в приборе дистанционного управления с использованием Bluetooth (на расстоянии до 10 метров) обеспечивает удобство и безопасность измерений, что позволяет также проводить диагностирование изоляции под рабочим напряжением.



Два доклада на семинаре были посвящены эксплуатируемым в электрооборудовании трансформаторным маслам.

О.В. Снеткова (ООО «Элегаз-энергосервис») рассмотрела основные группы показателей качества масла, характеризующие состояние масла и/или электрооборудования в докладе «Опыт контроля технического состояния трансформаторов по содержанию фурановых производных и другим показателям качества трансформаторного масла». Было отмечено, что метод определения фурановых производных, растворенных в трансформаторном масле электрооборудования, позволяет оценить степень старения твердой изоляции.

Накопленный автором опыт показал, что проводить анализ фурановых производных целесообразно в электрооборудовании со сроком службы более 15 лет. При этом следует обращать внимание на состояние электрооборудования, в котором содержание фурановых производных составляет более 2 мг/кг масла, что может указывать на старение твердой изоляции. Также одним из важных диагностических показателей увлажнения твердой изоляции электрооборудования могут служить различия значений влагосодержания масла, определенных в весенний и осенний периоды года.

В докладе Д.В. Шуварина (ООО «НПП Технобиор») «Новые технологии очистки и регенерации энергетических масел» рассмотрены современные, в том числе малоотходные, технологии очистки и регенерации энергетических масел. Отмечено, что технология регенерации должна обеспечить удаление из масла следующих нежелательных компонентов: механических примесей (твердых частиц различной природы и волокон), масляного шлама, воды (дисперсионной и растворенной), газов (воздух и газообразные продукты разложения масел), кислот (низкомолекулярных), смолоасфальтовых веществ, металлоорганических соединений



(мыл), полиароматических соединений, непредельных углеводородов, остатков присадок и продуктов их функционального взаимодействия, продуктов разложения масла под воздействием высоких температур, электрических разрядов, кавитации, различных гетероатомных углеводородных соединений. Поэтому процесс регенерации отработанного масла должен включать в себя стадию очистки от загрязнений, селективное удаление продуктов старения и стабилизацию присадками как завершающую стадию регенерации.

Два следующих доклада были посвящены комплексным диагностическим обследованиям (КДО), а также выполнению работ по техническому обслуживанию электрооборудования.

В первом из них — «Диагностика системы оперативного постоянного тока (СОПТ), собственных нужд и электромагнитной обстановки» — Р.К. Борисов и С.С. Жуликов (ООО «НПФ ЭЛНАП») отметили, что от технического состояния СОПТ зависит надежность всего энергообъекта в целом. Как показывает опыт работы, потеря СОПТ приводит к возникновению аварийных ситуаций и выводу энергообъекта из строя, и, как следствие, к экономическим потерям из-за недоотпуска

электроэнергии и проведения аварийно-восстановительных работ. Для предотвращения этого авторами разработана расчетно-экспериментальная методика комплексной диагностики СОПТ и обобщен многолетний опыт проведения КДО СОПТ. В частности, отмечено, что по результатам диагностирования 70 объектов были разработаны проекты ремонта СОПТ и составлены программы производства работ (ППР), в которых подробно расписана последовательность операций и переключений в условиях постоянно действующего технологического оборудования. При замене аппаратов защиты использовалась методика с применением шунтирующих цепочек, позволяющая выполнять работы без отключения цепей управления. После проведения ремонта были проведены измерения токов КЗ в контрольных точках для подтверждения эффективности ремонтных работ.

А.П. Долин (ООО НТЦ «ЭДС») в докладе «Особенности эксплуатации и ремонтов трансформаторов с длительным сроком службы» обобщил результаты КДО, технического освидетельствования, ремонтов трансформаторов с длительным сроком (более 30 лет) эксплуатации. В докладе рассмотрены харак-

терные дефекты трансформаторов, факторы, ускоряющие процессы деструкции твердой изоляции и развитие других дефектов. Предложены подходы по периодичности и объему текущего диагностического контроля трансформаторного оборудования с учетом уровня и характера развивающихся дефектов, а также сроков эксплуатации. Рассмотрены особенности выполнения текущих и капитальных ремонтов с длительным сроком эксплуатации, а также типичные недостатки при их выполнении. Для снижения рисков отказов трансформаторов с длительным сроком эксплуатации предложены меры по снижению негативных эксплуатационных факторов.

В ходе дискуссий участники семинара отметили, что направленность семинара соответствует основным положениям Концепции развития системы технического диагностирования электросетевого оборудования группы компаний ПАО «Россети», принятой в 2016 году. Это относится, в первую очередь, к построению системы технического диагностирования на основе преимущественного использования диагностической аппаратуры и АСМД, выполняющих оценку состояния электрооборудования под рабочим напряжением без вывода оборудования из работы.

Прошедший семинар был организован и проведен на высоком уровне. Участники семинара отметили заинтересованность специалистов энергетической отрасли в получении актуальной информации и возможности обмена мнениями о новых перспективных разработках в области технического диагностирования электротехнического оборудования. Было предложено продолжить практику дальнейшего регулярного, не реже одного раза в два года, проведения подобных семинаров.

По материалам семинара планируется опубликовать ряд статей в следующих номерах журнала.