

Сложившиеся в области энергоремонта диспропорции, а также крупные системные недостатки много лет обсуждаются на рабочем уровне. Крупные энергокомпании приняли определённые меры по стабилизации своего ремонтного хозяйства, хотя эти усилия трудно признать достаточными. Налицо разрушение справедливых договорных отношений между заказчиками и подрядчиками.

Снизилось качество ремонтных работ, падает надёжность оборудования. Не обеспечена преемственность ремонтных кадров ключевых профессий; система подготовки и переподготовки кадров отсутствует. Единая научно-техническая политика по энергоремонту в Минэнерго не осуществляется. Новые Правила ТОиР в электроэнергетике (2017 г.) не решают проблем и не несут единого обязательного характера для всей отрасли.

Публикуемые в журнале две статьи «Энергоремонт. Вчера — сегодня — завтра» и «Энергоремонт — это не игрушки, это серьёзно» крупных специалистов ремонтных предприятий Минэнерго, стаж работы которых в системе Энергоремонта составляет 35 — 45 лет, принимавших участие в разработке ряда РД по ТОиР АЭС, посвящены данной проблеме. Редакция приглашает учёных, специалистов управления, руководителей объединений и электростанций к обсуждению вопросов совершенствования энергоремонта в отрасли на страницах нашего журнала.



Е. С. Трунин



В. В. Николаев

## Энергоремонт. Вчера — сегодня — завтра

**ТРУНИН Е. С.**, канд. техн. наук  
Почётный энергетик СССР, член Экспертного  
совета по вибрации при ОАО ВТИ  
зам. генерального директора  
ООО «ДИАМЕХ 2000»  
109052, Москва, ул. Подъёмная, 14, стр. 5  
trunin@diamech.ru  
**НИКОЛАЕВ В. В.**, заслуженный ветеран  
Концерна «РОСЭНЕРГОАТОМ», Москва

Рассмотрено состояние Энергоремонта после распада СССР, состояние Энергоремонта сегодня и пути развития Энергоремонта в будущем.

Особо отмечается важность и своевременность введения в действие (Приказ Минэнерго РФ от 25 октября 2017 г. № 1013) Правил организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики.

Предложены мероприятия по повышению уровня организации Энергоремонта в целях обеспечения надёжности электроэнергетических систем.

**Ключевые слова:** техническое состояние оборудования, показатели оборудования, диагностирование, ремонтный персонал, надёжность оборудования, цифровизация.

**В** результате реализации в СССР Программы электрификации всей страны электроэнергетика прошла продолжительный и непростой путь развития, поднявшись на уровень Единой энергетической системы (ЕЭС) государства. Этот путь отмечен рядом ступеней такого подъёма (рис. 1).

Для централизованного управления в ЕЭС в 1969 г. создаётся Центральное

диспетчерское управление — ЦДУ ЕЭС СССР. В 1978 г. вводится в эксплуатацию ВЛ 500 кВ электропередачи «Сибирь — Казахстан — Урал» и начинается работа ОЭС Сибири. ЕЭС СССР соединилась (через г. Выборг) с энергообъединением Скандинавии NORDEL. Осуществляется экспорт электроэнергии в Финляндию, Турцию, Монголию, Афганистан. Вводятся в эксплуатацию ВЛ

электропередачи 400 — 750 кВ, ЕЭС СССР синхронизируется с энергосистемами Венгрии, ГДР, Польши, Чехословакии, Румынии и Болгарии.

Электроэнергетика стала подобна кровеносной системе социально-экономического организма государства. Надёжное функционирование такой системы должно обеспечиваться её «здоровоохранением» — в электроэнергетике это техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) оборудования объектов электроэнергетики (ОЭ) — электростанций и электросетевых предприятий.

Статьёй 3 Федерального закона Российской Федерации «Об электроэнергетике» от 26.03.03 № 35-ФЗ электроэнергетика определена **«основой функционирования экономики и жизнеобеспечения»**.

При проектировании ОЭ и разработке для них энергооборудования, которое в соответствии с установленными требованиями в нормативно-технической документации определяется как **восстанавливаемое, обслуживаемое, ремонтируемое**, для поддержания его надёжности в процессе эксплуатации на должном уровне в течение всего срока службы предусматриваются техническое обслуживание и ремонт (далее для краткости — Энергоремонт) оборудования и систем, в которые оно входит.

С развитием электроэнергетики в Минэнерго СССР развивалась и система ТОиР оборудования ОЭ под общим руководством **Главэнергоремонта**. На электростанциях и в электросетевых предприятиях поддержание надёжности (исправности) систем и оборудования осуществлялось **службами ТОиР** во главе, как правило, с заместителем главного инженера. Техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования проводились ремонтными подразделениями производственных цехов, возглавляемыми заместителями начальника цеха по ремонту, а также подразделениями **цеха централизованного ремонта (ЦЦР)**.

К производству работ по среднему и капитальному ремонту систем и основного оборудования привлекались **ремонтные предприятия энергосистем (РПП)**, а также подрядные **специализированные ремонтные предприятия трестов в системе Главэнергоремонта**.

В начале 1970-х гг. в Главэнергоремонте уже было несколько таких трестов: Союзэнергоремтрест, Сибэнергоремтрест, Средаэнергоремтрест. При этом в состав Союзэнергоремтреста входили предприятия: **Мосэнергоремонт, Ленэнергоремонт, Каунасэнергоремонт, Уралэнергоремонт, Ростовэнергоремонт, Львовэнергоремонт, Южэнергоремонт.**

Сибэнергоремтрест включал предприятия **Сибэнергоремонт** и **Дальэнергоремонт.**

В составе Средаэнергоремтреста были следующие предприятия – **Южказэнергоремонт, Средаэнергоремонт, Центрказэнергоремонт, Севказэнергоремонт, Туркменэнергоремонт** — они обеспечивали ремонт оборудования **ОЭ Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Узбекистана, Туркмении.**

Общая численность персонала подрядных предприятий в составе трестов Главэнергоремонта превышала 20 тыс. специалистов.

Подрядные предприятия проводили ремонт основного оборудования ОЭ, выполняли специальные особо сложные ремонтные работы и работы по модернизации оборудования. На ОЭ с малочисленным своим ремонтным персоналом подрядные предприятия осуществляли комплексный ремонт энергоустановок, включая и вспомогательное оборудование. Отдельные предприятия проводили ремонт транспортабельного оборудования (узлы энергоустановок, электродвигатели, трансформаторы и др.) на своих специализированных базах.

Качество выполняемого предприятиями ремонта соответствовало требованиям НД и технической документации.

Здесь приходится отметить, что всё перечисленное — это **Энергоремонт вчера.**

Распад СССР привёл к сокращению промышленного производства в РФ в 1990-е гг., избытку мощности электростанций и значительному снижению выработки электроэнергии в РФ в 1993 – 2004 гг. (рис. 2).

### **Энергоремонт сегодня**

Избыток мощности электростанций вызвал значительное сокращение в отрасли объёма работ по ТО и ремонту оборудования. Причём это сокращение произошло под воздействием двух основных факторов:

первый — снижение наработки оборудования, определяющей в основном периодичность вывода его из работы в ремонт;

второй — субъекты электроэнергетики (компании — владельцы оборудования и систем) в стремлении поддерживать выработку электроэнергии и сократить затраты на ремонт прибегли

**к переходу якобы на новую стратегию** ТОиР оборудования по его техническому состоянию в отсутствие, однако, необходимых для объективной его оценки методов и средств диагностики. Этому способствовало то, что контроль выполнения требований Правил организации ТОиР оборудования ОЭ, действовавших в электроэнергетике в Минэнерго СССР, с её приватизацией значительно снизился, хотя Правила оставались формально действующими.

Стремление сократить затраты на ремонт оборудования выразилось и в сокращении численности персонала служб ТОиР объектов электроэнергетики, а в некоторых случаях к их полной ликвидации в расчёте на привлечение подрядных предприятий на основе рыночных механизмов.

Сокращение объёма ремонтного производства в электроэнергетике в указанный период привело к существенному снижению уровня квалификации специалистов Энергоремонта, что усугубляется ускоренным уходом многих из них на пенсию. При этом происходит потеря накопленных в прежние годы опыта и знаний. В результате Энергоремонт РФ как отрасль ремонтного производства в электроэнергетике с высоким уровнем технических знаний и производственных навыков потерпел большой ущерб.

Рынок не способствует обмену опытом и технологиями ТОиР между конкурирующими компаниями-собственниками.

Информация об отказах, авариях, существенных дефектах оборудования, выявляемых при его ремонте, закрыта, что препятствует повышению безаварийности эксплуатации систем электроэнергетики РФ.

### **Ценообразование в Энергоремонте**

Отношения субъектов электроэнергетики с подрядными энергоремонтными предприятиями осложняет проблема ценообразования на ремонтные работы.

Использование для обоснования цен действовавшего много лет назад Прейскуранта на подрядный ремонт, в основу которого были положены затраты труда исполнителей работ по каждому виду оборудования с применением повышающих коэффициентов, сопряжено с затруднениями при согласовании размера данных коэффициентов: сегодня он изменяется от 3,5 до 1,1.

Споры между сторонами возникают и из-за затрат предприятий на командирование персонала и доставку средств оснащения на место производства работ.

Выбор предприятия — исполнителя ремонтных работ сегодня осуществляется по конкурсу, что, в свою очередь,

негативно отражается на организации ремонта:

предприятия — участники конкурса пытаются «топить» конкурентов снижением цены;

за низкой ценой нередко скрывается недостаток квалификации и опыта ремонта;

выигравшая конкурс организация при заявленной низкой цене выполнения работ часто остаётся без прибыли, что ограничивает её дальнейшее развитие, лишает возможности увеличивать численность персонала для расширения производства.

Отношения с подрядными специализированными энергоремонтными предприятиями у субъектов электроэнергетики вместо конкурса должны строиться на долгосрочной основе — на достоверной информации об опыте в ремонте.

С начавшимся с 2006 г. увеличением энергопотребления, ростом производства электроэнергии (см. рис. 2 — выработка электроэнергии в РФ в 2006 – 2018 гг.) повысились требования к обеспечению надёжности энергоснабжения потребителей. Энергоремонт, однако, в настоящее время в электроэнергетике РФ представляется слабым звеном в системе обеспечения надёжного и безопасного энергоснабжения потребителей электроэнергии. Необходим системный подход к решению отмеченных организационных проблем, скопившихся более чем за два десятилетия. Важным и своевременным шагом в направлении их решения стало введение в действие в целях повышения требований к обеспечению надёжности электроэнергетических систем, надёжности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок (Приказ Минэнерго РФ от 25 октября 2017 г. № 1013) Правил организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики (далее — Правила).

Этот нормативный документ устанавливает требования к субъектам электроэнергетики по организации ТОиР входящих в электроэнергетические системы объектов электроэнергетики за исключением атомных электростанций.

В атомной электроэнергетике с февраля 1998 г. действовал РД ЭО 0069–97 «Правила организации технического обслуживания и ремонта систем и оборудования атомных станций», который с июня 2013 г. получил статус стандарта организации СТО 1.1.1.01.0069–2013 и с некоторыми изменениями действует в настоящее время.

Введённый в действие Минэнерго РФ нормативный документ федерального уровня устанавливает как базовую стратегию плано-предупредительно-го ТОиР для объектов электроэнергети-

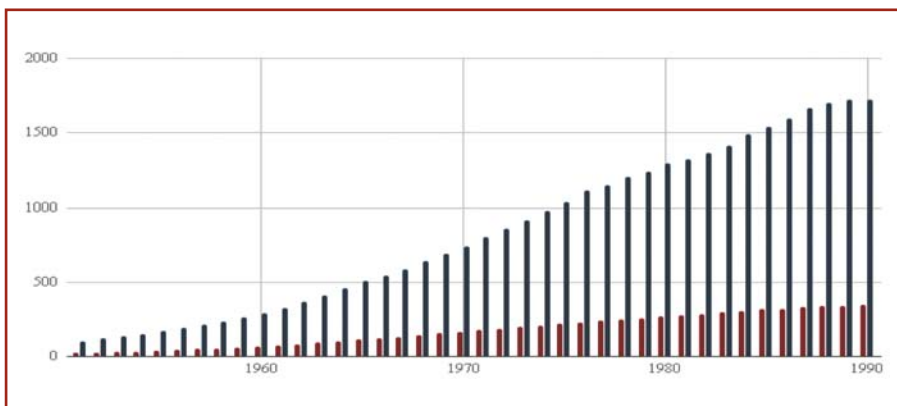


Рис. 1. Электроэнергетика СССР. Рост установленной мощности в 1951 – 1990 гг.



Рис. 2. Электроэнергетика РФ в 1992 – 2018 гг.

ки. При этом Правила требуют, чтобы субъекты электроэнергетики, переходя на стратегию ТОиР по техническому состоянию оборудования, регламентировали свои действия Локальными нормативными актами (ЛНА), разрабатываемыми в соответствии с Правилами.

Основанием для этого перехода должно быть соблюдение определенных условий, в частности, наличие методов и технических средств контроля, показателей технического состояния и их допустимых и предельных значений, позволяющих достоверно определять фактическое техническое состояние оборудования и его изменения за установленные периоды контроля. При этом указания изготовителя должны быть учтены в технической документации (ремонтных документах) на оборудование и (или) предложениях (рекомендациях) экспертной организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации.

По существу выполнение Субъектами электроэнергетики требований Пра-

вил должно повысить уровень организации ТОиР в электроэнергетике РФ до отметки, близкой к тому, что было в электроэнергетике СССР, а также обеспечить дальнейшее развитие этого организационно-технологического комплекса в соответствии с направлениями развития экономики в стране, в том числе её цифровизацией.

**В Энергоремонте завтра** в этом направлении представляются важными следующие мероприятия:

организация сертификации подрядных энергоремонтных предприятий и разработки отраслевого электронного реестра для включения в него предприятий, прошедших сертификацию;

организация экспертной поддержки ТОиР в удалённом режиме — оценки технического состояния оборудования при диагностике, дефектации в процессе ремонта, выборе технологии ремонта дефектных его составных частей и др.;

создание Базы больших данных (Big Data) с применением распределённых реестров (block chain) для сбора данных

об отказах оборудования, о состоянии оборудования при диагностике, о выявляемых при его ремонте дефектах, что необходимо для оптимизации стратегии ТОиР и объёмов работ по восстановлению исправности оборудования.

В Правилах указана также необходимость создания автоматизированной системы контроля технического состояния основного оборудования, представляющей программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий удалённое наблюдение за состоянием оборудования, его диагностику и прогнозирование изменений технического состояния на основе данных, получаемых от систем их сбора, установленных на оборудовании.

Целесообразно также данный ряд дополнить включением заказчиками в договоры на поставку оборудования положения, что изготовитель в ремонтных документах в составе технической документации, поставляемой вместе с оборудованием, укажет показатели исправного его состояния, неработоспособного состояния (отказа) и предельного состояния основных составных частей и единицы оборудования в целом, что изначально будет способствовать объективности оценок при его диагностике.

Нельзя не отметить, что перечисленные мероприятия по цифровизации ТОиР оборудования ОЭ потребуют серьёзного взаимодействия Минэнерго с субъектами электроэнергетики по широкому кругу вопросов, включая прежде всего их финансирование.

Реализация таких мероприятий обеспечит системный подход к поддержанию надёжности оборудования и систем ОЭ на необходимом уровне или, по существу, управление их техническим состоянием (ТС) при эксплуатации, включающим:

- регулярный контроль технического состояния оборудования и систем;
- прогнозируемое плановое периодическое или неплановое (при ухудшении состояния) воздействие на оборудование и системы в целях устранения выявляемых недопустимых изменений в их состоянии — восстановление их исправности и возобновление ресурса;
- анализ и оценку эффективности (качества) управления состоянием оборудования и систем.

Для обеспечения обязательного выполнения субъектами электроэнергетики требований введённых в действие Правил Минэнерго будет, скорее всего, вынуждено усилить управляющее воздействие в части организации ТОиР на ОЭ, поскольку компетенции функционирующего на этом направлении АО «Техническая инспекция ЕЭС» окажется вероятно недостаточно.