

НПО «ЭЛСИБ» ПАО (www.elsib.ru) – единственное энергомашиностроительное предприятие за Уралом, специализирующееся на проектировании и производстве турбогенераторов, гидрогенераторов, асинхронных и синхронных электродвигателей для различных отраслей промышленности более 60 лет.

Сегодня свыше 30% генерирующих мощностей электростанций России приходится на генераторы НПО «ЭЛСИБ» ПАО. Генераторы и двигатели производства НПО «ЭЛСИБ» ПАО поставлены в более чем 50 стран мира.



**Александр Артемов,
Катерина Кархалёва**
НПО «ЭЛСИБ» ПАО,
г. Новосибирск

РЕМОНТИРОВАТЬ НЕ НУЖНО МЕНЯТЬ

АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА КАПРЕМОНТА И СЕРВИСА

После реализации инвестиционных программ по договорам о предоставлении мощности (ДПМ) и ввода новых парогазовых установок (ПГУ) для теплоэнергетической отрасли не теряет актуальности вопрос о дальнейшей эксплуатации энергетического оборудования, отработавшего нормативный срок.

Объекты, построенные в рамках ДПМ, оснащены новым эффективным оборудованием. Но это около 10% всей установленной генерирующей мощности российской энергосистемы. Оставшиеся 90% – это технологическая база, созданная в прошлом веке, возраст которой зачастую превышает 40 лет. Проблема старения генерирующих мощностей стоит достаточно остро прежде всего перед территориальными генерирующими компаниями – ТЭЦ городов. В условиях экономического кризиса генерирующие компании сокращают бюджеты инвестиционных программ и в большей степени концентрируются на повышении эффективности, в том числе на поддержании оборудования в работоспособном состоянии, то есть на ремонтных программах.

Жизненный цикл турбогенератора по ГОСТ в настоящее время составляет 40 лет. До 1985 года нормативный срок службы турбогенераторов составлял всего 25 лет. На сегодня около половины от общего числа турбогенераторов производства НПО «ЭЛСИБ» ПАО, установленных на электростанциях России, отработали установленными стандартами нормативный срок.

Отечественная и зарубежная практика показывает, что фактический срок эксплуатации турбогенераторов зачастую существенно превышает срок, заявленный производителем. В таких обстоятельствах одной из важнейших задач становится оценка остаточного ресурса турбогенератора по результатам комплексного обследования.

Замена генераторов в короткие сроки невозможна по причинам экономического характера. Поэтому актуальны задачи по оценке их фактического технического состояния, определению возможности и сроков дальнейшей эксплуатации, выполнению капитальных ремонтов в необходимом объеме.

Таблица 1. Фактический срок эксплуатации турбогенераторов производства НПО «ЭЛСИБ» ПАО по состоянию на 2016 г.

Мощность, МВт	До 40 лет, шт.	Свыше 40 лет, шт.	Итого, шт.
до 50	9	77	86
51–80	154	242	396
100–125	263	95	358
160	7	0	7
300	3	2	5
500	4	0	4
Итого	440	416	856

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

О сервисе НПО «ЭЛСИБ» ПАО можно сказать, что это неременное условие сопровождения поставляемого как нового, так и отремонтированного оборудования в течение всего жизненного цикла. Спектр услуг в каждом конкретном случае определяется потребностями заказчика: это может быть оценка технического состояния эксплуатируемого оборудования, технические консультации, поставка запасных частей, шефмонтажные работы, а иногда и проведение комплекса испытаний генераторов и двигателей.

– *Наша задача – сделать так, чтобы затраты заказчика на обслуживание изделия были максимально оправданными,* – объясняет ведущий шеф-инженер отдела внешнего монтажа Игорь Жаворонков. – *Иногда заказчик не имеет возможности корректно оценить техническое состояние оборудования, иницирует ненужные и нецелесообразные затраты. А владельцу оборудования, которое отработало свой нормативный срок, очень важно понимать, сколько еще оно проработает. Списать оборудование, которое может послужить, нерационально, но неожиданный выход его из строя приведет к аварии регионального масштаба. По этой причине важна вовремя проведенная квалифицированная оценка технического состояния оборудования.*

Комплексное обследование генераторного оборудования начинается с анализа технической документации, в том числе результатов регламентированного контроля, который выполняется во время плановых ремонтов. Следующий этап – диагностические испытания и измерения, а также технический осмотр конструктивных узлов, всевозможные виды инструментального контроля. Итогом подробного обследования становится отчет, содержащий заключение о техническом состоянии узлов генератора, рекомендации по продлению срока безопасной эксплуатации оборудования или капитальному ремонту.

У турбогенераторов, отработавших 40–60 лет, обычно возникают проблемы с изоляцией – последствия физического старения и условий эксплуатации машины в целом, а также с нагревом активной стали статора.

Одним из наиболее проблемных узлов турбогенератора является ротор. Высокий уровень электромагнитных, тепловых и механических нагрузок, различные аномальные режимы работы в сочетании с длительным сроком эксплуатации приводят к старению изоляции обмоток роторов, а это требует ремонтов с полной заменой изоляции обмоток, а иногда и обмоточной меди.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПРЕМОНТОВ

– *К ремонту электрооборудования мы подходим комплексно,* – рассказывает Владислав Швецов, руководитель группы по ремонтам электрических машин. – *Оптимальный вариант, когда изделие поступает к нам в собранном виде. Проводится разборка и дефектация всех узлов, деталей электродвигателя или генератора, по результатам которой и составляется перечень работ, необходимых для устранения обнаруженных дефектов.*

Например, в двигателе с короткозамкнутой обмоткой ротора, поступившем в ремонт из-за повреждения обмотки статора, обязательно проверяется состояние элементов клетки ротора, состояние подшипниковых шеек и подшипников. При необходимости подшипники качения заменяются, вкладыши подшипников перезаливаются, ротор проверяется на отсутствие искривления вала и в обязательном порядке перед сборкой балансируется.

После окончания ремонта электродвигатель проходит приемосдаточные испытания в соответствии с нормами для новой продукции, что наиболее полно гарантирует надежность дальнейшей работы отремонтированной машины.

Основной изоляцией, применяемой на ЭЛСИБе при ремонте статорных обмоток, является изоляция типа «Монолит-4». При ее использовании, за счет более высокой теплопроводности улучшается тепловое состояние обмотки, появляется возможность эксплуатировать машины в условиях повышенной влажности, а высокая механическая прочность обеспечивает надежную работу изоляции в режиме прямого пуска двигателя.

Сохранение точности геометрических размеров на ремонтируемых машинах – одна из главных решаемых задач. Восстановление геометрии подшипниковых шеек роторов является одним из основных условий надежной работы подшипниковых узлов, особенно подшипников качения. Используя метод электроискрового напыления, мы восстанавливаем

до необходимого размера шейки валов под подшипниками, приводные концы валов в случае их прослабления или искривления. В случае выявления трещин в валах, сильного искривления мы можем изготовить надставку или произвести полную замену вала при сохранении сердечника ротора.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ НА ЭЛСИБЕ – ЧТО ЭТО

– Мы внимательно следим за тенденциями и стремимся к тому, чтобы наши услуги по капремонту и модернизации электрооборудования отвечали самым актуальным потребностям рынка, – поясняет начальник отдела продаж, сервиса и ремонта Сергей Колбин. – Что мы можем предложить заказчику? За последние 20 лет ЭЛСИБ накопил достаточно большой опыт и референс ремонтов и модернизаций высоковольтных двигателей как собственного изготовления, так и зарубежного производства (Англия, Италия, Германия, Япония, США, Франция). Это высоковольтные асинхронные и синхронные электродвигатели, в том числе во взрывозащищенном исполнении. Выполняем ремонт и модернизацию двигателей мощностью от 250 до 8000 кВт как современных, так и уже снятых с производства.

Мы стремимся к тому, чтобы наши предложения и отношения с заказчиками были максимально прозрачными, поэтому разясняем причины и необходимость принятия тех или иных технических решений при выполнении ремонта и модернизации. Важнейшее из них – модернизация, позво-

Фото 1

Ротор турбогенератора ТВМ-500 для Рефтинской ГРЭС в процессе ремонта



Фото 2

Ремонт статора двигателя АО-18-120-8/10 с заменой обмотки

ПЕРЕЧЕНЬ НАИБОЛЕЕ КРУПНЫХ И ЗНАЧИМЫХ ДЛЯ НПО «ЭЛСИБ» РЕМОНТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ

- Модернизация ротора ТВМ-500 с продлением ресурса до 20 лет для Рефтинской ГРЭС (фото 1);
- Капитальный ремонт статора ТВФ-63 с заменой обмотки для ТЭЦ-16 ПАО «Мосэнерго»;
- Капремонт ТВФ-110 с изготовлением и заменой бандажных колец для ОАО «Камчатскэнерго» в условиях станции;
- Замена обмотки статора ТВФ-100 для ОАО «ДГК» с переводом компаундированной изоляции стержней на изоляцию «Монолит-4»;
- Замена обмотки статора ТВФ-120 для АО «Энергоремонт» («Лукойл-Астраханьэнерго») в условиях станции;
- Капремонт статора ТВФ-120 на Красноярской ТЭЦ-2 с частичной заменой обмотки в условиях станции;
- Капремонт ТВФ-60 для ОАО «Барнальская генерация» с восстановлением геометрических размеров ротора;
- Капремонт ротора ТВФ-120 для АО «ДГК» с изготовлением 1-й катушки из новой меди;
- Капремонт ротора ТВФ-120 для ОАО «Квадра»;
- Капремонт ротора ТФР-32 для ОАО «СИБЭКО»;
- Капремонт турбогенератора ТВФ-125 для ОАО «СИБЭКО»;
- Капремонт ротора ТВФ-120 для ОАО «Енисейская ТГК»;
- Капремонт 40 двигателей для ОАО «АК «Транснефть» с восстановлением параметров согласно конструкторско-технологической документации;
- Модернизация электрических машин с применением современных материалов и технических решений:
 - обмоток статора и ротора двигателя RPC (производство Jeumont Industrie-Schneider Electric);
 - двигателей АО-18-120-8/10 (фото 2), АО-20-120-8/10;
 - двигателей ДАЗО2-17-69-8У1, ДАЗ2-18-59-10У1;
 - преобразователей частоты ОПЧ-2500.

▶ *ляющая повысить эффективность и продлить срок службы электрооборудования. Разрабатывая такие предложения, мы в первую очередь учитываем пожелания заказчиков. Как правило, работаем по заявке, согласовываем ее со службами завода. На ее основании формируем технико-коммерческое предложение.*

Большинство актуальных для заказчиков запросов в части капитального ремонта и модернизации оборудования связано с работой с роторами и статорами турбогенераторов.

Что касается статоров турбогенераторов, то здесь мы меняем обмотку статора и изготавливаем комплект новых стержней с термоактивной изоляцией класса «F», электроизоляционных деталей и материалов, меняем датчики теплоконтроля; меняем уплотнения вала торцового типа на современные кольцевые уплотнения; оснащаем щеточно-контактный аппарат системой теплоконтроля для диагностики его состояния; проводим модернизацию бандажных узлов роторов с переходом на однопосадочную конструкцию бандажных колец, изготовлением их из коррозионно-стойкой стали; улучшаем систему отражения масла в уплотнениях вала со стороны высокого давления (статора); улучшаем звукоизоляцию в зоне щеточно-контактного аппарата при помощи установки шумозащитного кожуха.

Занимаясь ремонтом роторов, мы, как правило, меняем изоляцию обмоток роторов, а в ряде случаев и обмоточную медь; проводим дефектоскопию всех участков вала ротора после полной вымотки обмотки; балансируем его на номинальной частоте вращения и испытываем на угонную скорость (1,1 от номинальной частоты вращения); проводим испытания на отсутствие витковых замыканий. Такой комплекс работ позволяет обеспечить длительную и надежную эксплуатацию отремонтированного ротора, а также ввод турбогенератора в эксплуатацию без доводочных работ на электростанции.

Я глубоко убежден, что модернизация и качественный капитальный ремонт – важнейшая основа долговременного партнерства и гарантия безопасности работы энергооборудования. Сегодня, когда к нам обращаются заказчики, установившие наше оборудование 30–40 лет назад, мы видим действенность такого партнерства. Но наша задача – не просто сохранить доверие заказчиков, но и приумножить его с учетом требований нового времени. Капремонт – одно из приоритетных направлений развития нашего предприятия, потому что ЭЛСИБ имеет серьезный потенциал в области сервиса.

Производственно-техническая база предприятия позволяет выполнять качественный капремонт и модернизацию электрических машин. Соблюдать жесткие требования к точности и геометрическим размерам изготавливаемых узлов позволяет

парк современных станков с ЧПУ. Так, расточной HFB-180 и многофункциональные обрабатывающие центры (VM711, VM900, PUMA250MX, PUMA 600 M, Mynx 540, KSV800) позволяют изготавливать детали любой сложности. Два разгонно-балансирующих устройства фирмы Schenck, одно из которых имеет грузоподъемность до 90 тонн, дают возможность выполнять балансировку роторов на номинальных оборотах и контролировать сопротивление изоляции при вращении. Намоточное устройство, выпущенное собственным инструментальным производством, используется для изготовления катушек обмотки роторов синхронных двухполюсных электродвигателей, а для изготовления катушек обмоток статоров различной формы служит формообразующий станок фирмы Henry Schumann GmbH&Co KG.

ЧТО ПОЛУЧАЕТ ЗАКАЗЧИК

Приоритетные направления работы НПО «ЭЛСИБ» ПАО в 2016 году – это повышение конкурентоспособности предприятия и поддержание давних плодотворных партнерских отношений с заказчиками за счет усиления сервисной составляющей.

Сегодня за каждый заказ идет борьба. В тендерах побеждают компании, имеющие опыт в проведении ремонтных работ, положительно зарекомендовавшие себя с точки зрения уровня изготовления запасных частей и выполнения собственно ремонта и модернизации. Для потребителей большое значение имеет качество и своевременность исполнения работ по контрактам, удобный и оперативный сервис, причем в настоящее время достойное качество продукции и услуг – это уже не столько конкурентное преимущество, сколько необходимость. Изготовитель некачественной продукции просто перестает получать новые заказы, а качество и культура производства воспринимаются как непреложное свойство продукции и услуг.

Что же получает наш заказчик в итоге? Прежде всего полностью восстановленную электрическую машину, соответствующую всем заданным требованиям, в том числе требованиям надежности, что подтверждается испытаниями в процессе изготовления. Капитальный ремонт дает оборудованию вторую жизнь для продолжения эффективной работы на энергообъекте.

НПО «ЭЛСИБ» ПАО

www.elsib.ru

Тел.: (383) 298-93-34,
227-81-52

e-mail: svkolbin@elsib.ru



ТРАВЭК

25 лет в электротехнике и электроэнергетике

**Международная Ассоциация производителей
высоковольтного электротехнического оборудования**

XXIV Международная научно-техническая и практическая конференция

«Перспективы развития электроэнергетики и высоковольтного электротехнического оборудования. Коммутационные аппараты, преобразовательная техника, микропроцессорные системы управления и защиты»

**28–29 ноября
2016 г.**

Гостиница «Холидей Инн Сокольники»
г. Москва, ул. Русаковская, 24

Тематическая направленность конференции:

- I. Перспективы развития электроэнергетики.
- II. Энергоэффективность и энергосбережение в электроэнергетике.
- III. Разработки и производство энергоэффективного высоковольтного электротехнического оборудования.
- IV. Высоковольтное коммутационное оборудование на напряжения 10–1150 кВ.
- V. Автоматизированные микропроцессорные системы управления и защиты электроэнергетическими системами подстанционного оборудования и электроснабжения потребителей.
- VI. Электромагнитная совместимость высоковольтного электротехнического оборудования.
- VII. Методы и средства испытаний. Испытательные центры.
- VIII. Опыт эксплуатации электротехнического оборудования на объектах ПАО «Российские сети», ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Газпром», ОАО «РЖД», промышленных предприятиях, ЖКХ и предприятиях нефтедобычи.
- IX. Вопросы рынка высоковольтного электротехнического оборудования.