

ОБУЧАЮЩИЙ СЕМИНАР

«Развитие возобновляемых источников энергии в Туркменистане: особенности эксплуатации солнечных и ветровых электростанций в климатических условиях Туркменистана»

04 сентября 2025 года (гибридный формат)

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Техническое обслуживание и ремонт турбин

Даурен Сармангалиев

Эксперт по эксплуатации и обслуживанию ветряных электростанций, SECCA
(онлайн)

🔧 Ежедневный и еженедельный осмотр

- Проверка визуального состояния лопастей
- Осмотр башни и фундамента на наличие повреждений
- Контроль работы системы управления и автоматических выключателей
- Контроль уровня шума и вибрации в процессе работы



Ежемесячное и квартальное обслуживание

- Проверка состояния и натяжения болтовых соединений
- Контроль состояния кабельных трасс и электрооборудования
- Проверка работоспособности гидравлических систем (тормозные механизмы, гидравлические цилиндры управления шагом лопастей)
- Смазка подшипников, валов и механических узлов по графику
- Осмотр редуктора на утечки масла и его уровень
- Проверка состояния системы охлаждения (радиаторы, вентиляторы)



🔧 Полугодовое обслуживание

- Отбор проб масла из редуктора для лабораторного анализа
- Проверка состояния и работоспособности генератора
- Инспекция механизмов изменения шага лопастей и ориентации гондолы по ветру
- Проверка состояния систем безопасности и пожаротушения



Годовое техническое обслуживание

- Детальный осмотр состояния лопастей (при необходимости – осмотр с применением дронов или промышленного альпинизма)
- Замена масла и фильтров редуктора (по регламенту производителя)
- Инспекция, тестирование и калибровка датчиков ветра, температуры и вибрации
- Тестирование работоспособности аварийной остановки турбины
- Проверка электрооборудования, включая трансформаторы, инверторы и системы защиты от перенапряжения
- Очистка внутреннего пространства башни и гондолы

Дополнительные меры

- Периодический мониторинг состояния узлов с помощью вибродиагностики и термографии
- Проведение плановых ремонтов или замена компонентов с ограниченным сроком службы (например, тормозных колодок, уплотнителей)
- Анализ журналов работы турбины для выявления потенциальных проблем и оптимизации профилактических мероприятий

Регулярное соблюдение такого графика позволяет значительно продлить срок эксплуатации оборудования, снизить риск серьезных поломок и обеспечить стабильную генерацию энергии

- **Трещины и расслоения (деламинация)**

Чаще всего появляются вдоль или поперёк поверхности лопасти

- **Эрозия кромок**

Обычно образуется из-за абразивного воздействия частиц пыли, песка, влаги

- **Сколы и вмятины**

Возникают после ударов молнии, града или при попадании посторонних предметов

- **Отслоение защитного покрытия**

Потеря глянца или цвета, шелушение лакокрасочного покрытия

- **Повреждения от молнии**

Видимые следы ожогов, подпалин, точечных отверстий

- **Обледенение и загрязнение**

Накопление льда, грязи, насекомых, которые ухудшают аэродинамику лопастей



Методы выявления повреждений

1. Визуальный осмотр с земли (бинокль, телескоп)

- Первичная оценка общего состояния
- Хорошо подходят для выявления грубых повреждений, например, явных сколов, крупных трещин или эрозий

2. Осмотр с помощью дронов

- Высокая эффективность и безопасность
- Возможность близкой съёмки с высоким разрешением
- Обнаружение даже мелких трещин, эрозий, потертостей

3. Промышленный альпинизм

- Позволяет детально обследовать труднодоступные участки
- Возможность немедленного ремонта и замеров
- Применяется, если обнаружены признаки повреждений при предварительном осмотре

4. Ультразвуковой контроль (УЗК)

- Позволяет определить скрытые дефекты (например, внутреннее расслоение композитного материала)
- Высокая точность выявления дефектов на ранних этапах

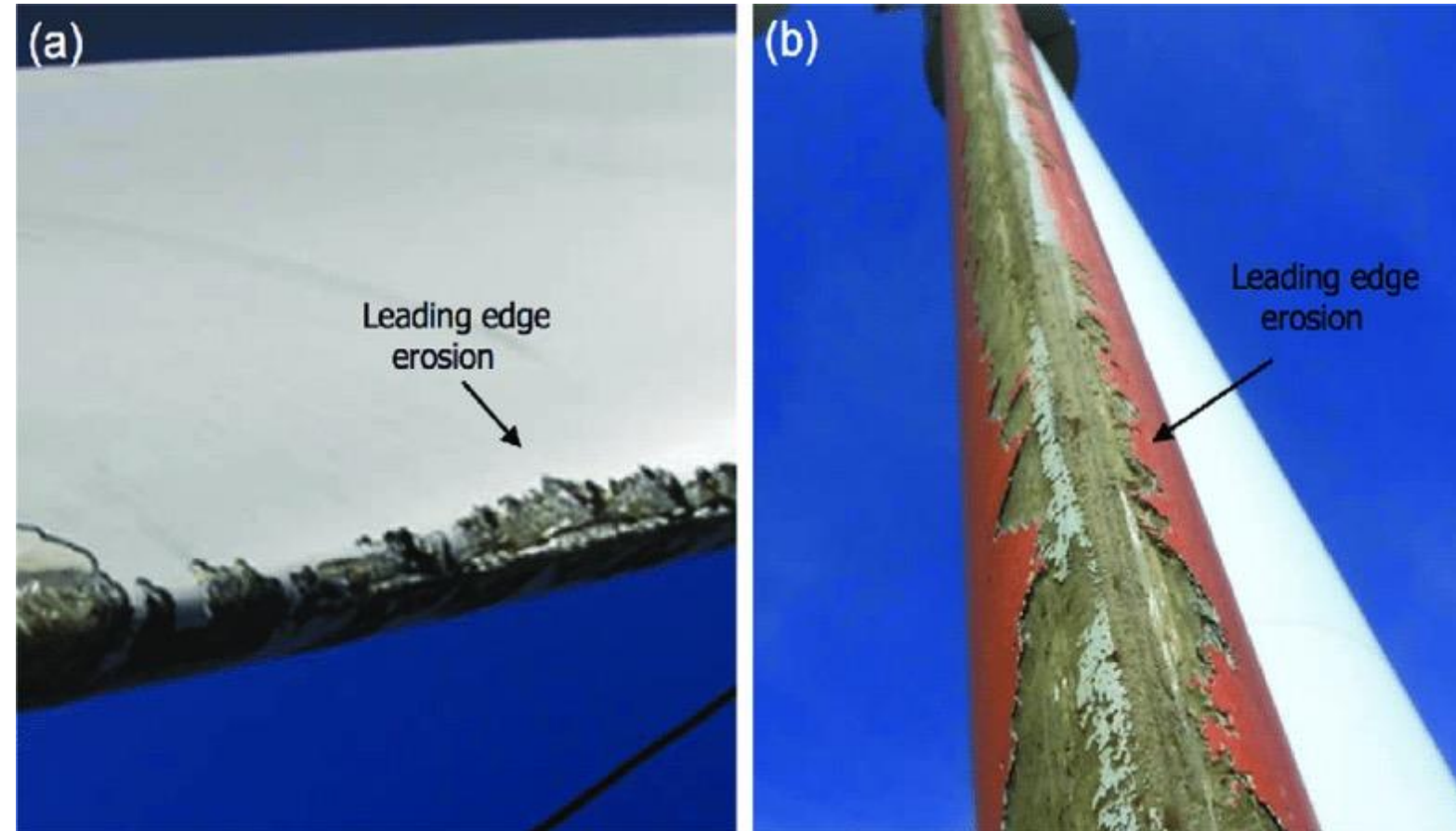
5. Термография

- Выявление дефектов по разнице температур (расслоения, внутренние пустоты, дефекты структуры композитного материала)

⚠️ Признаки критических повреждений (требующих немедленного ремонта)

- Глубокие трещины более 2-3 мм шириной и длиной свыше 20-30 см
- Обширное расслоение композитного материала
- Пробоины, появившиеся после удара молнии или сильных механических повреждений
- Явная деформация лопасти (изгиб, изменение геометрии)

При обнаружении таких дефектов лопасть должна быть срочно выведена из эксплуатации и тщательно обследована специалистами



Редуктор преобразует вращение медленно вращающегося ротора в высокоскоростное вращение вала генератора. Регулярный контроль состояния обязателен.

Что проверять:

- Уровень масла и наличие утечек
- Цвет, прозрачность масла и наличие примесей (металлические частицы, осадки)
- Температурный режим и вибрации
- Герметичность и целостность прокладок и уплотнений
- Состояние вентиляционных клапанов и фильтров



Система охлаждения предотвращает перегрев масла редуктора и генератора, обеспечивая стабильность температуры и нормальный режим работы

Что проверять

- Работу вентиляторов, насосов и теплообменников
- Состояние радиаторов (чистоту и целостность)
- Герметичность шлангов, соединений и фитингов
- Уровень охлаждающей жидкости (если используется жидкостная система)
- Контроль температуры охлаждающей жидкости и воздуха



⚡ Зачем контролировать соединения и электрические цепи?

Ненадёжные контакты и ослабленные соединения могут вызвать:

- Повышение температуры и риск возгорания
- Перебои в электроснабжении
- Преждевременный износ электрооборудования
- Снижение общей эффективности турбины



✓ Что необходимо проверять:

🔌 Электрические соединения и кабельные трассы

- Состояние контактов и болтовых соединений
- Надёжность крепления кабелей
- Отсутствие механических повреждений и следов перегрева (оплавлении, почернении, обгорании)
- Герметичность вводов кабелей

📱 Электрощиты и распределительные шкафы

- Целостность автоматических выключателей и предохранителей
- Наличие признаков перегрева (плавления изоляции, изменение цвета проводов)
- Плотность затяжки клеммных соединений
- Отсутствие коррозии и загрязнений

🌡️ Системы заземления и молниезащиты

- Проверка целостности и надёжности заземляющих контуров
- Измерение сопротивления заземления
- Контроль надёжности соединения заземляющих проводников с оборудованием