УДК: 658.5.012.7

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВЕРИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ: ОТ ВИЗУАЛЬНОГО ОСМОТРА ДО ИСПЫТАНИЙ

Вагин А.С. – ведущий инженер ОВК, КАО «Азот»,
Россия, г. Кемерово

Верификация электрооборудования представляет собой системный и многоуровневый процесс документального и экспериментального подтверждения того, что оборудование соответствует всем проектным спецификациям, нормативным требованиям и готово к безопасной и надежной эксплуатации. Это не разовое мероприятие, а последовательная цепь взаимосвязанных действий, начинающаяся с момента поступления оборудования на объект и завершающаяся выдачей разрешения на его ввод в работу. Комплексность подхода обеспечивает выявление дефектов на самых ранних стадиях, предотвращая аварии, непредвиденные простои и финансовые потери [1;2;4].

Процесс верификации логично начинается с входного контроля, проводимого для оборудования, поступающего от заводов-изготовителей или ремонтных организаций. Основная цель этапа — проверка качества и соответствия техническим условиям, проекту и нормативным требованиям, получение исходных данных для оценки состояния оборудования в процессе эксплуатации. Входной контроль включает проверку целостности упаковки при разгрузке, сверку комплектности и правильности сопроводительной документации (паспорта, сертификаты, руководства по эксплуатации). Особое внимание уделяется визуальному осмотру на предмет механических повреждений, деформаций и коррозии. Для ответственного энергетического оборудования, такого как элементы тепломеханических систем высокого давления, входной контроль регламентируется отдельными инструкциями, например, РД 34.17.401-95, включающими визуальный осмотр, ультразвуковую дефектоскопию, измерение твердости и лабораторные исследования. Для кабельной продукции предусматривается отбор образцов с каждого барабана с составлением акта, проверка геометрических параметров и физико-механических свойств изоляции и оболочек [2;3;7]. Запрещается принимать на монтаж или склад оборудование и детали, не прошедшие входной контроль или имеющие недопустимые дефекты.

Сердцем комплексной верификации является визуальный осмотр, особенно перед вводом в эксплуатацию или после ремонта. Он позволяет оценить электроустановку в целом, выявляя широкий спектр потенциально опасных нарушений: от отсутствия предупреждающих знаков и схем до критических дефектов монтажа. Инспектируется состояние изоляции проводников, целостность защитных оболочек, отсутствие следов перегрева,

коррозии и механических повреждений. Особое внимание уделяется контактным соединениям в распределительных устройствах и щитах управления, правильности подключения и маркировке цепей, наличию защитных крышек, состоянию автоматических выключателей и УЗО, а также надежности заземления. Визуальный осмотр позволяет выявить нарушения, которые невозможно обнаружить приборами, например, установку автомата с завышенным номиналом на кабель меньшего сечения или наличие дефектов в предохранителях. Все отклонения фиксируются в протоколе визуального осмотра, который служит основанием для планирования ремонтных работ и допуска к последующим электрическим испытаниям [8;9].

После успешного визуального осмотра наступает этап инструментальных измерений и электрических испытаний, направленный на количественную проверку параметров и характеристик оборудования. Комплекс измерений включает проверку сопротивления изоляции силовых и контрольных кабелей, обмоток электродвигателей и аппаратов; измерение сопротивления петли «фаза-ноль» для оценки эффективности защиты от короткого замыкания; проверку срабатывания УЗО и автоматических выключателей; измерение сопротивления заземляющих устройств и проверку целостности проводников защитного заземления. Для высоковольтного оборудования проводятся испытания повышенным напряжением выпрямленного тока или промышленной частоты, проверяются характеристики трансформаторов. Все измерения выполняются сертифицированными приборами силами аккредитованной электротехнической лаборатории, а результаты оформляются протоколами установленной формы и включаются в исполнительную документацию [1;4;5].

Современный подход к управлению жизненным циклом электрооборудования базируется на риск-ориентированной методологии. Глубина, периодичность и состав верификационных мероприятий определяются оценкой потенциального риска, который создаёт отказ оборудования. Риск оценивается как с точки зрения вероятности отказа (на основе данных диагностики, возраста, нагрузок), так и с точки зрения тяжести последствий (простои, ущерб безопасности, финансовые потери). Для наиболее ответственного и критичного оборудования стратегия верификации и диагностики может смещаться от планово-предупредительных ремонтов к техническому обслуживанию по фактическому состоянию, что требует развитой системы мониторинга и анализа данных. В кибербезопасности критически важных энергообъектов риск-ориентированный подход применяется для оценки уязвимостей АСУ ТП, включая сценарии потенциальных кибератак и их последствий для физического оборудования [6].

Таким образом, комплексная верификация электрооборудования — это стратегически важный процесс, обеспечивающий эксплуатационную надежность и безопасность. Он объединяет последовательные этапы: входной контроль, визуальный осмотр, инструментальные измерения и электрические испытания. Внедрение риск-ориентированного подхода позволяет

оптимизировать процесс, концентрируя ресурсы на наиболее критичных элементах системы. Итогом является полный комплект исполнительной и протокольной документации, служащий доказательством безопасности и основой для планирования дальнейшего обслуживания и диагностики на протяжении всего жизненного цикла электроустановки [1;2;6;8].

Список литературы:

1. ГОСТ Р 50571.16-2007 (МЭК 60364-6:2006). Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания.
2. ТИ 34-70-064-87. Типовая инструкция по организации и проведению входного контроля энергетического оборудования и средств управления на энергопредприятиях.
3. РД 34.17.401-95. Инструкция по объему и порядку проведения входного контроля металла энергооборудования с давлением 9 МПа и выше до ввода его в эксплуатацию.
4. ПУЭ (Правила устройства электроустановок). Издание 7.
5. ПТЭЭП (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей).
6. Левин В., Гужов Н., Боярова Д. Риск-ориентированный подход к выбору стратегии управления производственными активами энергетической компании // Научный журнал. 2023.
7. Регламент входного контроля кабельной продукции на напряжение 1;10;20;35;110;220 кВ. – 2017.
8. Калиниченко И. Визуальный осмотр электрооборудования — важный этап комплексных работ // ЭлектроЗамер. – 2023.
9. Материалы по визуальному контролю электроустановок. Инфопортал и специализированные сайты (Infpol.ru, Technadzor77.ru, Olimpekspert.ru). – 2021-2025.