

Разработка новых алгоритмов, моделей и устройств для повышения энергоэффективности и надежности систем электроснабжения

Работа проведена в 2012 г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы»

Соглашение №14.В37.21.2072

Научный руководитель проекта: зав. каф., к.т.н., доцент. С.А. Цырук

Ответственный исполнитель: д.т.н., проф. Е.Н.Рыжкова

Описание разработки

Работа выполнялась на базе НОЦ "Повышение эффективности систем электроснабжения" ФГБОУ ВПО НИУ «МЭИ» 10 молодыми учеными из разных ВУЗов России. В результате проведенных исследований получены следующие результаты. Экспериментально-расчетный метод исследования процессов в силовых трансформаторах, основанный на использовании экспериментальных данных (массивов мгновенных значений токов и напряжений) при конечно-элементном моделировании магнитного поля. Методическая документация и результаты экспериментального исследования параметров и характеристик силовых трансформаторов при несинусоидальных режимах. Рекомендации по контролю параметров рабочего режима силовых трансформаторов. Схемные решения, виртуальные приборы, алгоритмы.

Математическая модель явления теплопереноса вблизи цепочки газовых пузырьков, всплывающих в жидких изоляторах. Методика и алгоритм расчета тепловых процессов в масляных трансформаторах.

Математическая модель силового трансформатора учитывающая насыщение магнитной системы при протекании геоиндуцированных токов. Методика расчета дополнительных потерь активной мощности в баке силового трансформатора при протекании по его обмоткам геоиндуцированного тока. Методика расчета тепловых потерь от вихревых токов при протекании геоиндуцированного тока по обмоткам силового трансформатора.

Математические модели дисконтированных издержек на воздушные, кабельные линии и двухобмоточные трансформаторы напряжением 10, 20 и 35 кВ с использованием метода линеаризации затрат. Методика расчета дисконтированных издержек на сооружение СЭС. Рекомендации по использованию напряжения 20 кВ в городских, сельских и промышленных сетях.

Математическая модель устройства для системы управления конденсаторной установкой. Рекомендации и алгоритмы управления мощностью компенсирующих устройств в системе электроснабжения промышленного предприятия.

Математическая модель системы внутрицехового электроснабжения технологического комплекса. Методика расчета режимов высших гармонических составляющих. Мероприятия по совершенствованию отдельных узлов технологического комплекса и системы электроснабжения объекта исследования.

Результаты анализа статистической информации о повреждаемости изоляции кабелей 6(10) кВ в городских электрических сетях. Результаты оценки влияния на диэлектрические свойства изоляции (сопротивление изоляции, интенсивность частичных разрядов), принятых на сегодняшний день в правилах устройства электроустановок испытаний кабельных линий 6(10) кВ повышенным напряжением выпрямленного тока, на примере кабелей с бумажно-масляной изоляцией. Методика выбора уставок защит и автоматики в городской кабельной сети 6(10)кВ для снижения термического, электродинамического воздействий на изоляцию, ресурсосбережения и улучшения условий труда обслуживающего персонала.

Методика изготовления датчика УФИ. Математические модели, устанавливающие количественные связи между характеристиками, определяющими эффективность датчика

УФИ и физико-химической структурой материала датчика, параметрами влажной агрессивной среды сельскохозяйственных помещений. Макет МСАР и программа интерфейса для компьютера.

Методика исследования и алгоритм моделирования воздействия внешнего ЭМ поля на КЛ. Рекомендации по оценке эффективности экранов современных КЛ. Алгоритмы и программы численного моделирования на ЭВМ воздействия внешних ЭМ полей на кабельные линии электрических систем.

Алгоритмы и программы в системе Турбо-Паскаль для моделирования переходных процессов в синхронном электроприводе. Алгоритмы и программы поиска оптимальных токов синхронного двигателя. Функциональная схема синхронного электропривода с оптимальным управлением его токами по критерию минимума суммарной мощности потерь в меди и в стали для получения требуемого электромагнитного момента. Методика определения параметров обобщенной машины, соответствующих реальному синхронному двигателю.

Область применения результатов проекта

Предложенный метод исследования силовых трансформаторов, разработанные аппаратные и программные средства позволяют определять параметры и характеристики силовых трансформаторов при несинусоидальных режимах. Предложенные рекомендации по контролю параметров рабочего режима силовых трансформаторов позволяют осуществлять мониторинг за состоянием силовых трансформаторов с учетом воздействия несинусоидальных токов.

На основе проведенных исследований явлений переноса в жидкости со всплывающими газовыми пузырьками могут быть разработаны промышленные установки с регулируемыми коэффициентами диффузии и теплопроводности, а также определены оптимальные режимы работы этих установок.

Результаты работы позволят разработать мероприятия и установки по защите силовых трансформаторов от протекающих в системе электроснабжения геоиндуцированных токов возникающих при геомагнитных бурях и тем самым повысить надежность работы систем электроснабжения и питания потребителей.

Математические модели дисконтированных издержек на элементы систем электроснабжения существенно сокращают время на подготовку исходных данных для выполнения расчетов. Предложенная методика оценки дисконтированных издержек на сооружение систем электроснабжения на различных напряжениях существенно сокращает затраты на проектирование и уменьшает время выполнения проекта. Реализация предложенной методики в виде программы для ПЭВМ может быть использована в практике проектных организаций.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при принятии решений по модернизации существующего технологического оборудования и поддержания оптимального коэффициента мощности сети. Разработанные методы и алгоритмы позволяют решать практические задачи по улучшению качества электроэнергии по показателю коэффициента мощности сети в распределительных сетях промышленных предприятий.

Разработанные методики и мероприятия позволяют решать практические задачи по повышению надежности и улучшению качества электроснабжения технологических комплексов непрерывного производства.

Результаты работы позволят разработать мероприятия по повышению долговечности работы кабельных линий 6(10) кВ, ресурсосбережения изоляции КЛ и тем самым повысят надежность работы систем электроснабжения и питания потребителей.

Практическая ценность работы подтверждена патентом на изобретение № 2170994 от 20.07.2001. Результаты исследований использованы при разработке информационно-измерительной части МСАР дозы УФО для сельскохозяйственного производства. Применение разработанной МСАР дает возможность достаточно точно и оперативно

осуществлять контроль дозы УФО для своевременного принятия мер по обеспечению надлежащих условий содержания животных и птицы, позволяет увеличить привесы живой массы на 4-6 %.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы при разработке и создании МСАР дозы УФО и реализованы на свинокомплексе ЗАО "Надеево" в Вологодской области.

Разработанная методика вычисления отклонений токов и напряжений в кабельных линиях различного назначения позволяет учитывать возможное внешнее ЭМ воздействие при реконструкции и проектировании кабельных линий электротехнических систем. Результаты, полученные при исследовании распространения ВТН в линиях с линейной и нелинейной нагрузкой с учетом воздействия ЭМ полей внешних источников, позволяют учитывать возможные отклонения напряжений и токов приводящие к ухудшениям показателей качества электроэнергии.

Проведено совершенствование теории обобщенной машины в приложении к синхронному электромеханическому преобразователю, а именно предложена методика составления системы дифференциальных уравнений в нормальной форме относительно токов обобщенной машины с учетом нелинейности магнитопровода и потерь в стали для анализа переходных процессов.

Предложены алгоритмы оптимизации синхронного электропривода по критерию минимума суммарной мощности потерь в меди и в стали, учитывающие возможности микропроцессорных систем управления.