

АНО «Энергетический колледж»

Специальность 13.02.03 Электрические станции, сети и системы

ОТЧЕТ

студента группы С4

Валямятова Магомедсаида Валямятовича

по производственной практике

**ПП.04.01: « Практика по диагностике состояния электрооборудования
электрических станций, сетей и систем»**

**ПМ.04 Диагностика состояния электрооборудования электрических
станций, сетей и систем**

Руководитель практики

от колледжа

хорошо

оценка

преподаватель спец.дисциплин

Серета Н.В.

Ф.И.О. должность

Каспийск 2020

Форма прохождения практики - дистанционная

Индивидуальное задание:

- 1. Общие сведения о технической диагностике**
- 2. Тепловые методы и средства диагностики**
- 3. Техника безопасности при проведении работ в электроустановках под напряжением**

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	4
ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ	11
ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	18
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ	27

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Техническая диагностика – отрасль научно-технических знаний, сущность которой составляют теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов объектов технической природы. Под *дефектом* следует понимать любое несоответствие свойств объекта заданным, требуемым или ожидаемым его свойствам. *Обнаружение дефекта* есть установление факта его наличия или отсутствия в объекте. Поиск *дефекта* заключается в указании с определённой точностью его местоположения в объекте .

Основное назначение технической диагностики состоит в повышении надежности объектов на этапе их эксплуатации, а также в предотвращении производственного брака на этапе изготовления объектов и их частей. Любой технический объект после проектирования проходит две основные стадии «жизни» – *изготовление и эксплуатацию*. Применительно к задачам, решаемым технической диагностикой, на стадии изготовления целесообразно выделять периоды *приемки* комплектующих изделий и материалов, процесса *производства, наладки и сдачи* объекта ОТК или представителю заказчика. Для стадии эксплуатации типичными являются этапы *применения объекта по назначению, профилактики* (плановой, перед и после применения по назначению), *ремонта, транспортирования и хранения объекта*.

Требования, которым должен удовлетворять изготовленный (новый) или эксплуатируемый объект, определяются соответствующей нормативно-технической документацией. Объект, удовлетворяющий всем требованиям нормативно-технической документации, является исправным или, говорят, что он находится в *исправном техническом состоянии*. Убеждаться в исправности объекта необходимо после его изготовления и после ремонта.

Для условий эксплуатации практически важным является понятие *работоспособного технического состояния* объекта. Объект *работоспособен*, если он может выполнять все заданные ему функции с сохранением значений заданных параметров (признаков) в требуемых

пределах. Убеждаться в работоспособности объекта необходимо, например, при его профилактике, после транспортирования и хранения.

Наконец, для этапа применения по назначению существенным является понятие *технического состояния правильного функционирования* объекта. *Правильно функционирующим* является объект, значения параметров (признаков) которого в текущий момент реального времени применения объекта по назначению находятся в требуемых пределах (в этот момент времени объект не отказал, т.е. правильно выполняет конкретную заданную функцию).

Неисправное и неработоспособное техническое состояние, а также *техническое состояние неправильного функционирования* объекта могут быть детализированы путем указания соответствующих дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования и относящихся к одной или нескольким составным частям объекта, либо к объекту в целом.

Обнаружение и поиск дефектов являются процессами *определения технического состояния* объекта и объединяются общим термином «*диагностирование*»; *диагноз* есть результат диагностирования. Таким образом, задачами диагностирования являются задачи проверки исправности, работоспособности и правильности функционирования объекта, а также задачи поиска дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования.

Диагностирование технического состояния любого объекта осуществляется теми или иными *средствами диагностирования*. Средства могут быть аппаратными или программными; в качестве средств диагностирования может также выступать человек-оператор, контролёр, наладчик. Средства и объект диагностирования, взаимодействующие между собой, образуют *систему диагностирования*. Различают системы *тестового* и *функционального диагностирования*. В системах тестового диагностирования на объект подаются специально организуемые *тестовые*

воздействия. В системах функционального диагностирования, которые работают в процессе применения объекта по назначению, подача тестовых воздействий, как правило, исключается; на объект поступают только *рабочие воздействия*, предусмотренные его алгоритмом функционирования. В системах обоих видов средства диагностирования воспринимают и анализируют *ответы объекта* на входные (тестовые или рабочие) воздействия и выдают результат диагностирования, т.е. ставят диагноз: объект исправен или неисправен, работоспособен или неработоспособен, функционирует правильно или неправильно, имеет такой-то дефект или в объекте повреждена такая-то его составная часть и т.п. Системы тестового диагностирования необходимы для проверки исправности и работоспособности, а также поиска дефектов, нарушающих исправность или работоспособность объекта. Системы функционального диагностирования необходимы для проверки правильности функционирования и для поиска дефектов, нарушающих правильное функционирование объекта.

Система диагностирования в процессе определения технического состояния объекта реализует некоторый *алгоритм (тестового или функционального) диагностирования*. Алгоритм диагностирования в общем случае состоит из определенной совокупности так называемых элементарных проверок объекта, а также правил, устанавливающих последовательность реализации *элементарных проверок*, и правил анализа результатов последних. Каждая элементарная проверка определяется своим тестовым или рабочим воздействием, подаваемым или поступающим на объект, и *составом контрольных точек*, с которых снимаются ответы объекта на это воздействие. Результатом элементарной проверки являются конкретные значения ответных сигналов объекта в соответствующих контрольных точках. Диагноз (окончательное заключение о техническом состоянии объекта) ставится в общем случае по совокупности полученных результатов элементарных проверок.

Эффективность процессов диагностирования определяется не только качеством алгоритмов диагностирования, но и, в не меньшей степени, качеством средств диагностирования. Последние могут быть *аппаратурными* или *программными*, *внешними* или *встроенными*, *ручными*, *автоматизированными* или *автоматическими*, *специализированными* или *универсальными*.

Выбор или разработка средств тестового диагностирования должны осуществляться с учётом многих факторов: наличия серийного выпуска требуемых средств, наличия подходящих средств на заводе-изготовителе объекта, массовости выпуска объекта и его сложности, требуемой производительности средств и т.п.

Средства функционального диагностирования являются, как правило, встроенным и поэтому разрабатываются и создаются одновременно с объектом.

Тестовое и функциональное диагностирование

Особенности решения задач диагностирования определяются, в первую очередь, особенностями объектов. В технической диагностике принято выделять два класса объектов: *дискретные* и *аналоговые*.

Для дискретных объектов одной из основных задач технической диагностики была и остается задача построения тестов.

Для первого периода развития технической диагностики дискретных объектов характерным было стремление получать оптимальные или оптимизированные решения (в частности, минимальные по длине тесты) на основе представления *комбинационных объектов таблицами функций неисправностей*, а *последовательностных объектов – таблицами переходов – выходов*. Основной моделью дефектов был класс *константных неисправностей*, а основными методами построения тестов – методы перебора вариантов (методы *получения покрытий*, методы *теории экспериментов над автоматами*).

Для второго периода развития характерны отказ от указанных «рафинированных» постановок задач построения тестов, переход к *структурным* и *структурно-аналитическим моделям* дискретных объектов и к новым методам обработки этих моделей, отказ от оптимизации тестов. К этому же периоду относится развитие *вероятностных методов* построения тестов. Все это было вызвано главным образом увеличением размерности практических задач.

Третий период развития связан с появлением больших и сверхбольших интегральных схем, микропроцессорных наборов и других изделий высокого уровня интеграции. Высокая размерность задач привела к необходимости *функционального представления* дискретных объектов на макроуровне, рассмотрения *функциональных неисправностей* взамен константных, широкого применения вероятностного подхода к построению тестов и т.п.

Указанная динамика развития методов построения тестов сопровождалась соответствующим развитием машинных средств построения тестов и диагностического моделирования дискретных объектов. Сначала преобладал детерминированный подход к построению тестов при вентильном представлении структур объектов. Ускорению процедур построения тестов способствовало применение вероятностного подхода с сохранением машинного моделирования с целью оценки эффективности получаемых тестов. Современные машинные системы сочетают, как правило, оба подхода – детерминированный и вероятностный. Интерес к детерминированному построению тестов сохраняется до настоящего времени. Применение мощных быстродействующих вычислительных машин позволило существенно поднять «потолок» размерности решаемых задач построения тестов и диагностического моделирования. Дальнейших успехов в этом направлении позволяют достичь проблемно-ориентированные многопроцессорные вычислительные системы, специализированные на решение задач диагностического обеспечения сложных дискретных объектов.

Существенно более широкое, чем в дискретной технике, многообразие физических принципов реализации аналоговых объектов затрудняет разработку общих теоретических и методических подходов к диагностированию технического состояния объектов этого класса. В качестве широко применяемых диагностических моделей аналоговых объектов можно назвать их *логические модели* и *графы причинно-следственных связей*. Эти модели пригодны в тех случаях, когда возможна организация диагностирования на принципах допускового контроля параметров объекта. Электрические цепи как объекты диагностирования могут быть представлены моделями, разработанными в рамках общей электротехники, а для анализа этих моделей, с целью построения алгоритмов диагностирования, привлекаются известные методы расчёта таких цепей.

Параметры диагностирования

Для определения работоспособности изделия, поиска дефектов и прогнозирования состояния оборудования необходимо измерять диагностические параметры. Измеряемые диагностические параметры выбирают из множества принципиально возможных параметров некоторого ограниченного количества для исследования информативности признаков, сформированных на этих параметрах. Основу логической процедуры диагноза составляет совокупность физических величин, при измерении которых определяются структурные параметры диагностирования объектов. С усложнением современного оборудования и повышением требований к его надежности увеличивается число контролируемых структурных параметров и необходимых измерительных средств.

Наибольший практический интерес представляют параметры назначения и надежности объектов, находящиеся в функциональной зависимости от измеряемых физических величин. Например, обнаружение дефекта в виде трещины и определение его параметров может быть выполнено с помощью измерения магнитной проницаемости, коэрцитивной

силы и магнитной индукции ферромагнитного материала (магнитные методы исследования), теплопроводности и теплоемкости материала (тепловые методы исследования), модуля упругости, плотности и удельного волнового сопротивления материала (акустические методы исследования и т.д.).

Измерение физических параметров положено в основу различных методов и средств технического диагностирования, с помощью которых анализируют и оценивают техническое состояние объекта.

Для исследования технического состояния объекта применяют все известные виды электромагнитного излучения. Широкое применение получили многочисленные акустические, звуковые и вибрационные методы исследования, а также корпускулярные излучения (нейтронов, протонов, электронов, позитронов) и электростатические поля. Многие методы и средства диагностирования электрических и электронных аппаратов основаны на измерении электрических величин.

Для диагностирования объектов используют широкую номенклатуру испытательной техники, в том числе приборы для определения твердости и упругих констант материалов, исследования воздействия климатических факторов, машины для испытания материалов на растяжение и сжатие, изгиб, удар, срез, кручение и т.д.

Перспектива развития методов и средств технического диагностирования связана с оптимальным применением для измерений известных физических явлений и эффектов, а также с изучением новых возможностей, появляющихся в связи с развитием физики. Наиболее существенными и часто встречающимися в практике технического диагностирования оборудования являются следующие виды измерений: электрометрия, измерение вибрации, шума, механических свойств, состава вещества, размеров, сил, деформаций, давления, температуры, времени, массы, влажности, расхода и уровня.

ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ

Температура является мерой внутренней энергии тел. В процессе теплообмена энергия от более нагретого тела переходит к менее нагретому до установления теплового равновесия и выравнивания их температур. Это характеризует температуру как физическую величину, определяющую направление передачи тепловой энергии.

Основной характеристикой температурного поля, являющейся индикатором дефектности, служит величина локального температурного перепада. Координаты места перепада, топология температурного поля и его величина в градусах являются функцией большого количества факторов. Эти факторы можно разделить на внутренние и внешние. Внутренние факторы определяются теплофизическими свойствами контролируемого объекта и дефекта, а также их геометрическими параметрами. Эти же факторы определяют временные параметры процесса теплопередачи, в основном, процесса развития температурного перепада. Внешними факторами являются характеристики процесса теплообмена на поверхности объекта контроля и мощность источника нагрева.

Для измерения температуры применяются контактные и бесконтактные методы. Контактное измерение температуры осуществляется с помощью жидкостных и манометрических термометров, термопар, термометров сопротивления, термоиндикаторов. Бесконтактные методы теплового контроля основаны на использовании инфракрасного излучения, испускаемого всеми нагретыми телами. Инфракрасное излучение занимает широкий диапазон длин волн от 0,76 до 1000 *мкм*. Спектр, мощность и пространственные характеристики этого излучения зависят от температуры тела и его излучательной способности, обусловленной, в основном, его материалом и микроструктурными характеристиками излучающей поверхности. При повышении температуры мощность излучения быстро растет, а ее максимум сдвигается в область более коротких длин волн. По

характеру получения информации различают пирометры для локального измерения температуры в данной точке объекта и пирометры для анализа температурных полей – тепловизоры. По принципу действия различают яркостные, цветные и радиационные пирометры. Принцип действия яркостных пирометров основан на зависимости спектральной яркости нагретых тел от температуры, описываемой законами Планка и Вина. Действие цветных пирометров основано на сравнении интенсивности излучения объекта в двух спектральных диапазонах. Логарифм их отношения обратно пропорционален цветовой температуре объекта. Действие радиационных пирометров основано на использовании закона Стефана-Больцмана, выражающего зависимость излучаемой телом энергии от его температуры.

В настоящее время наблюдается интенсивное применение тепловидения по всему циклу производства и распределения электроэнергии от электростанций до потребителей электроэнергии. В основе тепловидения лежит возможность получения видимого изображения объектов по их тепловому (инфракрасному) излучению, что позволяет оценить распределение тепловых полей и, как следствие этого, определить температуру любой точки на поверхности объекта. Основным элементом тепловизионной системы является компактная тепловизионная камера, позволяющая выполнять снимки объекта в инфракрасном диапазоне. Современные тепловизионные камеры имеют высокую разрешающую способность и имеют возможность выявлять разницу температур на поверхности с точностью до $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. Высокая мобильность и бесконтактный принцип работы позволяют применять камеру для обследования любых объектов, в том числе и с воздуха, например, с борта вертолета. Кроме того, в состав тепловизионной системы входят персональный компьютер и программное обеспечение, предназначенные для обработки полученных камерой снимков и создания баз данных по результатам обследований.

Тепловизионный метод обладает огромным потенциалом для диагностики и оценки состояния энергетического оборудования. Он выявляет дефекты на ранней стадии их развития, что позволяет планировать объемы и сроки ремонта оборудования по его фактическому состоянию. Особая ценность тепловидения в том, что диагностика осуществляется без вывода оборудования из работы. К настоящему времени накоплен значительный опыт применения инфракрасной техники на предприятиях электроэнергетики. К примеру, в РАО «ЕЭС России» разработаны методики тепловизионной диагностики практически для всех видов электрооборудования. Метод стал нормативным и включен в шестое издание РД 34.45 - 51.300 - 97 – «Объем и нормы испытаний электрооборудования». Это положило начало массовому применению метода во всех энергосистемах. А опыт применения тепловидения в АО «Ленэнерго» показал его значительную эффективность, особенно при контроле контактных соединений. Так, например, при первом обследовании распределительного устройства отбраковывается до 1 - 2 % всех контактных соединений, что реально позволяет предотвратить аварийные ситуации.

Тепловизионный метод с успехом применяют при контроле систем охлаждения, состояния активной стали, подшипников, обмоток, систем возбуждения и щеточно-контактного аппарата крупных электрических машин. На силовых трансформаторах тепловидение позволяет выявлять очаги возникновения полей рассеяния, нарушения в работе охлаждения, дефекты маслонеполненных вводов и токоведущих частей. При обследовании коммутационных аппаратов инфракрасной диагностике подлежат токосъемные и дугогасительные устройства, аппаратные зажимы и вводы. Контролю подлежат также измерительные трансформаторы, вентильные разрядники, ограничители перенапряжения, воздушные линии электропередач, опорная и подвесная изоляции.

Говоря о возможностях и опыте применения тепловидения для решения задач диагностики электроэнергетического оборудования, следует указать следующие достоинства этого метода:

- позволяет получать такую информацию об объектах обследования, которую получить другими методами невозможно или технически настолько сложно, что теряется экономическая целесообразность работы;

- тепловидение дает возможность проведения обследования большого количества объектов в кратчайшие сроки и с минимальными затратами;

- обследования проводятся без вывода из эксплуатации объекта диагностики и при его номинальных параметрах работы;

- широкий спектр объектов для применения метода позволяет эффективно использовать тепловизионную систему как в целях энерго- и ресурсосбережения, так и для повышения надежности и эффективности работы инженерных систем, снижения аварийности, повышения уровня безопасности оборудования, снижения затрат на его эксплуатацию.

Для использования всех возможностей тепловизионного метода диагностики необходимо наличие нескольких условий:

- наличие современного тепловизора – удобного в применении, дающего высокоинформативную тепловизионную картину;

- наличие хорошо подготовленных специалистов по инфракрасной компьютерной термографии, владеющих знаниями в области теплофизики, знающих устройство и принципы работы электроэнергетического оборудования;

- наличие методической базы и программного обеспечения, позволяющих достоверно оценивать состояния оборудования.

Для оценки состояния контактов и контактных соединений масляных, элегазовых и вакуумных выключателей проводят стандартные испытания, в числе которых испытания, требующие применения специальных измерительных приборов и комплексов:

- измерение сопротивления постоянному току;
- измерение сопротивления токоведущего контура;
- измерение скоростных и временных характеристик;
- измерение хода подвижных частей, вжима контактов при включении, одновременности замыкания и размыкания контактов;
- тепловизионный контроль.

Тепловизоры позволяют сделать видимым тепловое излучение объектов, измерять температуру, записывать термограммы на компьютерные носители, что дает возможность производить анализ изображений и создавать отчеты контроля. Мировым лидером в производстве тепловизионной техники является фирма NEC (Япония), начала выпускаться серия тепловизоров GUIDE на матричных микроболометрических неохлаждаемых детекторах (Франция), из отечественных тепловизоров наибольшей популярностью в электроэнергетике пользуется компьютерный термограф ИРТИС-2000. На рисунках 4.1 и 4.2 приведены термограммы, иллюстрирующие локальное повышение температуры вследствие повышения сопротивления контактных соединений.

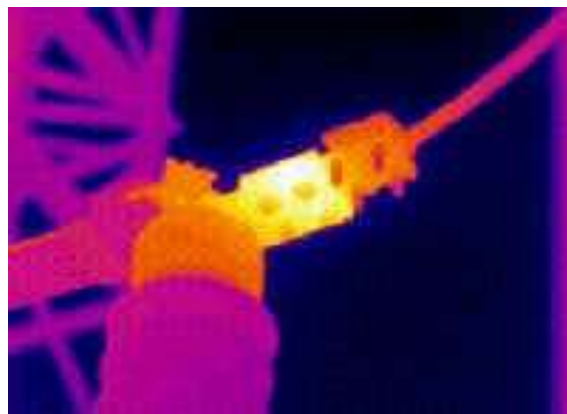


Рисунок 4.1 – Повышение температуры из-за плохого контакта на вводе выключателя

Для контроля контактных соединений широко используются измерители температуры в точке - пирометры, которые решают те же задачи, что и тепловизоры. Различие состоит в том, что работа с пирометрами является более трудоемкой и продолжительней по времени. Вместе с тем, большое количество стандартных, повседневных задач может быть решено этими приборами.

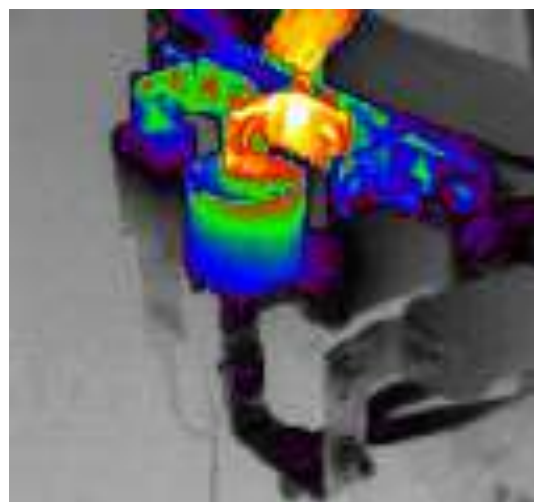


Рисунок 4.2 – Повышение температуры из-за плохого контакта болтового соединения

Термографический контроль состояния контактных присоединений аппаратных зажимов, токосъемных устройств, соединений модулей, контактов дугогасительных камер выключателей позволяет выявить местоположение дефекта и оценить характер его развития. В большинстве конструкций воздушных выключателей дугогасительные контакты расположены в фарфоровых покрывках, соединенных металлическим фланцем. При нагреве контактов повышение температуры происходит на ближайших фланцах.

Характерными дефектами разъединителей являются дефекты контактной системы и опорно-стержневых изоляторов. Как показывают результаты термографических обследований, наиболее частыми причинами повышенного нагрева элементов контактной системы является окисление контактных поверхностей и ослабление сжимающих пружин. Дефекты такого рода обнаруживаются при обследовании практически всех объектов. Кроме того, частыми дефектами являются загрязнение и трещины в фарфоровых колонках опорно-стержневых изоляторов.

Избыточная температура на контактах - это основная масса неисправностей, обнаруживаемых при обследовании коммутационных аппаратов. Перегрев происходит из-за большого активного сопротивления контактного соединения. Чаще всего выявляются дефекты на контакте губки-нож и разъединитель-шина у разъединителей и отделителей всех классов напряжений, на соединениях шин с токоведущими выводами вводов масляных выключателей и силовых трансформаторов, на соединениях с ВЧ-заградителями. Особых трудностей в диагностике плохих контактных соединений обычно не возникает.



Рисунок 4.3 - Промышленный микроомметр МИКО-1

ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Книга 3, Раздел 7, Статья 6, Параграф 1 **проведение испытаний с подачей повышенного напряжения от постороннего источника тока**

7.6.1. Проведение электрических испытаний оборудования и электрических измерений испытательными электроустановками и электротехническими лабораториями, не имеющими соответствующего разрешения, запрещается.

7.6.2. Испытания проводятся бригадами в составе не менее 2 человек, из которых руководитель работ должен иметь группу IV, а остальные группу III. проведение испытаний могут выполнять только работники, прошедшие специальную подготовку и проверку знаний схем испытаний и правил в объеме данного раздела и имеющие практический опыт проведения испытаний в условиях действующих электроустановок, полученный в период стажировки в течение не менее 1 месяца под контролем опытного работника с группой III. Указанная проверка производится одновременно с общей проверкой знаний настоящих Правил безопасности в те же сроки и той же комиссией с включением в ее состав специалиста по испытаниям оборудования, имеющего V группу по электробезопасности, при проверке знаний работников, проводящих испытания в электроустановках напряжением выше 1000 В, и группу IV при проверке знаний работников, проводящих испытания в электроустановках напряжением до 1000 В, о чем производится соответствующая запись в удостоверении и в журнале. Работники предприятий министерств и ведомств, которые имеют свои отраслевые Правила безопасности при эксплуатации электроустановок и проводят испытания электроустановок потребителей, должны проходить проверку знаний настоящих Правил.

7.6.3. Испытания в электроустановках напряжением выше 1000 В производятся по наряду. Испытания электродвигателей напряжением выше 1000 В, от которых отсоединены питающие кабели и концы их заземлены, могут выполняться по распоряжению.

7.6.4. Допуск по наряду, выданный на проведение испытаний, или на проведение, кроме испытаний, подготовительных и ремонтных работ, может быть произведен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов.

7.6.5. В состав бригады, проводящей испытания, могут быть включены ремонтные работники с группой II для выполнения подготовительных работ, для охраны испытываемого оборудования, а также для выполнения разъединения и соединения шин.

До начала испытаний руководитель работ должен проинструктировать этих работников о мерах безопасности при проведении испытаний. В состав бригады, выполняющей ремонт или монтаж оборудования, в свою очередь могут быть включены работники наладочных организаций или электролабораторий для проведения необходимых испытаний.

В этом случае ответственность за безопасность проведения испытаний возлагается на руководителя работ, либо по его указанию на старшего из работников лаборатории или наладочной организации с группой IV. В этом случае о руководителе проведения испытаний в процессе монтажа или ремонта делается соответствующая отметка в наряде в строке "Поручается".

Указания этих лиц обязательны для всех членов бригады.

7.6.6. Оформление работы нарядом, снятие напряжения, вывешивание плакатов, ограждение рабочего места, проверка отсутствия напряжения, установка заземления, допуск к работам и т.д. осуществляются в соответствии с настоящими Правилами.

7.6.7. Одновременное производство испытаний и ремонтных работ различными бригадами в пределах одного присоединения не допускается.

7.6.8. Массовые испытания изоляционных материалов и изделий (средств защиты, различных изоляционных деталей и т.п.), проводимые вне электроустановок напряжением выше 1000 В с использованием стендов, у которых токоведущие части закрыты сплошными или сетчатыми

ограждениями, а двери снабжены блокировкой, может выполнять лицо с группой IV единолично в порядке текущей эксплуатации.

Блокировка должна обеспечивать полное снятие напряжения при открывании дверей и невозможность его подачи на стенд при открытых дверях.

7.6.9. При сборке испытательной схемы прежде всего выполняются защитное и рабочее заземления испытательной установки и, если требуется, защитное заземление корпуса испытываемого оборудования. проведение испытаний передвижной установкой с заземлением ее корпуса только с помощью рабочей схемы запрещается. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм^2 . перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса. перед присоединением испытательной установки к сети 380/220 В вывод высокого напряжения установки должен быть заземлен. сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах для заземления, должно быть не менее 4 мм^2 . сборку цепи испытания оборудования производит работник бригады, проводящей испытания. перед началом испытаний правильность сборки цепи и надежность рабочих и защитных заземлений проверяет руководитель работ.

7.6.10. Установленные в электроустановке переносные заземления, которые препятствуют проведению испытаний, могут быть сняты и снова наложены только по указанию лица, руководящего испытанием, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

7.6.11. Место испытаний, а также соединительные провода, которые при испытании находятся под испытательным напряжением, ограждаются, и у места испытания выставляется наблюдающий. Обязанности наблюдающего может выполнять лицо, производящее присоединение измерительной схемы к испытываемому оборудованию. Ограждение выполняют работники бригады, производящей испытания. В качестве ограждений могут применяться щиты, барьеры, канаты с

подвешенными на них плакатами "Испытание. Опасно для жизни" или световыми табло с такой же надписью.

7.6.12. При расположении соединительных проводов, находящихся под испытательным напряжением, вне помещения электроустановки напряжением выше 1000 В, в коридорах, на лестницах, в проходах, на территории, наряду с ограждением выставляется охрана из одного или нескольких проинструктированных и введенных в наряд лиц с группой II для предупреждения об опасности приближения или проникновения за ограждения.

Охраняемое оборудование считается находящимся под напряжением. Руководитель работ должен убедиться в том, что лица, назначенные для охраны, находятся на своих местах и извещены о начале испытаний. покинуть свои места эти лица могут только по разрешению руководителя работ.

7.6.13. При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в разных помещениях или на разных участках РУ разрешается пребывание членов бригады с группой III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от руководителя работ. эти члены бригады перед началом испытаний должны получить необходимый инструктаж от руководителя работ и расположиться вне ограждения.

7.6.14. При испытаниях кабельной линии, если противоположный конец ее расположен в запертой камере (отсеке) КРУ или в помещении, на дверях или ограждении должен быть вывешен плакат "Испытание. Опасно для жизни!". Если эти двери и ограждения не закрыты на запорное устройство либо испытанию подвергается ремонтируемая линия с разделанными на трассе концами (жилами) кабеля, помимо вывешивания плакатов на дверях, ограждениях и у разделанных концов кабеля должна также быть выставлена охрана из включенных в состав бригады работников с группой II.

7.6.15. Присоединение испытательной установки к сети напряжением

380/220 В должно производиться через коммутационный аппарат с видимым разрывом цепи или через штепсельную вилку, расположенные на месте управления установкой.

7.6.16. Коммутационный аппарат должен быть оборудован стопорным устройством или между подвижными и неподвижными контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка. провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220 В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующей эту сеть.

7.6.17. Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию лица, руководящего испытанием, и только после ее заземления, которое может быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений, в том числе специальных лабораторных, имеющих изолирующие ручки.

7.6.18. Перед подачей испытательного напряжения руководитель работ обязан: проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений; проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование; предупредить бригаду о подаче напряжения словами "Подаю напряжение" и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 В.

7.6.19. С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, испытываемое оборудование и соединительные провода считается находящейся под напряжением и производить какие-либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании запрещается.

7.6.20. Запрещается с момента подачи напряжения на испытательную установку входить в нее и выходить из нее, находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле.

7.6.21. После окончания испытаний руководитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить ее от сети 380/220 В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами "Напряжение снято".

Только после этого можно пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

7.6.22. До испытания изоляции КЛ и ВЛ, а также после него необходимо разрядить кабель и линию на землю через добавочное сопротивление, наложить заземление и убедиться в полном отсутствии заряда.

Только после этого разрешается снять плакаты.

7.6.23. Лицо, производящее разрядку, должно пользоваться диэлектрическими перчатками, защитными очками и стоять на изолирующем основании.

7.6.24. Установка и снятие заземления заземляющей штангой на высоковольтный вывод испытательной установки, подсоединение и отсоединение проводов от этой установки к испытываемому оборудованию должно производиться одним и тем же лицом и выполняться в диэлектрических перчатках.

Во время испытаний и при пересоединении незаземленных частей испытываемого оборудования они считаются находящимися под напряжением.

7.6.25. На рабочем месте оператора выполняется отдельная световая сигнализация о включении напряжения до и выше 1000 В.

7.6.26. При использовании передвижной или стационарной испытательной установки должны быть выполнены следующие условия: испытательная

установка должна быть разделена на два отделения, в одном отделении помещается аппаратура напряжением до 1000 В и находится оператор, управляющий установкой, в другом все оборудование и токоведущие части напряжением выше 1000 В;

устройство установки напряжением выше 1000 В должно быть целиком ограждено от мест возможного прикосновения; дверь в отделение установки с оборудованием напряжением выше 1000 В должна иметь электрическую блокировку, обеспечивающую снятие напряжения выше 1000 В при открытии двери и световую сигнализацию, действующую, когда вывод высокого напряжения находится под напряжением.

7.6.27. Измерения мегомметром разрешается выполнять обученным этому электротехническим работникам.

В установках напряжением выше 1000 В измерения производят по наряду два лица, одно из которых должно иметь группу IV.

В установках напряжением до 1000 В измерения выполняют по распоряжению два лица, одно из которых должно иметь группу III.

7.6.28. Измерение сопротивления изоляции мегомметром осуществляется на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем их предварительного заземления.

Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегомметра.

7.6.29. При измерении мегомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках выше 1000 В, кроме того, необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками.

7.6.30. Испытания изоляции линии, к которой напряжение может быть подключено с двух сторон, разрешается производить только в том случае, если от ответственного лица электроустановки, которая присоединена к другому концу этой линии, получено сообщение по телефону или другим образом (с обратной проверкой) о том, что линейные разъединители и

выключатель отключены и вывешен плакат "Не включать! Работают люди".

7.6.31. Перед началом испытаний необходимо убедиться в отсутствии работников на той части электроустановки, к которой присоединен испытательный прибор, запретить находящимся вблизи него лицам прикасаться к токоведущим частям и, если нужно, выставить охрану.

7.6.32. Для контроля состояния изоляции электрических машин в соответствии с методическими указаниями или программами измерения мегомметром при остановленном или вращающемся роторе, но если машина не возбуждена, измерения могут проводиться оперативными работниками в порядке текущей эксплуатации или работниками электролаборатории по распоряжению. под наблюдением оперативных работников эти измерения могут выполняться ремонтными работниками.

Испытания изоляции роторов, якорей и цепей возбуждения может проводить одно лицо с группой III, испытания изоляции статоров не менее чем два лица, одно из которых должно иметь группу IV, а второе группу III.

7.6.33. При работе с мегомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, запрещается. После окончания работы необходимо снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

7.6.34. Производство измерений мегомметром запрещается на одной цепи двухцепных линий напряжением выше 1000 В, в то время, когда другая цепь находится под напряжением; на одноцепной линии, если она идет параллельно с работающей линией напряжением выше 1000 В; во время грозы или при ее приближении.

7.6.35. Присоединение и отсоединение приборов, требующих разрыва электрических цепей, находящихся под напряжением до 1000 В, должны выполняться после снятия напряжения с этих цепей. присоединение и отсоединение приборов, не требующих разрыва электрических цепей, допускается выполнять под напряжением с применением электрозащитных

средств.

7.6.36. В том случае, когда требуется измерение электрических параметров устройств, находящихся под напряжением до 1000 В, необходимо заземлять металлический корпус переносного прибора и использовать специальные щупы или проводники для соединения с изолирующими ручками. Результаты измерения сопротивления растекания на основных заземлителях и заземлениях магистралей и оборудования; сопротивление изоляции; проверки полного сопротивления петли фаза-нуль заносятся в протоколы, формы которых приведены в приложении 7.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Основные источники:

1. Б.К. Иванов, электромонтёр по обслуживанию и ремонту электрооборудования, Ростов-на-Дону «Феникс», 2011 г.
2. Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий, Москва «Академия», 2003 г.
3. Правила устройства электроустановок [Текст] - 7-е издание. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2008. – 701 с.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Текст] - 15-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Изд. Деан, 2010.- 352 с.
5. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изменениями и дополнениями) [Текст] – М.: КНОРУС, 2010. - 168 с.
6. Методы и средства диагностики оборудования. Сайт Электрические сети (свободный доступ). Режим доступа:
<https://leg.co.ua/arhiv/podstancii/metody-i-sredstva-diaagnostiki-oborudovaniya-vn-2.html> (дата обращения: 19.01.2020).
7. *Беляков, Г. И.* Электробезопасность : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. И. Беляков. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 125 с. — (Бакалавр. Академический курс. Модуль). — ISBN 978-5-9916-9785-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/413893> (дата обращения: 20.01.2020).

Дополнительные источники:

- 1 ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. Дата последнего изменения: 19.04.2010. - URL: <http://www.complexdoc.ru/pdf/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%2020>

- 911- 89/gost_20911-89.pdf. Дата обращения 31.03.2011 г.
- 2 ГОСТ 27002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Утв. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам № 3375 от 15.11.89. - URL: http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/g_4_30/2192-gost_2700289.html. Дата обращения 31.03.20011 г.
 - 3 Браун, М. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления [Текст]/ М. Браун.- М.: Изд.дом Додека-XX1, 2010.- 328 с.
 - 4 Макаров, Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей [Текст]: учеб. / Е.Ф. Макаров. – М.: ИРПО; Изд. центр Академия, 2011. - 448 с.
 - 5 Михеев, Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Текст]/ Г.М. Михеев.- М.: НЦ ЭНАС, 2010.- 298 с.
 - 6 Михеев, Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования [Текст]/ Г.М. Михеев.- М.: НЦ ЭНАС, 2010.- 556 с.
 - 7 Нагорная, В.Н. Экономика энергетики: учебное пособие [Текст]/ Н.В.Нагорная. - Дальневосточный госуниверситет. Владивосток: ДВ ТГУ, 2007. – 157 с.
 - 8 Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения [Текст]: справочное пособие/под ред. В.И. Григорьева. - М.: Колос, 2006.- 272 с.
 - 9 Сви П.М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. - Москва: Энергоатомиздат, 1992.
 - 10 Юрлов Ю.П., Орлянская Г.Л. Курс лекций по дисциплине «Управление персоналом» Режим доступа: https://www.studmed.ru/yurlov-yun-orlyanskaya-gl-kurs-lekciy-po-discipline-upravlenie-personalom_25dcbbd5c3c.html(дата обращения: 20.01.2020).