УДК 62

Гусев И.Д.

магистрант 3 курса

кафедра промышленной электроники

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина

(г. Рязань, Россия)

МЕТОДЫ И ЭТАПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: *статья посвящена рассмотрению способов модернизации и реконструкции систем электроснабжения промышленных предприятий, названы цели и причины проведения реконструкции, определены основные этапы модернизации энергосистем.*

Ключевые слова: *электроснабжение, реконструкция, модернизация, распределение электроэнергии, надежность, промышленное предприятие.*

Системы электроснабжения промышленных предприятий обеспечивают работу технологического оборудования, освещения, систем вентиляции, связи, автоматики и других потребителей. По мере износа оборудования, изменения производственных процессов и роста электрических нагрузок существующая система может перестать отвечать требованиям надёжности, безопасности и энергоэффективности [1].

Реконструкция системы электроснабжения — это комплекс мероприятий, направленных на обновление и повышение эффективности, надёжности и безопасности действующих электрических сетей. Выбор конкретных способов реконструкции зависит от состояния существующей системы, поставленных задач реконструкции (увеличение мощности, повышение надёжности, приведение в соответствие с новыми нормативами) и бюджета [2].

Потребность в реконструкции систем энергоснабжения возникает когда параметры электрической сети начинают отклонятся от номинальных значений, например, при износе оборудования, росте потребляемых мощностей, увеличении протяженности распределительных сетей и т.д [3]. Также поводом к проведению реконструкции могут быть новые требования нормативов, изменение категории надежности электроснабжения или переход на новые уровни напряжения.

Реконструкция позволяет обновить электросетевое хозяйство, повысить устойчивость электроснабжения, снизить потери электроэнергии и подготовить предприятие к подключению нового оборудования. При этом важно не только заменить устаревшие устройства, но и согласовать проектируемую систему с реальными условиями производства и перспективами его развития.

Реконструкцию системы электроснабжения проводят, если:

оборудование и кабельные линии физически или морально устарели,

фактическая нагрузка выросла и приблизилась к пределам пропускной способности сети,

участились аварии, перебои или ложные срабатывания защит,

предприятие устанавливает новые технологические линии,

требуется повысить категорию надёжности отдельных электроприёмников,

выявлены нарушения требований электробезопасности или пожарной безопасности,

необходимо снизить потери электроэнергии и затраты на её потребление,

требуется организовать учёт электроэнергии, диспетчеризацию и автоматизированный контроль.

Основные цели реконструкции — обеспечить безопасную и надёжную работу оборудования, соответствовать действующим нормам, уменьшить эксплуатационные расходы и создать резерв для дальнейшего развития предприятия.

Выбор способа реконструкции зависит от состояния оборудования, бюджета, допустимого времени остановки производства и перспектив развития предприятия. По объему и порядку проводимых изменений можно выделить несколько основных способов реконструкции:

Комплексная реконструкция.

Поэтапная реконструкция.

Локальная модернизация.

Комплексная реконструкция предусматривает обновление значительной части системы: источников питания, трансформаторных подстанций, распределительных устройств, кабельных сетей, защит и систем управления. Такой вариант целесообразен при глубоком износе оборудования или масштабном расширении производства. Преимущество комплексного подхода - возможность согласованно спроектировать всю систему. Недостатки - высокая стоимость и сложность организации работ без длительного перерыва в производстве.

Поэтапная реконструкция подразумевает, что работы выполняют очередями или по отдельным участкам. Например, сначала реконструируют трансформаторную подстанцию, затем распределительные сети, после этого — электроснабжение отдельных цехов. Такой подход позволяет распределить затраты во времени и сохранить работу части предприятия. Однако необходимо заранее определить конечную схему, чтобы отдельные этапы не противоречили друг другу.

При локальной модернизации заменяют или обновляют отдельные элементы: выключатели, устройства релейной защиты, кабельные линии, распределительные щиты, системы заземления или освещение. Локальная модернизация подходит, когда основная схема электроснабжения сохраняет работоспособность, а проблемы сосредоточены на отдельных участках.

По характеру проводимых работ можно выделить следующие пути реконструкции.

Замена оборудования без существенного изменения схемы.

Реконструкция с изменением схемы электроснабжения.

Внедрение энергоэффективных и цифровых решений.

При замене оборудования изношенные трансформаторы, аппараты защиты кабели заменяют на современные аналоги, сохраняя принципиальную структуру сети. Это может быть быстрее и дешевле комплексной реконструкции, но не всегда решает проблемы недостаточной мощности, неудобной схемы или низкой надёжности.

При изменении схемы электроснабжения изменяют конфигурацию сети: разделяют нагрузки между секциями, вводят резервные линии, устанавливают секционные выключатели, предусматривают автоматический ввод резерва. Такое решение применяют, если существующая схема не обеспечивает требуемую надёжность или мешает развитию предприятия.

При внедрении энергоэффективных и цифровых решений могут предусматриваться:

автоматизированный коммерческий и технический учёт электроэнергии,

системы мониторинга нагрузок и качества электроэнергии,

диспетчеризация и удалённый контроль оборудования,

частотно-регулируемые электроприводы,

компенсация реактивной мощности,

энергоэффективное освещение,

автоматическое управление нагрузками.

Такие решения помогают снизить потери и лучше контролировать режимы работы, но требуют оценки совместимости с существующим оборудованием.

Основные этапы реконструкции включают в себя:

Обследование и сбор исходных данных.

Анализ потребностей и разработка технического задания.

Технико-экономическое сравнение вариантов.

Проектирование.

Согласование и подготовка работ.

Монтаж и строительно-монтажные работы.

Испытания и пусконаладка.

Ввод в эксплуатацию и передача документации.

На начальном этапе изучают исполнительную документацию и фактическое состояние системы. Проверяют трансформаторы, распределительные устройства, кабельные линии, защитное заземление, средства релейной защиты и автоматики.

Также собирают сведения о:

составе и мощности электроприёмников,

графиках нагрузки и пусковых токах,

авариях, отключениях и повреждениях,

условиях размещения и эксплуатации оборудования,

планах расширения производства,

требованиях к надёжности электроснабжения.

При необходимости проводят измерения нагрузок, сопротивления изоляции и заземления, проверяют качество электроэнергии и состояние контактных соединений.

На основе обследования определяют, какие проблемы должна решить реконструкция. Формируют требования к мощности, резервированию, надёжности, безопасности, автоматизации и возможности дальнейшего развития. В техническом задании желательно указать допустимые сроки отключения оборудования, ограничения для производственного процесса и требования к поэтапному выполнению работ.

Разрабатывают несколько вариантов решения и сравнивают их по стоимости, надёжности, срокам реализации и эксплуатационным затратам. Учитывают не только цену оборудования и монтажа, но и расходы на обслуживание, потери электроэнергии, возможные простои производства. На

этом этапе выбирают способ реконструкции: комплексный, поэтапный, локальный или комбинированный.

Проектная документация определяет состав оборудования и порядок выполнения работ. В зависимости от особенностей объекта в проект могут входить:

расчёты электрических нагрузок и токов короткого замыкания,

выбор трансформаторов, кабелей и аппаратов защиты,

схемы электроснабжения и распределения нагрузки,

расчёты релейной защиты, автоматики и резервирования,

решения по заземлению и молниезащите,

мероприятия по электробезопасности и пожарной безопасности,

решения по учёту, мониторингу и управлению,

организация временных схем питания на период работ.

Проектирование выполняют с учётом действующих требований и технических условий сетевой организации, если реконструкция затрагивает внешнее присоединение.

До начала монтажа получают необходимые согласования, определяют порядок отключений и оформляют организационно-технические документы. Планируют поставку оборудования, подготовку рабочих мест, временные схемы электроснабжения и меры по защите действующего производства. Особое значение имеет поэтапное переключение: оно помогает сократить время обесточивания и избежать остановки критически важных процессов.

На этапе монтажных работ устанавливают новое оборудование, прокладывают кабели, монтируют распределительные устройства, системы заземления, автоматику и средства учёта. Работы проводят в соответствии с проектом и требованиями безопасности. При реконструкции действующего предприятия необходимо чётко разграничивать действующие и строящиеся участки, проверять отсутствие напряжения перед работами и оформлять допуск персонала в установленном порядке.

После монтажа проверяют правильность сборки и подключения оборудования. Проводят необходимые электрические испытания, проверяют работу защит и автоматики, измеряют сопротивление изоляции и параметры заземления. Затем выполняют пробное включение, поэтапно подключают нагрузки и контролируют рабочие режимы. Особое внимание уделяют селективности защит: при повреждении должен отключаться прежде всего ближайший к месту аварии участок, а не вся система.

После успешных испытаний оформляют результаты проверок, исполнительные схемы, паспорта оборудования и инструкции по эксплуатации. Персонал знакомят с новой схемой, порядком переключений и действиями при аварийных ситуациях.

Таким образом, выбор способа реконструкции зависит от того, какую проблему необходимо решить. При износе оборудования основное внимание уделяют его замене, при росте нагрузки — пропускной способности сети, при частых отключениях — секционированию и резервированию, а при повышенных потерях — измерениям и мерам по энергоэффективности. На практике эти способы часто сочетают.

Главный результат реконструкции — не само по себе обновление оборудования, а способность системы безопасно обеспечивать расчётную нагрузку, локализовать повреждения и сохранять питание ответственных потребителей. Поэтому эффективность проекта оценивают по измеримым показателям: допустимой нагрузке сети, качеству электроэнергии, потерям и длительности перерывов питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Валиуллин С.Р., Валиуллина Д.М., Мифтахова Н.К. Электроснабжение крупного промышленного предприятия // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 55-летию КГЭУ, Казань, 08–10 ноября

2023 года. Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 41–43. EDN BHCUCM

2. Александров Д.С., Щербаков Е.Ф. Надёжность и качество электроснабжения предприятий: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2010. 155 с.

3. Маринина И.А. Реконструкция системы электроснабжения предприятия // Молодой ученый. 2024. № 21 (520). С. 113–114. URL: https://moluch.ru/archive/520/114691 (дата обращения: 22.01.2026)

Gusev I.D.

master's degree student of 3rd year

Department of Industrial Electronics

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin

(Ryazan, Russia)

METHODS AND STAGES OF RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL ENTERPRISE POWER SUPPLY SYSTEMS

Abstract: *the article examines methods for modernizing and reconstructing industrial enterprise power supply systems, identifies the objectives and reasons for reconstruction, and outlines the main stages of power system modernization.*

Keywords: *power supply, reconstruction, modernization, electric power distribution, reliability, industrial enterprise.*