

# V&V PROJEKT: TURBÍNY – VÝVOJ METODIKY KONTROLY LOPATEK S VYUŽITÍM INFORMACÍ Z EPRI,

## ETAPA M5 – CHEMICKÉ REŽIMY A NÁNOSY

# R&D PROJECT: TURBINES – DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR BLADE DEGRADATION MANAGEMENT BY USING EPRI GUIDELINES

## WP M5 – WATER CHEMISTRY AND DEPOSITS

Alena Kobzová a Martin Krondřák

ÚJV Řež a.s., Hlavní 130, Řež, 250 68 Husinec, Česká Republika, tel.: +420 266 173 236,  
e-mail: [Alena.Kobzova@ujv.cz](mailto:Alena.Kobzova@ujv.cz)

### Abstrakt

V této části projektu byly hodnoceny chemické režimy v klasických elektrárnách skupiny ČEZ a způsoby hodnocení nánosů vzniklých na lopatkách s cílem minimalizovat vznik a rozvoj důlkové koroze. Projekt zahrnoval shrnutí přínosných informací a doporučení EPRI pro chemické režimy provozních i přechodových stavů parovodního a paroplynového cyklu elektráren ČEZu, hodnocení provozních a laboratorních dat chemických režimů jednotlivých elektráren ČEZu, doporučení na doplnění instrumentace pro on-line monitoring chemických parametrů parovodního a paroplynového okruhu, shrnutí doporučení pro odběr a analýzu nánosů dle EPRI a vytvoření metodiky pro odběr a analýzu do PŘS a vytvoření kritérií a metodiky pro hodnocení odebraných nánosů včetně protokolu vstupujícího do LTOs.

### Abstract

Work package M5 focused on chemical treatment in fossil plants of ČEZ company and evaluation of deposit on the blade surface with the aim to minimize initiation and development of pitting. Useful information and recommendations of EPRI for water chemistry of operation and non-operation conditions were summarized in this project. It was performed for fossil plant and for Combined Cycle/Heat Recovery Steam Generators (HRSGs) of ČEZ company. Evaluation of operational condition and laboratory data of water treatments for particular plant of ČEZ was performed. We recommended to complete the instrumentation for on-line monitoring of water treatment for fossil plant and for HRSGs too. The procedures for deposit sampling, analysis by EPRI recommendation, definition of criteria and methodology for deposit evaluation and the protocol guide for LTOs (long-term operation) system were defined.

### Úvod

Část projektu zabývající se hodnocením chemických režimů a nánosů na lopatkách turbín se dělil na několik částí dle následujícího schématu:

#### **Etapa M5A:** Hodnocení chemického režimu za provozu a v přechodových stavech

- E1 – Přínosy z výzkumu EPRI a jejich možná aplikace v ČEZ, vč. přehodnocení standardu chemických režimů parovodního a paroplynového okruhu
- E2 – Definování a klasifikace rizik pro jednotlivé chemické režimy a parovodní okruhy
- E3 – Hodnocení provozních a laboratorních dat chemických režimů jednotlivých elektráren
- E4 – Doporučení způsobu provozu a odstavení TG

### **Etapa M5B: Vzorky nánosů**

E1 – Porovnání výsledků z analýz nánosů odebraných z nízkotlakých rotorů parních turbín

E2 – Systém vyhodnocení odebraných vzorků nánosů

Cílem etapy M5A projektu bylo popsat současné chemické režimy a monitoring v klasických a paroplynových elektrárnách skupiny ČEZ a navrhnout optimalizaci provozních podmínek z hlediska minimalizace vzniku a rozvoje důlkové koroze. Cílem etapy M5B bylo vytvoření postupu odběru, analýzy a metodiky vyhodnocení turbínových nánosů a vytvoření protokolu do LTOs.

Chemický režim v parovodním okruhu má vliv na efektivitu výroby a životnost zařízení. Řízení a kontrola chemického režimu parovodního cyklu je jedním z důležitých faktorů zajišťujících optimální provoz. Optimální chemický režim si klade za cíle:

- minimalizace poškození teplosměnných trubek,
- žádné problémy na turbíně (lopatky, disky, úsady),
- minimalizace výskytu tokem urychlené koroze (FAC),
- optimalizovat neprovozní stavy (najíždění, odstavování, konzervace).

Existují různá doporučení na řízení chemického režimu: EPRI guidelines, VGB normy, doporučení výrobcí jednotlivých komponent, lokální standardy a provozní instrukce.

### **Technicko-normativní dokument**

Technicko-normativní dokument pro chemický režim parovodního a paroplynového cyklu obsahuje kapitoly týkající se:

- specifikace konstrukčního uspořádání parovodního (paroplynového) cyklu,
- degradační mechanismy,
- chemické režimy,
- základní chemické parametry pro parovodní (paroplynový) cyklus,
- provozní hodnoty a akční úrovně pro parovodní (paroplynový) cyklus,
- cíle EPRI – chemický režim parovodního (paroplynového) cyklu,
- filozofie EPRI doporučení pro chemický režim parovodního (paroplynového) cyklu,
- definování a klasifikace rizik pro bloky KE ČEZ.

Mezi faktory ovlivňující optimální provoz patří:

- konstrukční řešení,
- konstrukční materiál,
- kvalita napájecí a doplňovací vody,
- volba chemického režimu,
- způsob provozování.

Cílem optimálního chemického režimu je:

- snížení koroze na minimum,
- maximalizace účinnosti kotle (minimalizovat tvorbu nánosů),
- maximální výkon turbíny (minimalizovat tvorbu nánosů),
- snížení nákladů na údržbu a opravy (bezporuchovost a bezpečnost),
- prodloužení životnosti.

Podstatou pro zjištění, co se děje v parovodním (paroplynovém) okruhu je monitoring chemických parametrů ve specifikovaných vzorkovacích lokalitách. On-line monitoring umožňuje řízení chemického režimu (např. dávkování alkalizačních činidel atd.) a okamžitou indikaci neprovozních hodnot parametru a její lokalitu.

## Monitorované parametry

Podstatou zajištění kvalitního chemického režimu je jeho monitorování – rozsah, řízení a kvalita. Každý monitorující parametr má svůj význam z hlediska korozních dějů v parovodním okruhu.

Jsou definovány dvě hlavní skupiny základních parametrů:

- limity parametrů kotlové vody (pro bubnové kotle),
- limity parametrů páry (pro bubnové i průtlačné kotle).

Limity kotlové vody minimalizují korozi a vznik nánosů v kotli. Limity parametrů v páře minimalizují vliv koroze a vzniku nánosů v parní části, především na turbíně.

Dalším kritériem pro rozdělení parametrů je jejich využití pro řízení chemického režimu – řídicí a diagnostické parametry.

Řídicí parametry zahrnují požadované minimum pro dosažení optimální chemické kontroly. Všechny jsou měřeny on-line (pH, katexovaná vodivost, odplyněná katexovaná vodivost, specifická vodivost, rozpuštěný kyslík, sodík, křemík) s výjimkou pro monitorování přenosu železa, přestřihu u bubnových kotlů a obsah chloridů. Tyto parametry jsou stanovovány periodicky laboratorně.

Diagnostické parametry slouží k odhalení problémů při provozu nebo jsou důležité při neprovozních stavech (najíždění, odstavování, cyklování atd.).

Pro provoz jsou definovány akční linie, udávající požadované hodnoty při standardním provozu (obvykle značené N) a linie AL1-4 udávající hodnoty, při kterých je nezbytné provést určitá opatření až do odstavení bloku do opravy. Hodnoty se v jednotlivých normách mírně liší.

## Vzorkovací místa

Vzorkovací místa parovodního (paroplynového) cyklu jsou dle doporučení EPRI následující:

- vstup do ekonomizéru (napájecí voda),
- kotlová voda (u bubnových kotlů),
- přehřátá/nasycená pára,
- výstup na doplňovací vodě,
- výstup z odplyňovaku,
- výtlač kondenzátních čerpadel,
- výstup BÚK (bloková úpravna kondenzátu).

## Nánosy

Další etapa projektu VaV: Lopatky turbín byla zaměřena na způsob odběru nánosů na lopátkách, jejich analýze a zpracování a vyhodnocení výsledků. Byl porovnán současný způsob odběru nánosů vzorků úsad s doporučením EPRI a vytvořen postup odběru. Dále byla provedena revize analýzy daného vzorku úsad dle doporučení EPRI [5].

Na základě dosavadních výsledků analýz odebraných úsad z KE ČEZu, které jsou prováděny na VŠCHT Praha byla ve spolupráci s nimi nadefinována kritéria pro hodnocení složení nánosů z hlediska:

- obsahu aktivátorů a inhibitorů pittingu (chloridy, sírany, uhličitany...)
- jejich vzájemného vlivu,
- vlivu chemie nánosů deponovaných na ST na pitting na NT díle.

Tato kritéria byla porovnána s kritérii EPRI. Kritéria i metodika byla vytvořena ve formátu PŘS včetně protokolu vstupujícího do aplikace LTOs. Tyto protokoly byly zpracovány pro 18 rotorů KE ČEZu.

## Doporučení z hlediska minimalizace bodové koroze na lopatkách turbín

- iniciátory bodové koroze jsou chloridové a síranové ionty,
- minimalizace vzniku bodové koroze za provozu lze dosáhnout vysokou čistotou páry, napájecí a doplňovací vody (min. obsah Cl a SO<sub>4</sub>), požadovaná hodnota katexované vodivosti v páře je 0,06 mS/cm, který je z hlediska obsahu chloridů a síranů jakožto iniciátorů pitting málo konzervativní → periodické měření jejich obsahu a konzervativnější volba limitu katexované vodivosti,
- z pohledu rizika vzniku důlkové koroze jako prvotní příčiny poruch a lomů na lopatkách turbín jsou kritickými faktory čistota páry za provozu a dodržení podmínek zamezující iniciaci důlků v offline režimu, kdy je třeba dodržet limit na vlhkost prostředí do 35 % a zamezit přístupu kyslíku, tzn. během odstávky používat odvlhčený vzduch,
- doplnit instrumentaci pro on-line měření, periodická měření dle doporučení EPRI, za účelem zajistit kompletní informaci o chemickém režimu,

## Závěrečná doporučení

- vypracovat pro jednotlivé KE detailní a přesné schéma daného chemického režimu,
- doplnit instrumentaci pro on-line a periodická měření dle doporučení EPRI za účelem zajistit kompletní informaci o chemickém režimu (s cílem na parametry ovlivňující bodovou korozi – chloridy, sírany),
- zajistit kontrolu a údržbu on-line monitorovacího systému,
- v případě, že není zajištěno monitorování chemie dle doporučení EPRI v základním rozsahu, je třeba navýšit četnost revizí turbíny, tj. zkrátit interval 12 let mezi RPČT u kritických částí,
- při každém otevření TG provádět odběry a analýzy úsad dle předpisu, výsledky doplňovat do LTOs a v případě nevyhovujícího hodnocení zaujmout doporučená opatření,
- dodefinovat do TST podmínky pro najíždění, odstavení a postup suché konzervace pro turbínu.

## Reference

- [1] Kobzová A. (2017): *Projekt VaV: Turbíny – vývoj metodiky kontrol lopatek s využitím informací z EPRI, Etapa M5A – Hodnocení chemického režimu za provozu a v přechodových stavech, Podetapa E2 – Definování a klasifikace rizik pro jednotlivé chemické režimy a parovodní okruhy*, technicko-normativní dokument, ÚJV-DITI2302/426rev.1.
- [2] Kronďák M. (2017): *Chemický režim paroplynového cyklu PPČ – doporučení*, technicko-normativní dokument, ÚJV-DITI2302/435rev.1.
- [3] Kobzová A. (2017): *Projekt VaV: Turbíny – vývoj metodiky kontrol lopatek s využitím informací z EPRI, Etapa M5A – Hodnocení chemického režimu za provozu a v přechodových stavech, Podetapa E3 – Hodnocení provozních a laboratorních dat chemických režimů jednotlivých elektráren*, technická zpráva, ÚJV-DITI2302/427rev.1.
- [4] Kobzová A. (2017): *Projekt VaV: Turbíny – vývoj metodiky kontrol lopatek s využitím informací z EPRI, Etapa M5A – Hodnocení chemického režimu za provozu a v přechodových stavech, Podetapa E4 – Doporučení způsobu provozu a odstavení TG*, technická zpráva, ÚJV-DITI2302/428rev.1.
- [5] Kobzová A., Suchanová H. (2017): *Projekt VaV: Turbíny – vývoj metodiky kontrol lopatek s využitím informací z EPRI, Etapa M5B – Vzorky nánosů, Podetapa E2 – Systém vyhodnocení odebraných vzorků nánosů*, technická zpráva, ÚJV-DITI2302/429rev.1.