

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТЭС И АЭС

В.В. Шевченко, В.И. Милых

Национальный технический университет «ХПИ» (Харьков, Украина)

Вопросы продления срока эксплуатации опираются на экспериментальную оценку состояния оборудования с использованием современных методов исследования и анализа, например, неразрушающих методов контроля или расчетных методов конечных элементов. Но самые современные методы не могут дать объективной информации без глубокого понимания существующей конструкции ТГ и полной оперативной информации о предыдущей его работе. Необходимо учитывать исторические оперативные данные потребителя и поставщика турбогенераторов (ТГ), уметь выяснить возможность сохранения хотя бы некоторых старых элементов с условием обеспечения надежной будущей эксплуатации при требуемом сроке эксплуатации, оценить необходимые затраты по модернизации составляющих элементов или их замены. Поскольку стоимость диагностических систем весьма велика, применять их целесообразно лишь для диагностики крупных электрических машин (ТГ, гидрогенераторов, компенсаторов и двигателей переменного тока), отказ или простой которых может привести к большому экономическому ущербу.

Для успешного продления срока эксплуатации ТГ необходимо увеличивать запас прочности на разрыв старых поковок ротора, исключать трещины в хвостовых частях зубцов ротора, оценить состояние обмотки и сердечника статора, проводить модернизацию элементов концевых пакетов активной зоны статора и бандажей ротора и т.п. Подобный анализ возможен и для новых ТГ, если выявлены недостатки конструкции. Контрольно-измерительные устройств являются важным фактором надзора за состоянием ТГ и могут предотвратить серьезные повреждения. Но они не смогут улучшить конструкцию, степень изношенности отдельных узлов. В настоящее время умеренный рост электропотребления сделал возможным перспективное увеличение выработки электроэнергии за счет мероприятий по продлению сроков службы существующего оборудования. Также к наиболее рентабельным мероприятиям следует отнести повышение единичной мощности действующих энергоблоков.

На первом этапе исследований состояния ТГ следует проводить инспекцию собственно ТГ, возбудителя и вспомогательного оборудования, согласно стандартным рекомендациям. Эти исследования дополняются специальными измерениями и проверками, выполняемыми для того, чтобы лучше оценить состояние ТГ. Главные элементы ТГ, например, сердечник статора, обмотки статора и ротора, поковка ротора и контактные кольца, особенно подвержены влиянию тепловой, механической и электрической нагрузок. Их необходимо исследовать по заранее составленному плану обследования для каждого элемента.

Например, обследование и испытание сердечника статора должно вестись по плану:

- 1) проверка ослабления шихтовки, особенно в зубцовых зонах;
- 2) исследование наличия дефектов внутренних слоев изоляции, возникающих от искрения и нагрева в лобовых частях обмотки и концевых частях ротора;
- 3) исследование механических повреждений, произошедших от неплотности прилегания распорок между пакетами сердечника из-за их дефектов или ослабления смежных опрессовок;
- 4) исследование наличия местных перегревов сердечника, зоны вентиляционных каналов на периферии и в центре пакетов;
- 5) исследование плотности укладки клиньев и бандажей для оценки степени их возможного ослабления в осевом направлении.

Наиболее весомые факторы, влияющие на отдельные элементы ТГ в процессе эксплуатации и, соответственно, определяющие необходимость дополнительных исследований, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Элемент ТГ	Эксплуатационные факторы и элементы, максимально влияющие на работу ТГ
Сердечник статора	Ударные нагрузки
Обмотка статора	Скольжение
Станина (корпус) генератора	Перегрузки
Система охлаждения	Изоляционные кольца вала и системы маслоподачи
Сердечник ротора	Возбудитель
Контактные кольца	Система водород/СО ₂
Обмотки ротора, зубцы ротора и демпферная обмотка	Ударные нагрузки, форсировка

Полная информация об испытаниях ТГ должна содержать данные, которые приведены в табл. 2. Результаты испытаний должны быть оценены специалистами, использующими современные методики оценки, например, возраста изоляции для грамотной оценки текущего состояния всего статора и перспектив его будущей работы.

Таблица 2

Наименование данных	Перечень необходимых работ
Данные электрических и механических расчетов	Выполнение осмотров и необходимых испытаний
Дата исследования и данные	Выполнение ремонтов и необходимых испытаний
Описание основных деталей проекта	Сравнение с данными аналогичных испытаний
Начальные оперативные данные	Получение рекомендаций для улучшения работы оборудования и повышения коэффициента готовности
Фактические данные (температура, тип охлаждения и т.д.)	
Характеристики вибрации ротора	

Количество возможных способов пуска ТГ в будущем определяется с учетом числа уже прошедших пусков. Эта оценка может быть необходима для установления возможности продления срока жизни ТГ, для выработки рекомендаций по последующей эксплуатации генератора. Оценка состояния сердечника статора и обмотки возбуждения - одно из главных показателей установления срока возможной дальнейшей эксплуатации ТГ.

Можно уточнить степень старения, например, изоляции статора с помощью измерений коэффициента поляризации, увеличивая и уменьшая потоки и используя частичные разгрузки. Проведение реставрации на относительно новых ТГ выполняется иначе. Она проводится, чтобы исключить влияние несвоевременной и ускоренной усталости, которая влияет одновременно со старением.

Оценка оставшегося времени эксплуатации все еще остается проблемой, хотя исследования последних лет значительно улучшили ситуацию. Есть возможность достаточно точно определить возможный срок продления эксплуатации генератора, или, как минимум, определить состояние отдельных элементов ТГ и установить, выдержат ли они эксплуатацию в течение последующих 15-20 лет. Соответственно, замена отдельных элементов, например, обмотки, может позволить продлить срок эксплуатации остальных ценных узлов генератора.

Реализация современных проектов диагностики для ТГ позволяет не только успешно восстановить его, но и улучшить коэффициент готовности, повысить его надежность и срок эксплуатации.