Святых, Андрей Борисович. Контроль технического состояния жидкой изоляции маслонаполненного высоковольтного электрооборудования : диссертация ... кандидата технических наук : 05.09.02 / Святых Андрей Борисович; [Место защиты: Нац. исслед. ун-т МЭИ].- Москва, 2011.- 133 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/180

**Введение к работе**

**Актуальность работы.**Надежная и безопасная эксплуатация электроустановок невозможна без работоспособного высоковольтного электрооборудования и качественного функционирования электрических сетей, которые являются завершающим звеном в системе обеспечения потребителей электрической энергией. При этом работоспособность электротехнических комплексов определяется работой их главных компонентов, в первую очередь, высоковольтных силовых трансформаторов, обеспечивающих согласование и преобразование ряда параметров электроэнергии в требуемые величины для дальнейшего ее использования, причем до 70% парка высоковольтных трансформаторов являются маслонаполненными.

Физический износ, старение и, как следствие, отказ в работе и аварийность маслонаполненного высоковольтного электрооборудования (МВВЭО) снижают эффективность и надежность функционирования электротехнического комплекса, приводят к ухудшению условий производственной среды, к появлению опасных факторов в рабочей зоне электротехнического персонала. Отказы в работе МВВЭО часто приводят к прекращению подачи электрической энергии на значительной территории, ярким примером такой аварии является взрыв маслонаполненного трансформатора тока на подстанции «Чагино», который привел к нарушению работы центральной части энергосистемы, в результате чего без электрической энергии продолжительное время оставались потребители I и II категорий.

Для поддержания в работоспособном состоянии МВВЭО и безаварийной работы электрических сетей в практике их технической эксплуатации используются методы контроля и диагностирования, основанные на обнаружении протекания тока в местах образования дефектов. Поэтому для предупреждения отказов главных элементов электротехнических комплексов, для обеспечения безопасности электротехнического персонала необходимо развивать способы контроля технического состояния изоляции МВВЭО, позволяющие обеспечит раннее обнаружение дефектной области жидкой изоляции с микровключениями, в которых развиваются физические процессы, приводящие к отказам изоляции, и, в дальнейшем, к технологическим нарушениям в работе электрооборудования и, в целом электротехнических комплексов.

Таким образом, контроль технического состояния действующего МВВЭО в процессе его производственной эксплуатации является актуальным.

**Цель работы:**обеспечение эффективной и безопасной эксплуатации МВВЭО путём обнаружения газовых микровключений в жидкой изоляции маслонаполненного высоковольтного электрооборудования для контроля её технического состояния.

**Для достижения заявленной цели поставлены следующие задачи:**

1. Исследование и анализ функционирования высоковольтных компонентов энергосистем уральского региона, работоспособности

маслонаполненного высоковольтного электрооборудования и состояния его изоляции.

1. Имитационное моделирование теплового процесса кавитации и установление закономерностей развития микровключений в жидкой изоляции.
2. Установление критерия безопасного состояния жидкой изоляции с микровключениями.
3. Исследование волновой модели жидкой изоляции с микровключениями и структурно-чувствительного параметра - эффективного нелинейного акустического параметра.
4. Исследование характеристик средства обнаружения микровключений в трансформаторном масле и определения его параметров.
5. Разработка методики обнаружения газовых микровключений в жидкой изоляции и контроля технического состояния жидкой изоляции по напряжению пробоя при принятии решений в процессе производственной эксплуатации маслонаполненного высоковольтного электрооборудования.

**Объект исследования**— маслонаполненное высоковольтное электрооборудование в системах электроснабжения.

**Предмет исследования**- закономерности между газовыми включениями в жидкой изоляции и её техническим состоянием.

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом статистических данных (проанализировано 5778 актов расследования технологических нарушений в работе электрооборудования), корректным применением основ физики и гидродинамической акустики, использованием современных методов математической статистики, применением аналитического и графоаналитического методов, положительными результатами натурных экспериментов с результатами численного моделирования.

**Научная новизна основных положений, выносимых на защиту:**

1. Установлена закономерность развития микровключений при тепловом механизме кавитации в жидкой изоляции и определен новый критерий оценки ее технического состояния.
2. Исследован новый структурно-чувствительный параметр жидкого диэлектрика (эффективный нелинейный акустический параметр), характеризующий структурную неоднородность дефектной области изоляции.
3. Исследована волновая модель состояния жидкой изоляции с микровключениями в диапазоне рабочих температур МВВЭО с учётом структурной нелинейности изоляционной среды.
4. Впервые разработана методика контроля технического состояния жидкой изоляции, основанная на обнаружении газовых микровключений и определении их размеров как критерия технического состояния трансформаторного масла.

**Практическая значимость работы и ее реализация:**1. Обоснованы параметры средства обнаружения микропузырьковой структуры жидкой изоляции и определена структура средства технического

контроля и сигнализации об опасном состоянии изоляции электротехнических комплексов.

1. Разработана и апробирована натурная установка измерительного комплекса для обнаружения газовых микровключений в жидкой изоляции и контроля её технического состояния.
2. Научные положения, выводы и рекомендации переданы в филиал ООО «Газпром ТрансГаз Югорск», ОАО «Златоустовский металлургический завод», ООО «Сетевая компания Златмаш», ООО «Областная электросетевая компания» г. Челябинск.
3. Результаты исследований используются в учебном процессе филиала Южно-Уральского государственного университета в г. Златоусте по специальности 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» в курсе «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий».

**Апробация работы.**Основные положения и отдельные результаты диссертационной работы доложены, рассмотрены и одобрены на международной научно-технической конференции молодых специалистов г. Магнитогорск, 2003г.; на III и IV Международной научно-практической конференции «Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии», г.Челябинск, 2006г., 2009г.; на XXIX сессии Всероссийского семинара Академии наук РФ «Кибернетика электрических систем» по тематике «Электроснабжение промышленных предприятий», г.Новочеркасск, ЮРГТУ, 2007г.; на Всероссийской научно-технической конференции «Наука-производство-технологии-экология», г.Киров, 2008г.; на 8 и 10-ой Международной научно-практической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна», г.Комсомольск-на-Амуре, 2008г., 2010г.; на VI Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика в современном мире», г.Чита, 2009г.; на XLIX Международной научно-технической конференции «Достижения науки -агропромышленному производству», г.Челябинск, 2010г.; на 62-й и 63-й научной конференции профессорско-преподавательского состава ЮУрГУ, г.Челябинск, 2010г., 2011г.; на XL Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи (с международным участием) «ФЁДОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2010», Москва, МЭИ (ТУ), 2010г. Материалы работы рассмотрены и одобрены Российским Союзом научных и инженерных общественных организаций в ходе проведения Всероссийского конкурса «Инженер года - 2010».

**Публикации.**По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, в том числе 6 — в периодических изданиях, рекомендованных ВАК. Получено положительное решение о выдаче патента на изобретение.

**Структура и объем работы.**Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка (163 литературных источника), 4 приложений. Содержит 133 страницы основного текста, в том числе 48 рисунков и 24 таблицы.