



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ЭСиС

В.В. Максимов

“ 01 ” 09 2020г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
на производственную практику (проектную)

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Образовательная программа «Электроэнергетические системы и сети»
Выпускающая кафедра «Электроэнергетические системы и сети» (ЭСиС)
Место прохождения практики КГЭУ, кафедра ЭСиС, лаборатория «Основы проектирования электроэнергетических систем и сетей»
Обучающийся Хилажев Тимур Ильгизович, 4 курс, ЭС-3-17
Период прохождения практики 01.09.2020 - 29.12.2020
Руководитель практики от Университета: доцент Наумов Олег Витальевич
Индивидуальное задание на практику: Диагностика состояния РПН трансформаторов.
График (план) проведения практики с перечнем и описанием работ:

№ п/п	Перечень и описание работ	Сроки выполнения (график)
	Подготовительный этап	01.09.20
1	Прохождение инструктажа по программе практики, формированию комплекта документов, оформлению дневника практики, подготовке и процедуре защиты отчета по практике. Прохождение инструктажа по технике безопасности на базе практики	01.09.20
	Рабочий этап	15.09.20-23.12.20
2	Знакомство с базой практики, нормативно-правовой и программно-методической документацией организации, предприятия, анализ производственной среды с точки зрения ее психологической комфортности безопасности	15.09.20-17.10.20
3	Получение практических навыков на рабочем месте, взаимодействие со специалистами с целью изучения их функциональных обязанностей. Знакомство и анализ профессиональной деятельности работников предприятия, др.	18.10.20-19.11.20
4	Выполнение индивидуального задания, в т.ч. сбор, обработка, анализ и систематизация фактического и теоретического материала, наблюдения, измерения и др.	20.11.20-23.12.20
	Отчетный этап	25.12.20-29.12.20
5	Анализ проделанной работы, подготовка отчетной документации, презентации отчета к защите	25.12.20-26.12.20
6	Подготовка к промежуточной аттестации	27.12.20-28.12.20
7	Аттестация	29.12.2020

Руководитель практики от Университета

(подпись)

Наумов О.В.
(расшифровка)

Согласовано:

Руководитель практики

от профильной организации

(подпись)

Гиматов Р.М.
(расшифровка)

С индивидуальным заданием ознакомлен

(подпись)

Хилажев Т.И.
(расшифровка)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ДНЕВНИК

ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (проектная)

Фамилия И.О. _____ Хилажев Т.И. _____

Институт ИЭЭ курс 4 группа ЭС-3-17

Период практики с 01.09.2020 по 29.12.2020

Способ проведения практики стационарная
выездная/стационарная

Профильная организация ФГБОУ ВО «КГЭУ»
наименование профильной организации

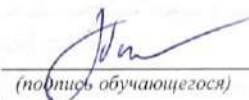
Подразделение кафедра ЭСиС

Рабочее место лаборатория «Основы проектирования
электроэнергетических систем и сетей»
наименование и расположение места прохождения практики

Сведения о производственной практике (проектной)

1. Приказ по КГЭУ от 24.08.2020 №828дс

2. С программой производственной практики ознакомлен


(подпись обучающегося)

3. Прибыл в профильную организацию «01» сентября 2020 г.

4. Руководителем практики от профильной организации назначен(а)

зав. учебной лабораторией

(должность)

Гиматов Р.М.

(Фамилия И.О.)

5. Вводный инструктаж по технике безопасности прошел(ла)

«01» сентября 2020 г.


(подпись обучающегося)

6. Руководителем практики на рабочем месте назначен(а):

зав. учебной лабораторией

(должность)

Гиматов Р.В.

(Фамилия И.О.)

7. Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте прошел(ла)

«01» сентября 2020 г.


(подпись обучающегося)

5. Индивидуальное задание: Диагностика состояния РПН трансформаторов, для этого выполнить ряд работ:

- 1) послушать установочную лекцию
- 2) получить инструктаж по технике безопасности
- 3) ознакомиться с предприятием (подразделением)
- 4) изучить основы эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с индивидуальным заданием)
- 5) проанализировать и систематизировать нормативно-техническую, справочную и методическую документацию по вопросам проектирования объектов электроэнергетической отрасли
- 6) изучить методику использования системы автоматизированного проектирования электроэнергетических систем и сетей
- 7) изучить способы и методы проверки и диагностики технического состояния и остаточного ресурса электрооборудования
- 8) изучить способы и методы освоения нового и перспективного оборудования, оформления технической документации
- 9) составить отчет по теме производственной практики, согласно индивидуальному заданию

Работы, выполненные обучающимся во время прохождения практики

Дата	Рабочее место	Содержание выполненной работы
01.09.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Прохождение инструктажа по программе практики, формированию комплекта документов, оформлению дневника практики, подготовке и процедуре защиты отчета по практике. Прохождение инструктажа по технике безопасности на базе практики
15.09.20-17.10.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Знакомство с базой практики, нормативно-правовой и программно-методической документацией организации, предприятия, анализ производственной среды с точки зрения ее психологической комфортности безопасности
18.10.20-19.11.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Получение практических навыков на рабочем месте, взаимодействие со специалистами с целью изучения их функциональных обязанностей. Знакомство и анализ профессиональной деятельности работников предприятия, др.
20.11.20-23.12.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Выполнение индивидуального задания, в т.ч. сбор, обработка, анализ и систематизация фактического и теоретического материала, наблюдения, измерения и др. Диагностика состояния РПН трансформаторов. Назначение РПН трансформаторов. Изучение принципов работы РПН трансформаторов.
25.12.20-26.12.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Анализ проделанной работы, подготовка отчетной документации, презентации отчета к защите
27.12.20-28.12.20	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Изучение режимов работы объектов электроэнергетических систем и сетей. Изучение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей. Подготовка к промежуточной аттестации
29.12.2020	Лаборатория «Основы проектирования ЭСиС»	Аттестация

Подпись руководителя практики от профильной организации

Гиматов Р.М.

Краткие сведения о выполнении индивидуального задания:

Изучение назначения РПН трансформаторов. Изучение принципа работы РПН трансформатора.

Результаты обучения по производственной практике, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОП.

ПК-1.1. Анализирует и систематизирует нормативно-техническую, справочную и методическую документацию по вопросам проектирования объектов профессиональной деятельности;

ПК-1.2 Участвует в разработке технической документации проектов электроэнергетических систем и сетей;

ПК-1.3 Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей;

ПК-1.4 Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей;

ПК-1.5 Использует системы автоматизированного проектирования электроэнергетических систем и сетей;

УК-2.2 Выбирает наиболее эффективный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения;

УК-3.1 Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели;

УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи;

УК-6.1 Эффективно планирует собственное время.

Выводы, замечания и предложения по прохождению производственной практики:

Программа практики выполнена в полном объеме. Рекомендуются продолжить освоение проектного вида деятельности в ходе дальнейшего учебного процесса и подготовки ВКР

Оценка по практике от профильной организации хорошо отлично

Подпись руководителя практики от профильной организации _____

М.П.

Подпись руководителя практики от КГЭУ _____



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИЭЭ
Кафедра ЭСиС

О Т Ч Е Т

по производственной практике (проектной)

Хилажев Тимур Ильгизович.

обучающийся в группе ЭС-3-17 по образовательной программе

«Электроэнергетические системы и сети»

направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ОТЧЕТ ПРОВЕРИЛ

Руководитель практики

Доцент Наумов О.В.

«29» декабря 2020 г.

ОЦЕНКА при защите отчета:

Хорошо отлично
Председатель комиссии

Наумов О.В.

Члены комиссии

Максимов В.В.

«29» декабря 2020 г.

Казань, 2020 г.

Содержание

Введение.....	3
Краткая характеристика профильной организации.....	4
Состояние РПН.....	6
Основные способы диагностики состояния РПН.....	8
Методы диагностики РПН	15
Заключение	16
Список литературы	17

Введение

Регулирование напряжения трансформатора — изменение числа витков обмотки трансформатора. Применяется для поддержания нормального уровня напряжения у потребителей электроэнергии.

Большинство трансформаторов оборудовано некоторыми приспособлениями для настройки коэффициента трансформации путём добавления или отключения числа витков.

Настройка может производиться с помощью переключателя числа витков трансформатора под нагрузкой либо путём выбора положения болтового соединения при обесточенном и заземлённом трансформаторе.

Степень сложности системы с переключателем числа витков определяется той частотой, с которой надо переключать витки, а также размерами и ответственностью трансформатора.

...государственный университет. Он также является одним из ведущих образовательных учреждений, специализирующихся на энергетике и занимает одно из ведущих мест в регионе по уровню образования, технической оснащенности и условиями для научной работы и учебного процесса. Образование ведется по трем формам обучения очной, заочной и очно-заочной. В университете ведется подготовка по 14 направлениям подготовки бакалавров и магистров и по 11 направлениям подготовки дипломированных специалистов (31 специальности). Ежегодно здесь получают образование более двенадцати тысяч студентов, в том числе и иностранные граждане под руководством более пятистам научно-педагогических сотрудников.

С 2003 года ректором ВУЗа являлся доктор физико-математических наук, профессор, лауреат ордена им. М. Ломоносова, заслуженный деятель науки РТ Юрий Яковлевич Петрушенко. В конце 2011-го года Казанский государственный энергетический университет возглавляет кандидат технических наук, доцент Эдвард Юнусович Абдуллазянов.

По объему и уровню выполняемых научных работ КГЭУ является одним из лучших вузов Российской Федерации.

Кафедра «Электроэнергетические системы и сети» является ведущей по профилю «Электроэнергетические системы и сети» и одной из базовых по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Обучение ведется по двум формам: очная и заочная.

Кафедра ведет подготовку:

- бакалавров по профилю 13.03.02 «Электроэнергетические системы и сети» со сроком обучения по очной форме 4 года (заочная форма: 4 года 11мес.);
- магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» по программе «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность» со сроком обучения по очной форме 2 года (заочная форма: 2 года 6 мес.).

В мае 1995 года в Казанском филиале Московского энергетического института (технического университета) был организован кафедральный коллектив «Электроэнергетические системы и сети» (ЭСиС).

С июля 2017г заведующим кафедрой является кандидат технических наук, доцент Максимов Виктор Владимирович.

Состояние РПН

До относительно недавнего времени, не смотря на то, что в энергосистемах часть силовых трансформаторов изначально была оборудована устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), предприятия электроэнергетики неохотно их применяли в оперативном режиме. В случае значительного изменения напряжения (например, из-за сезонного изменения нагрузки) эти трансформаторы выводили из работы, выполняли необходимые переключения, после чего вводили вновь. Во многом это связано с относительно низкой (по отношению к трансформатору в целом) надежностью переключающих устройств, отсутствием оборудования для диагностики состояния этих устройств, сложностью проведения измерений требуемых параметров.

С появлением более жестких требований к качеству электроэнергии (и, в частности, к уровню электрического напряжения сети) предприятия электроэнергетики вынуждены все чаще использовать РПН по их прямому назначению (регулирование напряжения под нагрузкой). Это породило спрос на соответствующее диагностическое оборудование и, как следствие, появилось множество различных приборов и методов контроля РПН. Чтобы разобраться в представленном на рынке большом количестве приборов российского и зарубежного производства, рассмотрим отдельно каждый метод диагностики состояния РПН.

Полный перечень необходимых испытаний приведен в РД 34.45-51.300-97 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования», методические указания по оценке состояния и продлению срока службы трансформаторов приведены в РД ЭО 0410-02, а методические указания по наладке устройств переключения ответвлений обмоток под нагрузкой (производства НРБ и ГДР) трансформаторов РПН приведены в СО 34.46.606.

Важно отметить, что проведение ремонтных работ на «старых» трансформаторах без надлежащей диагностики и уточнения технологии восстановления РПН, может оказаться не просто бесполезной тратой денег,

но даже вредной процедурой, приводящей к снижению надежности трансформатора. Например, широко распространенные РПН типа РС-3 и РС-4 повреждаются в основном по причине конструктивных недостатков. По количеству повреждений элементы устройств этого типа располагаются в такой последовательности: контактор, предизбиратель-избиратель и далее отдельные повреждения.

Наиболее часты дефекты контактора, сопровождающиеся выходом контактора из «замка»; этому содействует само-отвинчивание крепежных гаек, что приводит к значительному подгару контактов и разрегулировке элементов кинематики; имеет место выход из строя токоограничивающих резисторов. Кроме перечисленных наиболее частых повреждений в устройствах РПН типов РС-3 и РС-4 встречаются и другие недостатки: негерметичность между баком трансформатора и баком контактора, задержка переключения из-за появления старения металла («усталости») переключающей пружины, повреждение защитной мембраны, повреждения изоляционного вала избирателя, разрегулировка кинематики контактора. Частыми дефектами избирателя и пред избирателя являются несоосность контактов избирателя, подгар контактов из-за ослабления контактного нажатия, недостаточная чистота поверхности обработки контактов.

Основные способы диагностики состояния РПН

С развитием средств измерений появляются новые возможности выявления дефектов в устройствах РПН. Примером является применение компанией Foster-Miller гибких видеоскопов для освещения и осмотра труднодоступных мест. При этом появляется возможность не сливать масло из РПН для осмотра, что позволяет провести осмотр с отключением трансформатора менее, чем на сутки [2].

Контроль нагрева внешней поверхности трансформатора с помощью тепловизионной техники позволяет выявить перегревы в баках контакторов и избирателей РПН вообще без отключения трансформатора. Перегревы в устройствах РПН выявляются сравнением температуры в баке РПН и в основном баке, тепловой режим может контролироваться непрерывно.

Важной и сложной задачей является контроль износа контактов в РПН, практически этот дефект определяет срок жизни устройства.

Простейшим, но весьма грубым методом определения износа контактов является контроль тока нагрузки во время переключения и числа переключений РПН на разные положения отпаяк обмотки. Критерием допустимой эксплуатации РПН до ремонта является накопленная сумма коммутируемых токов.

Этот метод входит во все комплексы контроля состояния РПН. Он используется и в автоматизированных системах контроля состояния трансформаторов, в том числе MS2000 (Alstom), TEC и T-Monitor (ABB), TDM (Вибро-Центр) [2].

Непосредственное определение ухудшения состояния РПН — измерение сопротивления контактов. Они проводятся с отключением трансформатора от сети. Оценка состояния контактов производится с помощью измерения сопротивления всей обмотки трансформатора с подачей постоянного тока при разных положениях РПН. При этом выявляются внутренние замыкания и повышение сопротивления контактов РПН.

Косвенный метод оценки износа контактов — выявление продуктов горения дуги между контактами в РПН. Многочисленными исследованиями подтверждено, что анализ продуктов разложения масла эффективно оценивает износ контактов РПН.

Пример применения оценки качества масла — система профилактических испытаний в энергокомпании Chugach Electric (Анкоридж, Аляска). В масле определяется наличие посторонних частиц (пять градаций по размерам, начиная от размера 5 до 100 и более мкм). Критерии оценки рекомендованы компанией Analytic Service TJ | H2b (США, Calgary, CA.) по пятибалльной шкале TASA (Tap Changer Activity Signature Analysis). Система оценки состояния РПН TASA включает также допустимую концентрацию растворенных в масле пяти газов. На основе оценки по пятибалльной шкале система рекомендует периодичность обследований РПН.

Распространенный метод выявления дуги при работе РПН — газохроматографический анализ масла. Обычно определяют концентрацию H_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_6 , CO , CO_2 .

Выявление дефектов в РПН по рекомендациям МЭК 60599 (Газы в масле трансформаторов) осуществляется по величине отношения газов C_2H_2/H_2 : если в общем баке оно выше 2-3, имеет место загрязнение масла в общем баке продуктами работы РПН. Далее сравнивают концентрации газов в главном баке и в РПН. От числа срабатываний РПН четко зависит концентрация C_2H_2 , она же зависит от пути попадания газа в главный бак.

Перспективный метод выявления обгорания контактов РПН — применение химических индикаторов для определения степени их износа.

На поверхность контактов наносится индикаторный материал, наличие которого проверяется при анализе масла во время периодического обследования. Материал — магний, фторопластовые жидкости и нанокристаллы, флуоресцирующие в определенном диапазоне частоты. Вывод сигнала — через световод, идущий от контактов.

Другой способ — введение индикатора (литий) в металл контактов. Спектрометр анализирует излучение света от металла индикатора во время действия дуги между контактами при размыкании и выявляет убывание индикатора при обгорании контактов. Проверка обоих методов институтом EPRI (США) на РПН 25 кВ показала их эффективность, после 60000 операций В-0 четко выявлялся износ контактов.

Обязательной процедурой при приемке, после ремонта и во время ревизии РПН является снятие круговых диаграмм. Фиксация моментов срабатывания в сопоставлении с фиксацией угла поворота вала дает картину взаимного расположения контактов и их отклонения от ранее полученной диаграммы. Осциллографирование процесса переключения позволяет выявить затягивание срабатывания, неодновременность срабатывания по фазам, неоднократность срабатывания контакта.

Сопоставление моментов времени и позиций переключателя позволяет выявить ненормальности в работе реверсирующего контактора и предупредить возможное залипание контактов. Такой дефект чаще всего возникает, если контакты долгое время не работают.

Для проверки правильности работы подвижных частей РПН анализируется процесс переключения во времени при регистрации вибрации, акустических шумов или звуков при горении дуги. Определение продолжительности каждого этапа этого процесса позволяет выявить затягивание времени срабатывания, неодновременность по фазам и вибрацию контактов, ведущую к перерывам тока и искрению.

Все большее распространение принимает виброакустический метод определения правильности работы РПН.

Акустический датчик, обычно измеритель ускорения, прикладывается к стенке бака РПН, как стетоскоп. Фиксируются вибрации и шумы, сопровождающие моменты переключений контактов. Полученные диаграммы позволяют легко выявить отклонения процесса переключения от

нормальной картины, эффективно сравнение с диаграммами, снятыми раньше.

Система TDM (компания Вибро-Центр), контролирующая состояние и режим работы РПН трансформатора использует для их оценки следующие параметры:

- Температура бака РПН, ее сравнение с температурой основного бака.
- Вибрационные характеристики механической части привода.
- Вибрация бака при наличии дуги в контакторе.
- Акустические параметры частичных разрядов в баке РПН.
- Положение РПН.
- Уровень масла в баке РПН.

Автоматизированные системы контроля состояния силовых трансформаторов включают модули контроля РПН. Для оценки состояния используется моделирование процессов в трансформаторе, расчет на выходе моделей сравнивается с действительными рабочими характеристиками.

В частности, система T-Monitor (ABB), предназначенная для контроля состояния силового трансформатора по многим параметрам, имеет в своих программах следующие модели процессов, относящиеся к работе РПН:

- Температурная модель РПН: определение перегрева путем сравнения температуры в баке РПН с температурой основного бака трансформатора.
- Перемещение контактов РПН: сравнение фактического графика момента двигателя РПН с базовым, в неповрежденном состоянии, связь с положением избирателя.
- Положение и износ контактов (РПН): расчет общего числа переключений и количества проходов каждой позиции. Расчет износа контактов (по току нагрузки, числу срабатываний и позициям РПН).
- Механический износ движущихся частей РПН (по току двигателя и времени пуска, по пусковому току двигателя, по среднему току двигателя, по индексу тока двигателя — расходу энергии за время переключения).

Примером устройства для измерения и регистрации параметров работы РПН во время ревизии является выпускаемый компанией «Вибро-Центр» прибор Ганимед. Его назначение — контроль состояния контактов и соединений РПН масляных трансформаторов, настройка систем регулирования.

Функции прибора Ганимед — регистрация и анализ стандартных характеристик РПН — снятие временной диаграммы работы контактора и круговой диаграммы работы избирателя.

С помощью встроенного миллиомметра можно измерять переходное сопротивление контактов. На основе графика потребляемой двигателем мощности оценивается состояние механического привода. Предусмотрена возможность вибрационного контроля колебаний корпуса в течение цикла коммутации, а также контроля частичных разрядов с помощью акустического датчика, который крепится на корпусе с помощью магнита.

Пределы измерений прибором: по мощности 200 Вт-10 кВт. Полоса частот акустических измерений — до 20 кГц, по сопротивлению — от 0,001 до 15 Ом, виброускорение — от 3 до 100 м/сек². Дисплей с жидкокристаллическим индикатором на 320/240 точек с подсветкой [2].

Для выявления причины неисправности устройства РПН и автоматизации процесса диагностики компания ООО «СКВ ЭП» (зарекомендовавший себя более 20 лет на рынке производитель и поставщик уникальных приборов контроля и диагностики высоковольтного оборудования российского и зарубежного производства) выпустила на электротехнический рынок приборы контроля устройств РПН трансформаторов ПКР-2 и ПКР-2М, основополагающей функцией которых является возможность снятия осциллограмм работы контакторов и снятие круговой диаграммы одновременно по всем фазам. Результаты выдаются в графическом или табличном виде. Приборы оборудованы большими цветными графическими дисплеями с высокой яркостью и контрастностью, облегчающими обработку графиков.

Прибор ПКР-2 предназначен для регистрации круговой диаграммы и осциллографирования устройств РПН. Благодаря удобным выносным шупам упрощается процесс подключения прибора к контактам котактора без слива масла. Снятие круговой диаграммы и осциллограммы с отвода на отвод прибором ПКР-2 производится за одно переключение в течении отведенного времени — 10 минут. После каждого измерения прибором автоматически вычисляются и отображаются на дисплее результаты в трех видах:

- развернутая круговая диаграмма;
- круговая диаграмма построенная по графикам исходных данных переключения;
- приведенная таблица значений круговой диаграммы.

По измеренным этим характеристикам уже можно составить картину о состоянии РПН. Круговая диаграмма после выполнения измерения, как в нашем случае, построена некорректно, а полученные результаты в Табл. параметров не рассчитаны по фазе А. На данный результат повлияло превышение допустимых значений при расчете, например, превышение дребезга контактов, что видно в исходных графиках. В данном случае необходимо произвести повторное и дополнительное измерение на последующие отводы. Если круговая диаграмма некорректно проявляется при повторных, а также при дополнительных измерениях, то следует проверить измерительную схему подключения прибора к устройству РПН и все ее соединения.

В связи с возможными неисправностями контролируемых переключающих устройств — неправильными подсоединениями отводов реакторных устройств РПН, рекомендуется проводить проверку после каждой монтажных и наладочных работ. При выявлении этой неисправности круговые диаграммы при помощи ПКР-2 могут быть не построены, и для выявления причины рассматриваются графики исходных данных следующего вида.

Одной отличительной функцией прибора ПКР-2М является безразборная проверка и диагностика состояния устройств РПН без снятия крышки бака контакторов, используя метод DRM. Анализ полученных графиков измерения сопротивления обмотки при переключении отводов позволяет не только отбраковывать по критерию исправен/неисправен, но зачастую и указывать характер дефекта, что как минимум, дает возможность исключить ненужные вскрытия и проверки исправных устройств РПН. А по мере накопления банка графиков с известными дефектами конкретных устройств РПН, можно будет проводить их точную безразборную диагностику:

- экспресс-диагностика состояния устройств РПН трансформатора при любых погодных условиях;
- построение оценочной диаграммы работы контакторов, не вскрывая бак РПН;
- анализ графиков измеряемого объекта непосредственно на приборе;
- определение места проблемы РПН, например, обнаружение обрыва токоограничивающих резисторов, плохого контакта избирателя и другое.

Таким образом, в связи с тем, что безразборная проверка состояния контактора устройств РПН требует очень небольших трудозатрат, рекомендуется выполнять такую диагностику при любой плановой и внеплановой проверке силового трансформатора.

Использование приборов ПКР-2 и ПКР-2М позволит значительно сократить финансовые и ресурсные затраты организации, а также повысить качество диагностики трансформаторов и избежать незапланированного ремонта объектов.

Методы диагностики РПН

Визуальный осмотр. Самый неэффективный метод, определить проблему может только опытный специалист и только на доступных для осмотра РПН.

Анализ газов. Позволяет точно определить нарушения целостности контактов, из-за которых они начинают перегреваться. При этом если для РПН и трансформатора используется одно и то же масло, то невозможно диагностировать, какие именно контакты нарушены.

Изменения температуры. Высокотехнологичные датчики, фиксирующие повышение температуры в определенных частях агрегата, могут достаточно точно сообщить об увеличенном сопротивлении на контактах. Поскольку работы проводятся под нагрузкой, то невозможно выяснить, в каком состоянии находятся свободные контакты.

Виброизменения. Позволяет определить разболтанные и ослабленные соединения.

Мощность. По потреблению можно диагностировать заедания привода, состояние пружин, прижимающих контактор, а также определить другие дефекты.

Заключение

Требования повышения надежности электроснабжения в условиях роста доли оборудования с длительным сроком эксплуатации заставляют переходить к стратегии превентивной профилактики на основе фактического состояния объекта.

Особенность устройств РПН — многообразие типов как по принципам коммутации, так и по конструкции — делает необходимым определенный подход к оценке состояния каждого типа РПН, важная задача — выявление менее надежных типов.

Для выявления дефектов в устройстве РПН во время работы чаще всего применяется определение разницы температур в баке РПН и основном баке трансформатора.

Характер и опасность дефекта помогают определить анализ газов в масле бака РПН, акустические детекторы ненормальностей работы контактов, электрические параметры режима работы привода РПН во время переключений. На повышение эффективности оценки состояния РПН направлены новые разработки средств и методов контроля. В настоящее время наблюдается быстрое освоение и широкое внедрение виброакустических методов.

Непрерывный контроль состояния РПН ведется специализированными мониторами, часто входящими в состав автоматизированной системы контроля всего трансформатора.

По зарубежным данным, часто высокая стоимость мероприятий по ремонту РПН определяет решение о сроке службы всего трансформатора.

Дальнейшее совершенствование системы профилактики требует повышения квалификации персонала и активного обмена опытом по надежности РПН и методам их контроля с другим организациями.

Список литературы

1. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 648 с.: ил. ББК 31.277.1 Р63
2. Электрические машины, А. И. Вольдек, Л., «Энергия», 2008.

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ЛИСТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
оценка результатов выполнения индивидуального задания

Этапы практики	Проверяемые индикаторы компетенций	Оценочное средство	Количество баллов
Технологический этап	ПК-1.1. Анализирует и систематизирует нормативно-техническую, справочную и методическую документацию по вопросам проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Участвует в разработке технической документации проектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.3 Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.4 Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.5 Использует системы автоматизированного проектирования электроэнергетических систем и сетей; УК-2.2 Выбирает наиболее эффективный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения; УК-3.1 Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели; УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи; УК-6.1 Эффективно планирует собственное время.	Собеседование по отчету	50
Отчетный этап	ПК-1.1. Анализирует и систематизирует нормативно-техническую, справочную и методическую документацию по вопросам проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Участвует в разработке технической документации проектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.3 Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.4 Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей; ПК-1.5 Использует системы автоматизированного проектирования электроэнергетических систем и сетей;	Собеседование по отчету	40

	УК-2.2 Выбирает наиболее эффективный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения; УК-3.1 Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели; УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи; УК-6.1 Эффективно планирует собственное время.		
	Итого		70

Суммарный балл оценки руководителя от КГЭУ: 70

Итоговая шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС:	Словесное выражение	Уровень сформированности компетенций ПК-1, ПК-2, УК-4, УК-5, УК-7
5	от 85 до 100	Отлично	Компетенции сформированы на высоком уровне
4	от 70 до 84	Хорошо	Компетенции сформированы на достаточном уровне
3	от 55 до 69	Удовлетворительно	Компетенции сформированы на низком уровне
2	до 55	Неудовлетворительно	Компетенции не сформированы

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА

Руководитель практики от КГЭУ

хорошо отлично
70

неудовлетительно
70