УДК 621.316.542.9

EDN BHJGSG

Совершенствование методики испытания вакуумных выключателей

Л.Р. Сотникова

ФГБОУ ВО Забайкальский государственный университет, ул. Александро-Заводская, 30, Чита, 672039, Россия

E-mail: lilia.sotnikova.1990@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы обеспечения безопасности персонала при проведении электрических испытаний вакуумных выключателей. Проанализированы основные опасные и вредные производственные факторы, характерные для процессов высоковольтных испытаний. На основе оценки профессиональных рисков разработана типовая структура и содержание методики для электротехнического персонала. Особое внимание уделено идентификации потенциально опасных операций, подключение испытуемого оборудования, проведение измерений и испытаний высоким напряжением. Предложенный в статье алгоритм разработки методики позволяет систематизировать требования безопасности, минимизировать вероятность ошибок персонала и снизить уровень производственного травматизма. Доказана эффективность включения в методику не только запретительных норм, но и четкого пооперационного описания безопасных методов труда. Результаты работы могут быть использованы на предприятиях электроэнергетики, в электротехнических лабораториях.

Ключевые слова: охрана труда, вакуумный выключатель, высоковольтные испытания, методика высоковольтных испытаний, профессиональные риски, электробезопасность.

Improvement of the test procedure for vacuum circuit breakers

L.R. Sotnikova

Zabaykalsky State University, 30 Alexandro-Zavodskaya St., Chita, 672039, Russia

*E-mail: lilia.sotnikova.1990@gmail.com

Abstract. The article discusses current issues of personnel safety during electrical testing of vacuum circuit breakers. The main dangerous and harmful production factors characteristic of high-voltage testing processes are analyzed. Based on the methodology of occupational risk assessment, a standard structure and content of occupational safety instructions for electrical engineering personnel have been developed. Special attention is paid to the identification of potentially dangerous operations, the connection of test equipment, measurements and high-voltage tests. The algorithm proposed in the article for developing the methodology makes it possible to systematize safety requirements, minimize the likelihood of personnel errors and reduce the level of occupational injuries. The effectiveness of including not only prohibitive norms in the methodology, but also a clear operational description of safe working methods has been proven. The results of the work can be used at electric power enterprises and in electrical engineering laboratories.

Keywords: labor protection, vacuum circuit breaker, high-voltage tests, high-voltage test procedure, occupational risks, electrical safety.

1. Введение

Вакуумные выключатели (ВВ) являются ключевым коммутационным оборудованием в распределительных электрических сетях среднего и высокого напряжения. Их надежность напрямую влияет на бесперебойность электроснабжения и устойчивость энергосистем [1]. В связи с этим, регулярные приемо-сдаточные и эксплуатационные испытания ВВ являются обязательной процедурой [2]. Однако процессы проведения таких испытаний сопряжены с наличием ряда опасных и вредных производственных факторов, главным из которых является риск поражения электрическим током при работе с высоким напряжением.

Несмотря на существующую нормативную базу по охране труда (Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, типовые инструкции по испытаниям), существует необходимость в разработке локальной методики, максимально адаптированной к конкретным условиям труда, типам испытательного оборудования и видам выполняемых работ. Методика является документом, регламентирующим безопасные методы и приемы труда для инженерно-технического персонала электротехнических лабораторий.

2. Цель исследования

Целью данного исследования является совершенствование методики для персонала, занятого испытаниями вакуумных выключателей, с комплексной идентификацией и оценкой профессиональных рисков, с применением конкретного вида оборудования.

3. Методы и материалы исследования

В основу исследования положен системный анализ опасностей и управления профессиональными рисками в соответствии [3]. Проведен анализ технологического процесса измерений и высоковольтных испытаний ВВ в разных условиях труда, включающем: источник испытательного напряжения, измерительные делители, комплект контрольного и измерительного оборудования.

Были идентифицированы следующие основные опасные и вредные факторы:

1. Опасность поражения электрическим током: при подаче высокого напряжения на испытуемый объект, при наличии наведенного напряжения, при разряде емкостных элементов схемы.
2. Физические факторы: повышенный уровень шума и электромагнитных полей от работающего оборудования.

3. Опасность механического травмирования: при работе с тяжелыми элементами выключателя, высоковольтного оборудования.
4. Психофизиологические факторы: повышенное нервно-эмоциональное напряжение, связанное с ответственностью и необходимостью концентрации внимания.

4. Полученные результаты

На основе проведенного анализа была разработана типовая структура методики по охране труда при испытаниях вакуумных выключателей.

1. Общие требования охраны труда. В данном разделе регламентируется: Допуск к работе: персонал не моложе 18 лет, прошедший медицинский осмотр, обучение, инструктажи и проверку знаний с присвоением соответствующей группы по электробезопасности (не ниже IV) [4].

Перечень средств индивидуальной защиты (СИЗ): диэлектрические перчатки, боты, ковры, защитный щиток для глаз, каска [5].

Требования к организации рабочего места: ограждение зоны испытаний, предупреждающие плакаты ("Испытания. Опасно для жизни!"), обеспечение достаточной освещенности.

2. Требования охраны труда перед началом работы Раздел содержит пооперационный план подготовки: Проверить исправность СИЗ, инструмента, испытательного оборудования. Убедиться в отсутствии посторонних лиц в зоне работ. Оградить рабочую зону и вывесить плакаты. Проверить заземление корпусов испытательной установки и испытуемого выключателя. Убедиться в исправности блокировок и сигнализации высоковольтного оборудования.

3. Требования охраны труда во время работы Это ключевой раздел инструкции, детализирующий безопасное выполнение каждой технологической операции:

Подключение: Работы производить только после отключения питания стенда и проверки отсутствия напряжения индикатором. На время подключения подать заземление на выводы ВВ.

Подача высокого напряжения: Перед подачей напряжения подать команду "Подаю напряжение!" и убедиться, что все лица удалены за ограждение. Подача напряжения должна производиться плавно.

Наблюдение за показаниями: Производить с безопасного расстояния. Запрещается прикасаться к токоведущим частям и элементам измерительной цепи во время проведения испытаний.

После окончания испытаний: Отключить напряжение, разрядить все емкостные элементы схемы (делители, выводы ВВ) с помощью переносного заземления с изолирующей штангой, подать команду "Напряжение снято!". Только после этого разрешается производить пересоединения или демонтаж.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.

Инструкция предписывает:

Немедленно отключить установку при появлении дыма, искрении, нарушении целостности изоляции.

При поражении человека током – немедленно отключить напряжение, вызвать медицинскую службу, оказать доврачебную медицинскую помощь.

Сообщить непосредственному руководителю о любой аварийной ситуации.

5. Требования охраны труда по окончании работ.

Отключить питание. Привести в порядок рабочее место, убрать инструмент и СИЗ. Снять временные ограждения и плакаты (после полного окончания работ).

Сообщить руководителю о всех замечаниях, выявленных в процессе работы.

5. Выводы

Усовершенствована научно-обоснованная методика по охране труда для персонала, проводящего испытания вакуумных выключателей, базирующаяся на принципах управления профессиональными рисками.

Предложенная структура методики является комплексной и охватывает все этапы работ: подготовительный, основной и заключительный, что обеспечивает непрерывный контроль за соблюдением мер безопасности.

Включение в методику не только общих запретов, но и детального, пооперационного описания безопасных методов выполнения работ, а также конкретного вида оборудования

позволяет существенно снизить влияние человеческого фактора и предотвратить потенциальные ошибки персонала.

Внедрение методики, разработанных по предложенному алгоритму, на предприятиях энергетического профиля будет способствовать стандартизации безопасных практик, снижению уровня электротравматизма и повышению культуры производства.

Список литературы

1. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования / Ю.Д. Сибикин. – М.: Академия, 2018. – 432 с.
2. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний высоковольтного оборудования. – М.: СПО ОРГРЭС, 1997.
3. ГОСТ Р 12.0.010-2017. Системы управления охраной труда. Оценка профессиональных рисков.
4. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М., 2020.
5. СО 153-34.03.603-2003. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках. – М., 2003.
6. ГОСТ Р МЭК 62271-100-2011. Выключатели переменного тока на номинальное напряжение от 1 кВ до 52 кВ.
7. Приказ Минздрава РФ от 03.05.2024 N 220Н «Мероприятия по оказанию первой помощи».
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е изд., 2003 (актуально на 2024 год).
9. Расчетные режимы, разработка и испытания выключателей. Часть 3. Испытания выключателей. Проблемы испытаний выключателей; применение вакуумных дугогасительных камер и синтетических схем испытаний для аппаратов разной мощности «Energetik.energy-journals.ru».
10. Измайлов С.В. Новые подходы к созданию энергоинформационных распределительных систем / С.В. Измайлов, А.Р. Шульга, Р.Н. Шульга // «Электротехника». – 2014. – № 2. – С. 39–44.
11. Перенапряжения при коммутации вакуумными выключателями. Анализ перенапряжений при коммутации индуктивных нагрузок; требования к испытаниям и нормированию параметров ВВ. // «Новости ЭлектроТехники». – 2012. – № 6 (78).