НПО «ЭЛСИБ» ПАО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛСИБ»
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Возможности, компетенции и опыт НПО «ЭЛСИБ» по выполнению крупных капитальных ремонтов электрических машин, оказанию сервисных услуг

2025

Сервисные и ремонтные услуги

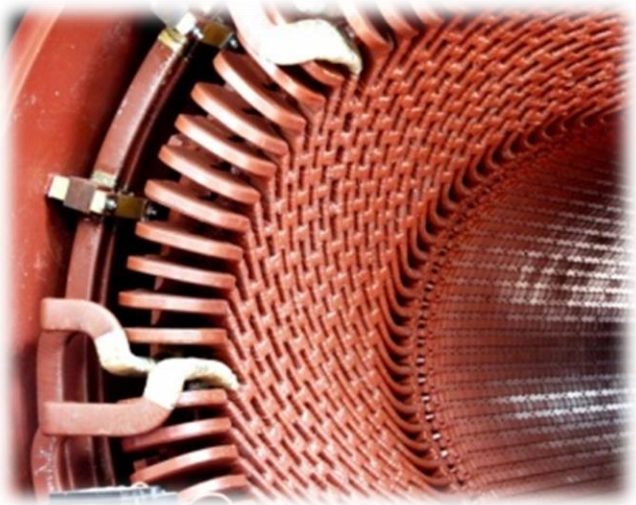
- Капитальный ремонт турбо- и гидрогенераторов, электродвигателей и систем возбуждения генераторов
- Комплексное техническое обследование и диагностика состояния электрических машин
- Поставка запчастей и материалов для текущего обслуживания и ремонта
- Шеф-монтаж и пусконаладочные работы
- Техническая поддержка
- Комплексное сервисное обслуживание электрических машин
- Консультационные услуги
- Инжиниринг, модернизация ремонтируемого оборудования

Сервисное сопровождение заказчиков в течение всего срока жизни турбогенератора

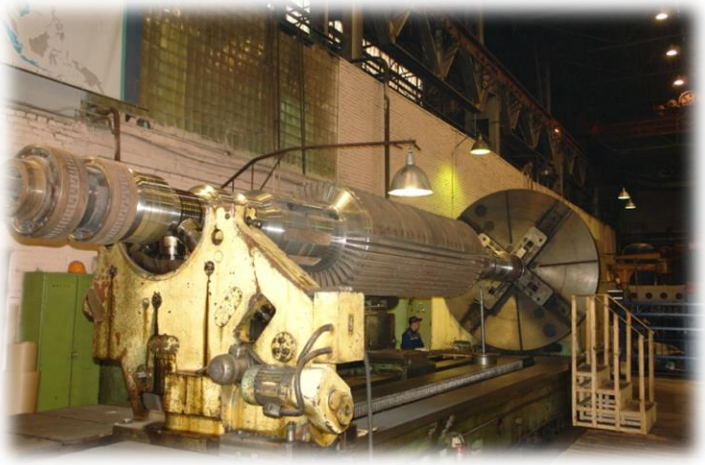
НПО «ЭЛСИБ» проводит капитальный ремонт как с полной заменой обмоток статоров и роторов, так и с восстановлением изоляции с использованием старой меди.

При капитальном ремонте и модернизации выполняются такие работы, как:

- Замена обмотки статора на новые стержни с термореактивной изоляцией класса «F»;
- Замена уплотнений вала торцового типа на современные кольцевые уплотнения;
- Оснащение щеточно-контактного аппарата системой автоматизированного мониторинга (АСМ ЩКА) для диагностики его состояния;
- Усовершенствование конструкции бандажного узла роторов с установкой коррозионностойких бандажных колец и переходом на одно-посадочную конструкцию бандажного кольца;
- Улучшение звукоизоляции в зоне щеточно-контактного аппарата при помощи установки шумозащитного кожуха;



Сервисное сопровождение заказчиков в течение всего срока жизни турбогенератора



- Замена изоляции обмоток роторов, в ряде случаев с заменой и обмоточной меди.
- Проведение дефектоскопии всех участков вала ротора после полной вымотки обмотки, т.к. в эксплуатации из-за наличия обмотки, большая часть поверхности вала ротора недоступна для дефектоскопии.
- Проверка всех участков ротора на отсутствие боев и при необходимости устранение дефектов с целью обеспечения допустимого уровня вибрации ротора в эксплуатации.
- Балансировка ротора на рабочей частоте вращения, испытания ротора на угонную скорость на 1.1 от номинальной частоты вращения.
- Проведение испытаний ротора на отсутствие витковых замыканий при номинальной частоте.
- Проведение высоковольтных испытаний обмотки ротора.

Перечень стандартных ремонто-восстановительных работ в течение жизненного цикла для турбогенераторов серии ТВФ, ТФ

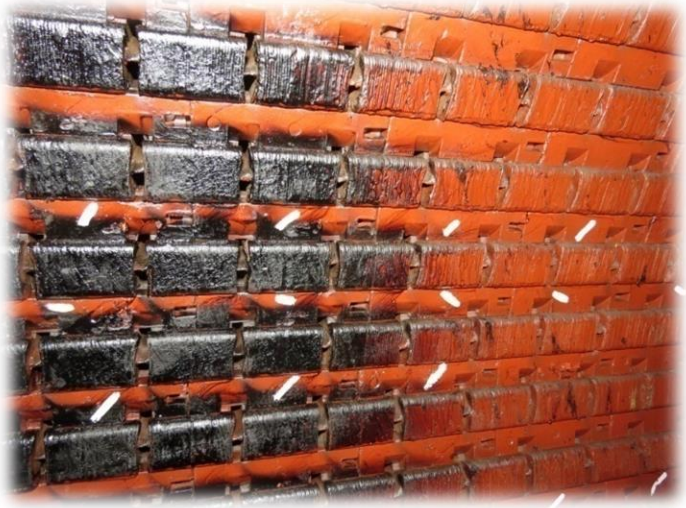
1	**Первый ремонт** ***проводится в гарантийный период, через один год после ввода в эксплуатацию, но не позднее 8 000 часов наработки генератора*** 1.Снятие возбудителя и траверсы щеточно-контактный аппарат (ЩКА); 2.Вскрытие верхних половин торцевых щитов генератора и диффузоров, снятие нижних половин торцевых щитов; 3.Вывод ротора генератора, транспортировка на ремонтную площадку; 4.Вывод охладителей из шахт, чистка, ремонт, опрессовка и установка их на место; 5.Восстановление клиньев, чистка, уборка обмотки и бочки статора, обтяжка креплений распорок, восстановление вязок стержней; 6.Установка траверсы ЩКА подгонка щеток и выставление щеток.
2	**Капитальный ремонт** ***проводится через каждые 8 лет (5 раз за весь период эксплуатации)*** 1.Снятие возбудителя и траверсы ЩКА; 2.Вскрытие верхних половин торцевых щитов генератора и диффузоров, снятие нижних половин торцевых щитов; 3.Вывод ротора генератора, транспортировка на ремонтную площадку; 4.Вывод охладителей из шахт, чистка, ремонт, опрессовка и установка их на место; 5.Снятие лопаток вентилятора ротора генератора; 6.Осмотр, чистка торцевых щитов, диффузоров, устранение дефектов; 7.Восстановление клиньев, чистка, уборка обмотки и бочки статора, обтяжка креплений распорок, восстановление вязок стержней; 8.Ремонт ротора со снятием бандажных колец; 9.Контроль металла бандажных колец с зачисткой дефектов; 10.Сборка ротора, заводка ротора; 11.Ремонт траверсы ЩКА ротора; 12.Установка траверсы ЩКА подгонка щеток и выставление щеток.
3	**Поставка запасных частей** ***проводится через каждые 8 лет (5 раз за весь период эксплуатации)***
4	**Перемотка статора и ротора (проводиться в случае необходимости по состоянию)** ***один раз за весь период эксплуатации***
5	**Замена бандажных колец** ***один раз за весь период эксплуатации***

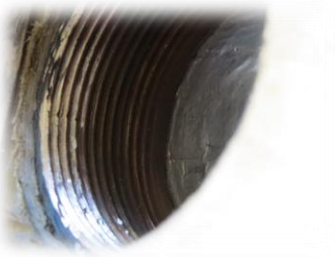
Так как это должно быть!

Оборудование отработавшее нормативные сроки, что дальше?

У турбогенераторов, отработавших 40…60 лет, неизбежно возникают вопросы по состоянию изоляции - последствия физического старения и условий эксплуатации машины, по состоянию активной стали статора, ее нагреву. Также одним из наиболее подверженных износу узлов турбогенератора – является ротор. Высокий уровень электромагнитных, тепловых и механических нагрузок, различные аномальные режимы работы за время длительной эксплуатации, приводят к старению изоляции обмоток генераторов, а это требует как минимум ремонтов с полной заменой изоляции обмоток, а иногда и с заменой обмоточной меди.

Типовые дефекты на генераторах, отработавших свой нормативный срок свыше 40 лет





В течение последних 10 лет мы наблюдаем, что участились случаи выполнения НПО «ЭЛСИБ» ПАО экстренного внепланового капитального ремонта с заменой обмоток статоров и роторов турбогенераторов, поставок новых турбогенераторов на замену, аварийно вышедших из строя машин. Тренд – на увеличение таких прецедентов.

Оценка технического состояния «возрастных» турбогенераторов

Целесообразно выполнять внеочередной оценку фактического технического состояния турбогенератора в случаях:

НПО «ЭЛСИБ» ОАО

Утверждаю
Технический директор
НПО «ЭЛСИБ» ОАО
_____ А.В. Чириков
«___» ___10___ 2014г.

ЭЛСИБ

Методические указания по оценке технического состояния турбогенераторов НПО «ЭЛСИБ» ОАО, отработавших установленный нормативный срок службы

- ✓ эксплуатации турбогенератора после анормальных режимов (перегрузка по току ротора или статора, перегрев ротора или статора, работа с повышенным напряжением статора и пр.);
- ✓ ухудшение эффективности охлаждения узлов турбогенератора и возбудителя;
- ✓ появление признаков локальных перегревов или нарушения охлаждения отдельных элементов генератора и возбудителя;
- ✓ при вынужденной эксплуатации генератора и возбудителя с отклонениями от заданных допустимых параметров эксплуатационных режимов;
- ✓ Перед принятием решения о продление срока службы генератора сверх нормативного.

На что, нужно обращать внимание при оценке технического состояния «возрастного» турбогенератора:

- ❑ Проверке термометров сопротивления штатной системы термоконтроля турбогенератора, показания которых по тем или иным причинам (повреждение термометра, каналов связи и пр.) могут быть недостоверными.
- ❑ Оценить качество работы системы охлаждения генератора: газоохладителей, системы газового охлаждения в целом.
- ❑ Оценить тепловое состояние обмотки статора, сердечника статора и ротора турбогенератора, выявить термические дефекты обмотки.
- ❑ Оценить качество работы охладителей системы охлаждения.

«Возрастные» генераторы: оценка состояния статора и ротора на примере ТВФ-100-2У3

НПО «ЭЛСИБ» выполняет диагностику технического состояния турбогенераторов собственного производства. Наиболее актуальна диагностика для машин , эксплуатируемых свыше 40 лет.

Типовой пример оценки технического состояния ТВФ-100-2У3, введен в эксплуатацию в 1965г.

Наработка турбогенератора с 1965г. – 366 334 часов, 327 пусков.
Наработка турбогенератора с 1983г. – 227 886 часов, 151 пуск.
Наработка турбогенератора с 2007г. – 58 239 часов, 42 пуска.

В 1983г. – перемотан статор. Обмотка стержневая с микалентной компаундированной изоляцией. Бандажи, кронштейны переизолированы.

В 1988г. – переклинены 50% пазов. Перебандажировка лобовых частей обмотки статора.

В 1994г. – переклинены 50% пазов. Перебандажировка лобовых частей обмотки статора. Ремонт зубцов 2-х пакетов активной стали статора.

В 1991г. - перемотан ротор.

В 2000г. - при проведении профилактических испытаний пробита изоляция обмотки. Вынуты стержни из пазов 32-37. Изоляция нижних стержней поверглась локальному ремонту.

В 2007г. – ремонт зубцов сердечника. Переклиновка 75% пазов. Восстановлена изоляция поврежденных стержней с 49 по 56 паз.

В 2011г. – замена газоохлодителей на тип ГО-258/5175-4-М2-УХЛ4.

«Возрастные» генераторы: оценка состояния статора и ротора на примере ТВФ-100-2У3

В рамках обследования:

1. Была изучена техническая документация, история выполнения капремонтов на ТВФ-100-2У3.
2. Во время планового капремонта выполнен осмотр статора и ротора.
3. Выполнен осмотр статора : изоляция лобовых частей, система крепления лобовых частей, торцевые зоны и расточки статора, зубцовая зона активной стали статора, соединительные шины и узлы их крепления, гайки на стяжных призмах сердечника.
4. Выполнен осмотр ротора со снятыми полумуфтой, шпонками, вентиляторами, бандажными кольцами, центрирующими кольцами.

Выявлены ряд дефектов, которые необходимо устранить до ввода генератора в эксплуатацию.
В тоже время выявлены процессы неустранимые, необратимые:

Наименование узла	Наименование дефекта и признаки	Описание дефекта
Обмотка статора	Наличие посторонних предметов в лобовых частях	Налет темного цвета
	Наличие посторонних предметов в пазах	Интенсивные выделения битумного лака на выходе из обмотки из пазов 6-11, 18-19, 21-24, 42, 45, 46.
	Нарушение паек и перегревы головок стержней и мест соединений стержней с соединительными шинами	Выгорание изоляции
Вывода обмотки статора	Нарушение изоляции (трещины , следы перегрева, разряда и сколы фарфора)	Трещины и сколы. Вывода заполнены маслом.

Заключение:

1. На момент обследования с учетом того, что обмотка статора выдержала испытания повышенным напряжением, статор находится в потенциально работоспособном состоянии.

2. Изоляция обмотки статора находится в запредельно перегретом состоянии свыше 105^0 по показаниям логометров. Неудовлетворительное состояние термоконтроля.

3. Выявлена устойчивая тенденция к ослаблению бандажных вязок лобовых частей обмотки статора, сползанию корзин в связи с истиранием корпусной изоляции бандажных колец и корпусной изоляции нижнего слоя обмотки о бандажные кольца. Частые переклиновки пазовых частей обмотки статора свидетельствуют о продавливании корпусной изоляции, проламывании поверхности, возникновению лидеров и корон, выгоранию компаунда.

4. Множественное выделение компаунда из изоляции на выходе из паза.

5. Наблюдается перегрев элементарных проводников стержней обмотки статора, связанный с разрушением изоляции стержней внутри. Увеличившийся газовый зазор м/у элементарными проводниками и корпусной изоляцией уменьшает тепловой поток от меди к газу и воде. Медь и активная сталь статора перегреты, радиальные вентиляционные каналы частично перекрыты, перегородки, разделяющие горячий и холодный газ требуют ревизии и восстановления. Замыкания м/у элементарными проводниками внутри стержней. Множественные перегревы зубцов и спинки активной стали статора, налеты ферромагнитов.

Заключение:

6. После проведения необходимых восстановительных работ и всех, предписанных нормами контрольных испытаний статор может быть допущен к дальнейшей эксплуатации. Однако, фактически реализованный срок службы сердечника статора - 50 лет, и обмотки – 32 года. По этой причине в статоре произошли неизбежные процессы старения и усталостные изменения отработавших свой срок конструкционных материалов, произошло накопление неотвратимых повреждений в обмотке и сердечнике. Из-за многочисленных имеющихся очагов истирания, которые уже не могут быть устранены, а процесс их развития не может быть остановлен ремонтными мерами, безотказную работу статора на весь регламентированный межремонтный период гарантировать нельзя.

В связи с выше изложенными обстоятельствами технически и экономически целесообразно назначить ресурс статору – 15 000 часов, после приступить к процедуре замены турбогенератора.

Или на усмотрение Заказчика сразу приступить к процедуре замены турбогенератора.

Типовые дефекты на «возрастных» турбогенераторах

Статистика по дефектам на генераторах одной из российских генерирующих компаний за период 2019-2021г.

Наименование	Количество обследований	Количество узлов оборудования с выявленными дефектами	Доля дефектов
Ротор:			
✓ Дефекты обмотки	35	33	94,3 %
✓ Дефекты узла токоподвода	35	25	71,4 %
Обмотка статора:			
✓ Дефекты, связанные с пониженной изоляцией	37	26	70,3 %
✓ Дефекты, выявленные при визуальном осмотре	37	20	54,1 %
Активная сталь статора:			
✓ Дефекты плотности прессовки активной стали	36	15	41,7 %
✓ Дефекты, выявленные при испытании стали	36	11	30,6 %

Распределение повреждаемости по узлам турбогенераторов из опыта взаимодействия с заказчиками НПО «ЭЛСИБ» ПАО

1. Обмотка статора……..15%
2. Обмотка ротора……..10%
3. ЩКА……..22%
4. Подшипники, уплотнения ……..25%
5. Возбудитель, обмотка якоря……21%
6. Прочие……..7%

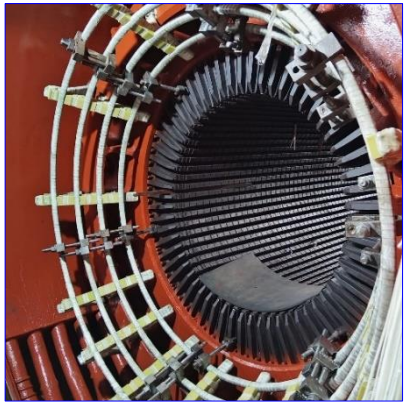
Типовой крупный капремонт статора, выполненный НПО «ЭЛСИБ»

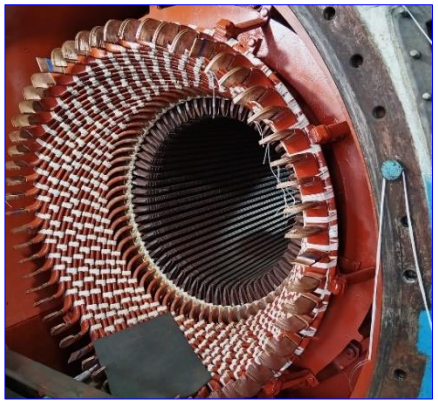
Капитальный ремонт статора турбогенератора ТВФ-100-2 на Артемовской ТЭЦ АО «ДГК».

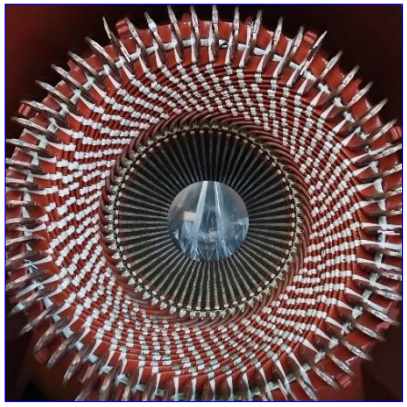
С применением по технологии «Монолит-4» на заводе был изготовлен комплект стержней.

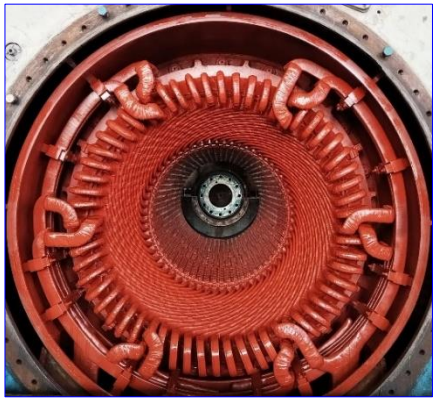
Непосредственно на станции выездной бригадой оперативно выполнена полная замена обмотки статора.

РусГидро

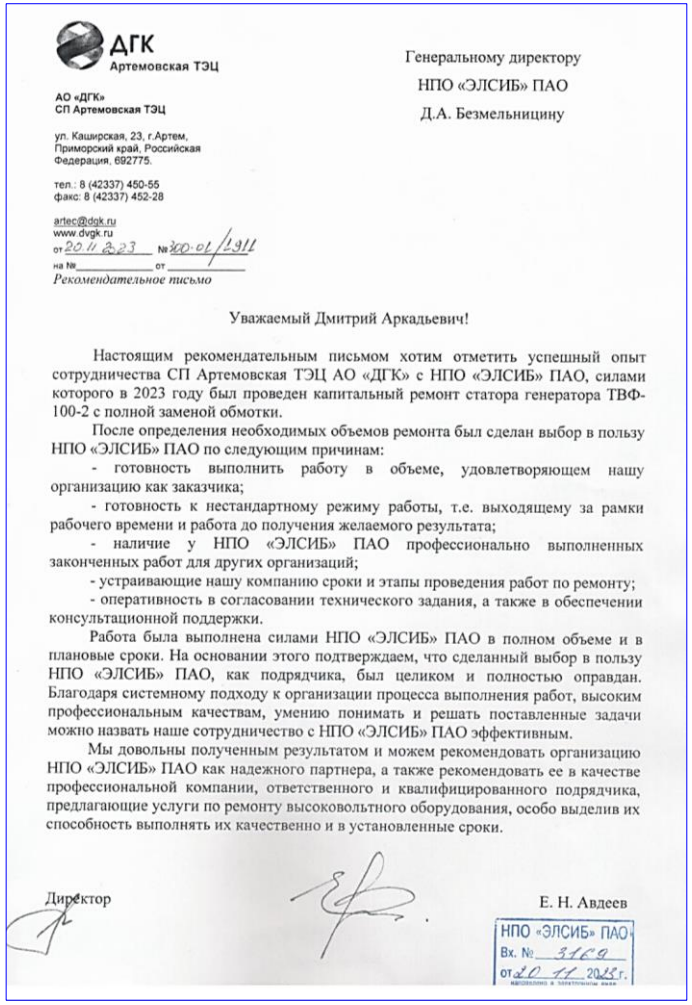








Наличие технологической оснастки для производства стержней турбогенераторов ТВФ-60, ТВФ-63, ТВФ-100, ТВФ-110-2Е,ТВФ-120 позволяет принимать заказы и проводить перемотки статоров в условиях электростанции в сжатые сроки.



ДГК
Артемовская ТЭЦ

АО «ДГК»
СП Артемовская ТЭЦ

ул. Каширская, 23, г.Артем,
Приморский край, Российская
Федерация, 692775.

тел.: 8 (42337) 450-55
факс: 8 (42337) 452-28

artec@dgk.ru
www.dvgk.ru
от 20.11.2023 № 360-01/1911
на № _____ от _____

Генеральному директору
НПО «ЭЛСИБ» ПАО
Д.А. Безмельницину

Рекомендательное письмо

Уважаемый Дмитрий Аркадьевич!

Настоящим рекомендательным письмом хотим отметить успешный опыт сотрудничества СП Артемовская ТЭЦ АО «ДГК» с НПО «ЭЛСИБ» ПАО, силами которого в 2023 году был проведен капитальный ремонт статора генератора ТВФ-100-2 с полной заменой обмотки.

После определения необходимых объемов ремонта был сделан выбор в пользу НПО «ЭЛСИБ» ПАО по следующим причинам:

- готовность выполнить работу в объеме, удовлетворяющем нашу организацию как заказчика;
- готовность к нестандартному режиму работы, т.е. выходящему за рамки рабочего времени и работа до получения желаемого результата;
- наличие у НПО «ЭЛСИБ» ПАО профессионально выполненных законченных работ для других организаций;
- устраивающие нашу компанию сроки и этапы проведения работ по ремонту;
- оперативность в согласовании технического задания, а также в обеспечении консультационной поддержки.

Работа была выполнена силами НПО «ЭЛСИБ» ПАО в полном объеме и в плановые сроки. На основании этого подтверждаем, что сделанный выбор в пользу НПО «ЭЛСИБ» ПАО, как подрядчика, был целиком и полностью оправдан. Благодаря системному подходу к организации процесса выполнения работ, высоким профессиональным качествам, умению понимать и решать поставленные задачи можно назвать наше сотрудничество с НПО «ЭЛСИБ» ПАО эффективным.

Мы довольны полученным результатом и можем рекомендовать организацию НПО «ЭЛСИБ» ПАО как надежного партнера, а также рекомендовать ее в качестве профессиональной компании, ответственного и квалифицированного подрядчика, предлагающие услуги по ремонту высоковольтного оборудования, особо выделив их способность выполнять их качественно и в установленные сроки.

Директор Е. Н. Авдеев

НПО «ЭЛСИБ» ПАО
Вх. № 3169
от 20 11 2023 г.

Типовой крупный капремонт ротора, выполненный НПО «ЭЛСИБ»

Капремонт ротора турбогенератора ТВФ-120 для АО «ДГК» (Приморская ГРЭС) в заводских условиях: вымотка обмотки ротора, изготовление комплекта катушек из новой меди, деталей твердой изоляции, модернизацию узла токопровода, изготовление контактных колец и сборка ротора.

Акционерное общество
«Дальневосточная генерирующая компания»
(АО «ДГК»)

Филиал
«Лучегорский топливно-энергетический комплекс»
(Филиал «ЛуТЭК»)

692801, Приморский край,
Пожарский район, пгт. Лучегорск
Тел.приёмной (42357) 20-350, 47-359
Тел. канцелярии (42357) 47-625, 47-463
Факс (42357) 20-710, 47-625
e-mail: lebedeva-iv@dvgk.rao-esv.ru
http://www.dvgk.ru/ru/branch/luchtec
ИНН/КПП 1434031363/252602001
ОГРН 1051401746769 ОКПО 97059454

19.10.2017 № 160-01-14-1972

на № _____ от _____

Генеральному директору
НПО «ЭЛСИБ» ПАО
Д.А. Безмельницыну

630088, г. Новосибирск
Ул. Сибиряков-Гвардейцев,56
тел.: 8(383)298-92-80, 298-92-94

Отзыв о выполненной работе

Уважаемый Дмитрий Аркадьевич!

В период с 18.05.2017г по 28.09.2017г. НПО «ЭЛСИБ» ПАО был выполнен капитальный ремонт ротора турбогенератора ТВФ-120-2 ст. № 3 для нужд филиала «ЛуТЭК» АО «ДГК».

Благодаря профессиональной и слаженной работе Вашего коллектива, позволило в установленные сроки осуществить ввод в эксплуатацию энергоблока №3 на Приморской ГРЭС, что значительно повысило надежность работы станции в ОЗП 2017-2018гг.

Выражаем Вам и сотрудникам Вашей компании благодарность за высокое качество выполненных работ и надеемся на продолжение сотрудничества.

Директор филиала «ЛуТЭК» А.А. Здоренко

НПО «ЭЛСИБ» ПАО
Вх. № 2912
от 19.10.2017г.

Дефектация крупных электрических машин

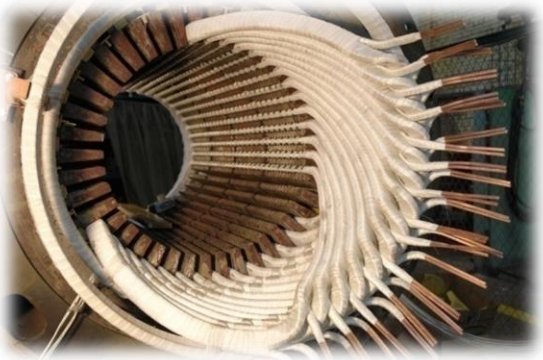
При оценке фактического состояния крупных электрических машин на НПО «ЭЛСИБ» практикуется комплексный подход - электродвигатель поступает на НПО «ЭЛСИБ» в собранном виде.
Проводиться дефектация всех основных узлов, определяются скрытые дефекты и весь необходимый объем работ.

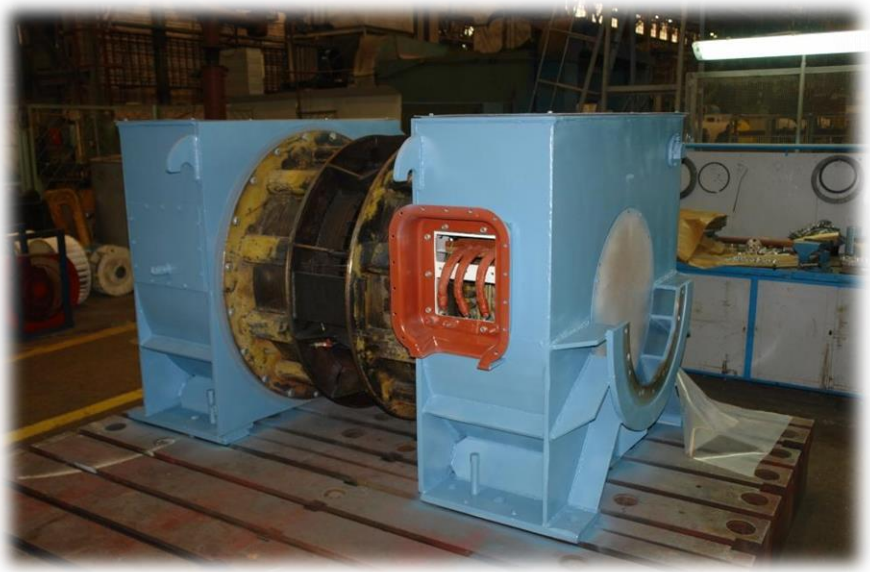
Так, например, в двигателе с короткозамкнутой обмоткой ротора, поступившем на ремонт из-за повреждения обмотки статора, проверяется состояние элементов клетки ротора, проверяется состояние подшипниковых шеек и подшипников, при необходимости подшипники качения заменяются, вкладыши подшипников скольжения перезаливаются, ротор проверяется на отсутствие искривления вала, в обязательном порядке все ротора перед сборкой балансируются.

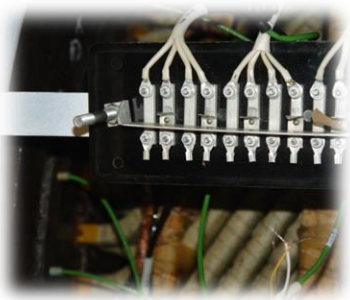
После окончания ремонта изделие проходит комплекс испытаний в собранном виде. Тем самым наиболее полно гарантируется надежность его дальнейшей работы.

Возможности по проведению капремонта двигателей

Этапы ремонта статора 4АЗМ-4000/6000УХЛ4 для Приуфимской ТЭЦ







Положительный опыт ремонта общепромышленных и взрывозащищенных высоковольтных электродвигателей.

Выполняются сложные ремонты, в том числе:

- Ремонт и модернизация статорных обмоток с применением изоляции типа «Монолит-4»
- Ремонт сердечников статоров
- Ремонт и модернизация роторов
- Работы по устранению вибрации

Возможности по проведению капремонта двигателей

Разборка двигателя фирмы SHORH

Двигатель производства ABB на ремонте

Ремонт статора двигателя АО2-18

НПО «ЭЛСИБ» обладает значительным опытом ремонта и модернизации:

- Асинхронных и синхронных двигателей мощностью от 80 до 9000 кВт (4АЗМ, 2АДО, 2АДОТ, ДАЗО, ДАЗО4, АН, А, А4, СТД, СТМП, СДЭ, ДСК, ВАО, ВАОУ, ВАОВ и др.)
- Двигателей с фазным ротором (АК4,АКЗ,АКДЗ,ФАМСО, др.)
- Машин постоянного тока (МП, ГПА и др.)

Выполняются сложные ремонты, в том числе:

- Ремонт и модернизация статорных обмоток с применением изоляции типа «Монолит-4»
- Ремонт сердечников статоров
- Ремонт и модернизация роторов
- Работы по устранению вибрации

Положительный опыт ремонта общепромышленных и взрывозащищенных двигателей отечественного и зарубежного производства (Англия, Италия, Германия, Япония, США, Франция).

Что получает наш заказчик при выполнении ремонта

Комплексный подход к ремонту электрических машин:

полное восстановление электродвигателя с прохождением испытаний, как при сдаче новой машины;

полный комплекс работ по ротору/статору крупных электрических машин при проведении модернизации.

Высокое качество выполненного капремонта за счет:

высокой квалификации шеф-инженеров и рабочих;

владения современными технологиями, наличия современной технологической производственной базой, позволяющей выполнить ремонт любой сложности.

Реализацию своих ожиданий от капремонта – машины получают вторую жизнь за счет:

компетенции конструкторской-технологической службы НПО «ЭЛСИБ» - специалистов, обладающих большим опытом и знаниями в области разработки, модернизации, ремонта электрических машин.

Спасибо за внимание

Научно-производственное объединение «ЭЛСИБ» публичное акционерное общество
630088, Россия, г.Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев, 56
www.elsib.ru sales@elsib.ru

Дирекция по продажам:

отдел продаж сервиса и ремонта: +7 (383) 298-93-34, 298-93-52, svkolbin@elsib.ru