



Waschen und Konservieren von Turbinen mit filmbildenden Aminen – Erfahrungen bei der Anwendung von Octadecylamin (ODA)

Ronny Wagner

Zittauer Kraftwerkschemisches Kolloquium

22./23. September 2016

Zittau

Vorbemerkungen

Eigenschaften und Wirkungen von Octadecylamin (ODA)

Reinigungsverfahren und Beispiele

Zusammenfassung

Vorbemerkungen

Eigenschaften und Wirkungen von Octadecylamin (ODA)

Reinigungsverfahren und Beispiele

Zusammenfassung

- **Energiepolitischer Rahmen:**
 - Verstärkter Ausbau von Wind- und Solaranlagen
 - Steigender Anteil der Einspeisung erneuerbarer Energien in Stromnetze
 - Stark schwankende Energieerzeugungskapazitäten
 - Geplante Abschaltung nuklearer und fossiler Anlagen
 - Größerer Anteil an flexibel einsetzbarer Erzeugungsanlagen wird benötigt

- **Technische Folgen:**
 - Häufige An- und Abfahrvorgänge
 - Längere Schwachlastzeiten
 - Absenkung der Mindestlast
 - Hohe Wechselbelastungen und Verschiebung der Verdampfungszone besonders im Niederdruckteil von Turbinen

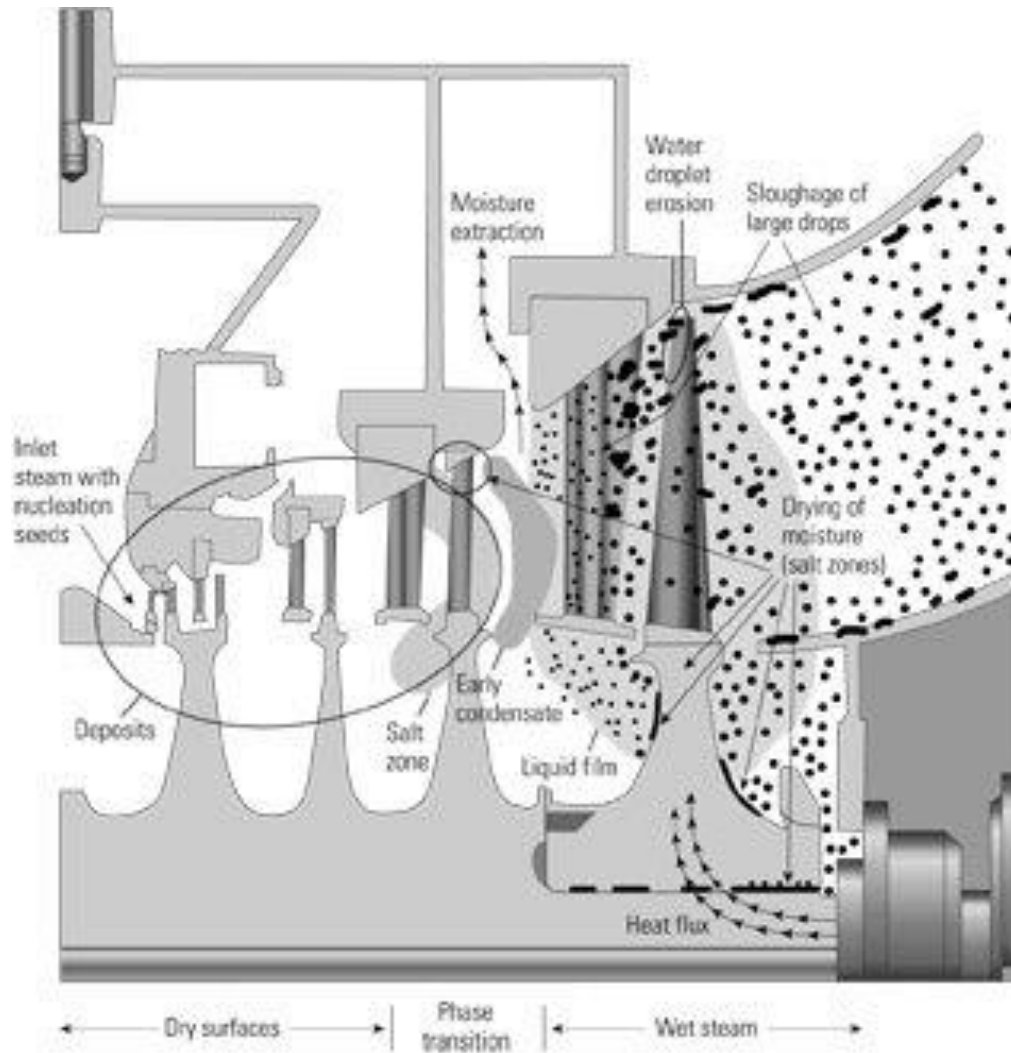


Abbildung: Dr. Jonas, O. Designing steam cycles to avoid corrosion, www.powermag.com, 15.04.2006, <http://www.powermag.com/designing-steam-cycles-to-avoid-corrosion/?printmode=0>

- **Oberflächenschädigung:**
 - Lochkorrosion als Folge von Stillständen ist Ausgangspunkt für Risse
 - Verschiebung der Verdampfungszone bei Teil- oder Schwachlast und damit einhergehender Tropfenschlag schädigt die Oberflächenstruktur im Blattbereich

- **Wasserchemische Einflüsse:**
 - Einhaltung der Wasser- und Dampfqualität bei kürzeren Betriebszeiten schwieriger als im Grundlastbetrieb
 - Verunreinigungen im Dampf können im Bereich beginnender Kondensation zu Ablagerungen führen

- **Folgen für die Turbine:**
 - Bildung fester Ablagerungen – Leistungsverluste
 - Spannungsrisskorrosion – Gefahr von Turbinenschäden

Vorbemerkungen

Eigenschaften und Wirkungen von Octadecylamin (ODA)

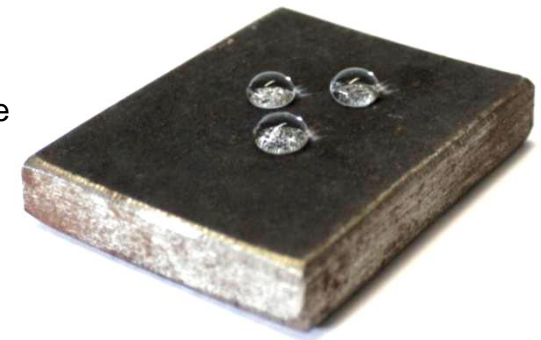
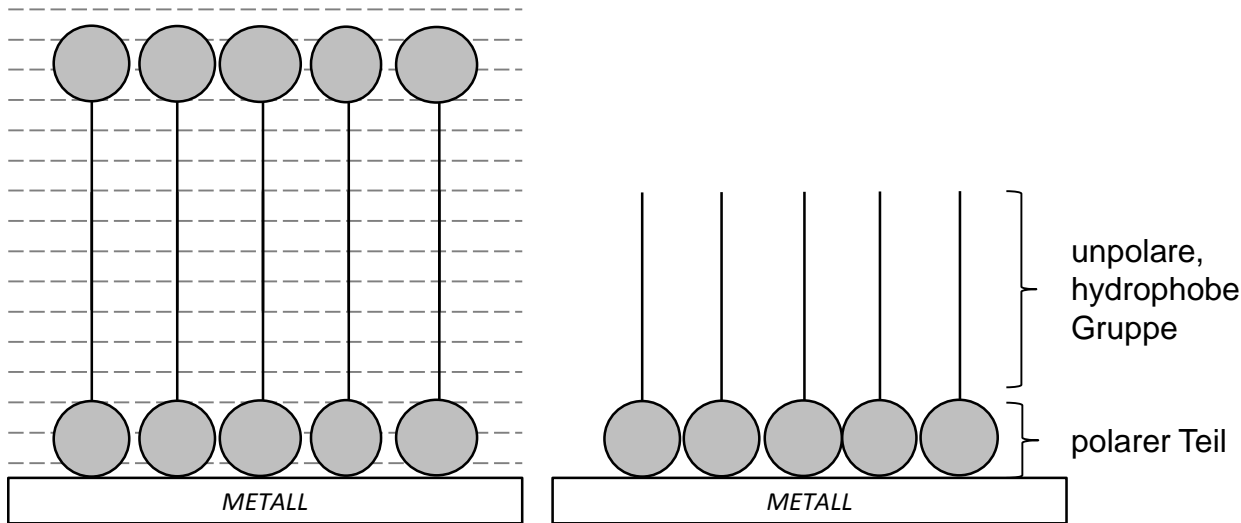
Reinigungsverfahren und Beispiele

Zusammenfassung

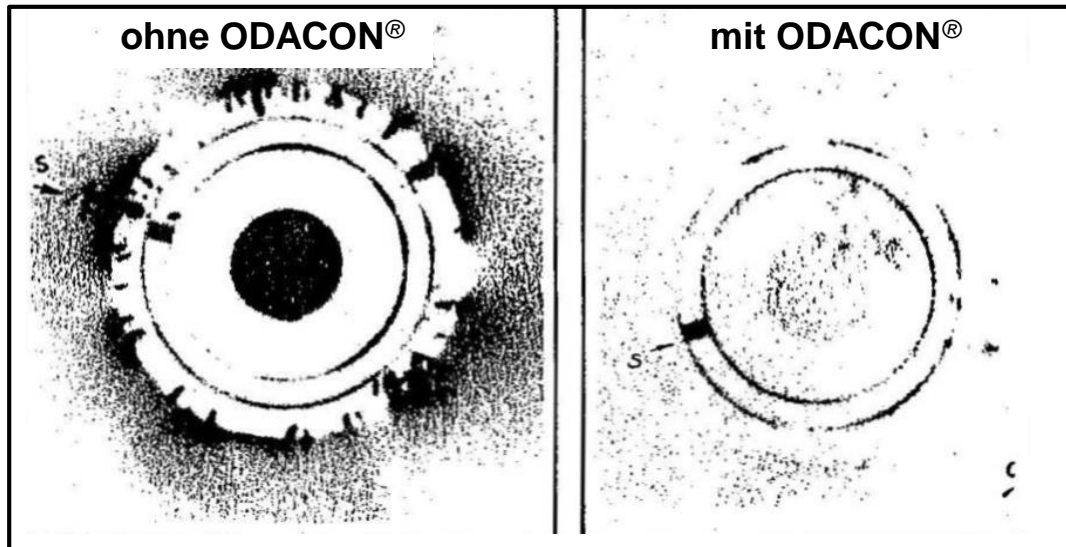
Eigenschaften des Wirkstoffes und der Emulsion

- Wirkstoff Octadecylamin (ODA):
 - Langkettiges, aliphatisches Amin mit der chemischen Formel $C_{18}H_{37}NH_2$
 - Primäramingehalt > 99 %
 - Fester, in wasser unlöslicher Stoff
 - Als Rohstoff für die industrielle Anwendung ungeeignet
- ODACON Emulsion
 - stabile, reine, wässrige Emulsion
 - enthält keine Zumischung von Emulgatoren, Polyacrylaten oder Polyaminen
 - bildet keine organischen Säuren bei der thermischen Zersetzung
 - kein Gefahrstoff, biologisch abbaubar
 - zugelassen für den Einsatz in Kernkraftwerken

- Verteilungskoeffizient ähnlich dem von Ammoniak, damit gute Verteilung im gesamten Wasser – Dampf – Kreislauf
- Ausbildung einer bi- bzw. monomolekularen, diffusionsdichten und hydrophoben Schutzschicht
- Stabile Bindung durch Chemosorption bei Temperaturen $> 100^{\circ}\text{C}$

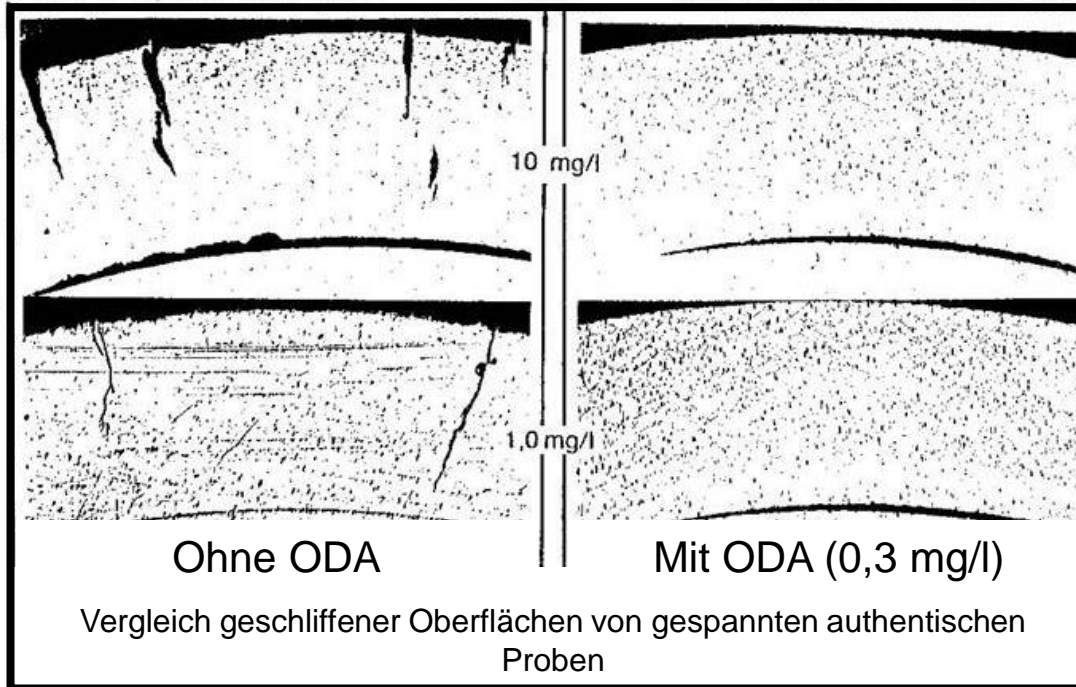


- Bei der Adsorption werden Chloride oder ähnliche Schadstoffe von der Oberfläche und aus Spalten verdrängt.
- Die freigesetzten Ionen werden gebunden und können mit dem Absalz- und Abschlammwasser ausgetragen werden.



Autoradiogramm gespannter austenitischer Ringproben
(Schwärzegrad = Maß für die Chloridanreicherung)

- Selbst bei hohen Chlorid Konzentrationen im Medium wird die Spannungsrisskorrosion durch Zusatz von ODA deutlich reduziert



Chlorid = 10 mg/l

Ø Risstiefe nach 15 h:

Ohne ODA: $83,1 \cdot 10^{-2}$ mm

Mit ODA: $3,0 \cdot 10^{-2}$ mm

Chlorid = 1 mg/l

Ø Risstiefe nach 39 h:

Ohne ODA: $58,5 \cdot 10^{-2}$ mm

Mit ODA: $5,0 \cdot 10^{-2}$ mm

- Vorgeschädigte Proben zeigten kein fortschreitendes Risswachstum nachdem sie in einer Chlorid-Lösung zusammen mit ODA exponiert wurden

Vorbemerkungen

Eigenschaften und Wirkungen von Octadecylamin (ODA)

Reinigungsverfahren und Beispiele

Zusammenfassung

Verfahren:

- **Reinigung im Betrieb / vor dem Abfahrprozess**

Im Betrieb wird dem Speisewasser ODA zugegeben. Alternativ ist auch eine Zugabe direkt in den Dampf vor Turbine möglich.

- **Reinigung mit Sattedampf:**

Nach Außerbetriebnahme der Turbine wird diese mit ODA -haltigen Sattedampf beaufschlagt.

- **Nassreinigung mit Drehvorrichtung:**

Nutzung von Nassdampf und Kondensat. Dabei muss die Turbine mittels Drehvorrichtung in Bewegung gehalten werden.

Verfahrensbeschreibung:

- Zugabe der ODA Emulsion bei Vollast der Anlage in das Speisewasser, das Kondensat oder direkt vor Turbine
- Einstellung einer maximalen ODA Konzentration von ca. 2 mg/l im Speisewasser bzw. Frischdampf
- Behandlungszeit ist abhängig vom Verschmutzungsgrad und der Art der Ablagerungen
- Kontrolle der Effektivität durch Vergleichsmessungen im Frischdampf und Kondensat
- Zusätzlicher Effekt der Konservierung bei Außerbetriebnahme nach Reinigungsende. → Reinigungskonservierung

Beispiel 1: GuD Anlage der STATKRAFT Markets GmbH im Chemiepark Knapsack in Hürth

- Gesamtanlagenleistung: 800 MW
 - 2 x Gasturbine je 267 MW
 - 1 x Dampfturbine 270 MW
- Gesamtdampfmenge: 700 t/h
- 2 x Dreizug Abhitzeessel
 - HD: 114 bar, 555°C, 500 t/ h
 - MD: 28 bar, 545°C, 117 t/ h
 - ND: 4,2 bar, 230°C, 72 t/ h
- Keine Kondensatreinigungsanlage



Beispiel 1: GuD Anlage der STATKRAFT Markets GmbH im Chemiepark Knapsack in Hürth



- Lt. Aussage des Kraftwerksbetreibers sind die letzten Stufen der Turbine sauberer als bei früheren Inspektionen

Beispiel 1: GuD Anlage der STATKRAFT Markets GmbH im Chemiepark Knapsack in Hürth



Kondensatoreinbauten



Turbinenschaufeln der letzten Stufe

Beispiel 1: GuD Anlage der STATKRAFT Markets GmbH im Chemiepark Knapsack in Hürth

- Verkürzung der Inbetriebnahmedauer von 8 h auf 4 h.
- Reduzierung der Zeit bis zum Erreichen der Normleitwerte für den Dampf von 5 - 6 h auf ca. 2 - 3 h.
- Kein Einfluss der ODACON® Dosierung auf die Funktionsfähigkeit der Online Messinstrumente.
- Die visuelle Inspektion des Kondensators zeigte, dass dieser zu großen Teilen mit einer ODACON® Schutzschicht bedeckt ist.
- Die Endstufen der Turbine sind sauberer als bei früheren Inspektionen.

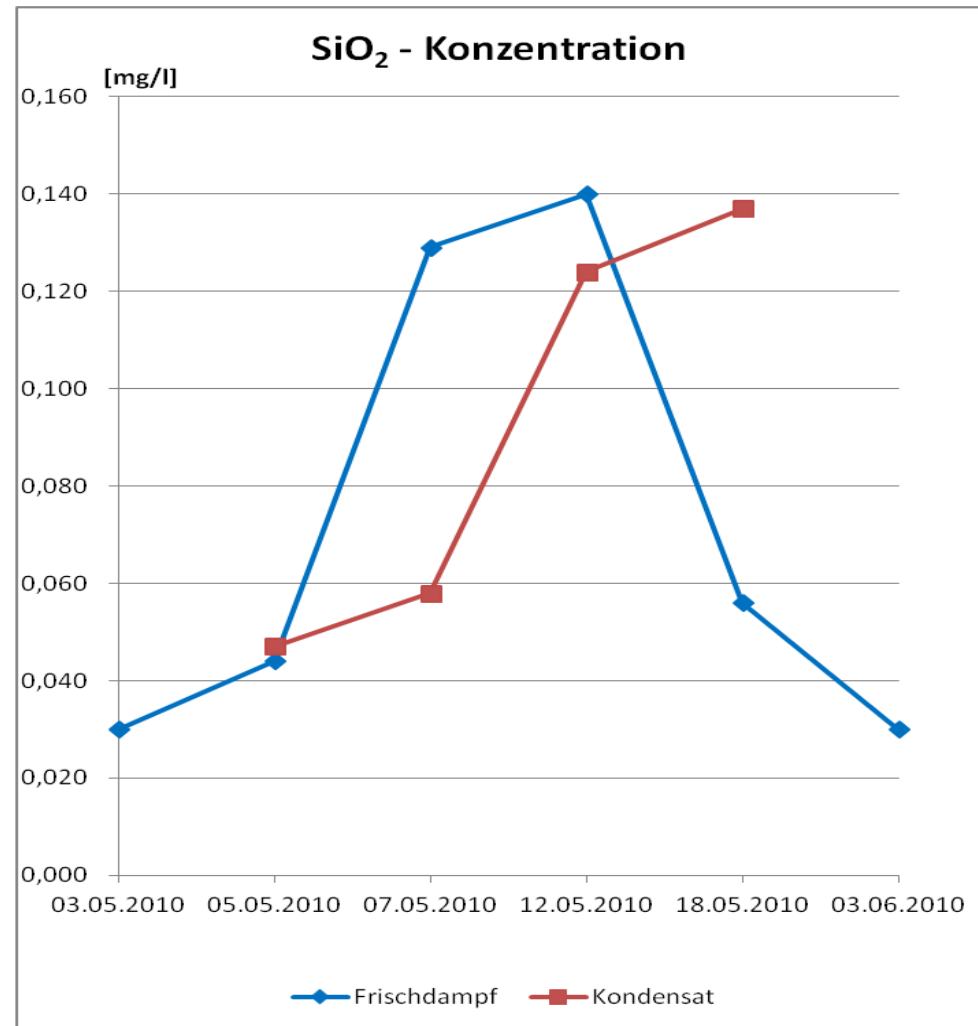
Beispiel 2: GuD Heizkraftwerk Wiesengrund in Eisenach:

- Abhitzeessel mit Zusatzfeuerung
 - Typ: Standart Fasel
 - thermische Leistung: 50 t/h
- Anzapf-Kondensatturbine
 - Typ: ABB G 25
 - Leistung 10 MW
- Gegendruckturbine
 - Typ: KKK CFR 5
 - Leistung 3,3 MW



Beispiel 2 GuD Heizkraftwerk Wiesengrund in Eisenach:

- Die Reinigung erfolgte im laufenden Betrieb über einen Zeitraum von einem Monat.
- Die ODA Konzentration wurde bei ca. 1,5 – 2,0 mg/l eingestellt und bis auf 3,0 mg/l vor Außerbetriebnahme erhöht
- Anstieg der SiO_2 Konzentration im Kondensat bei gleichzeitigem Abbau im Frischdampf ist ein Zeichen des Reinigungseffektes.



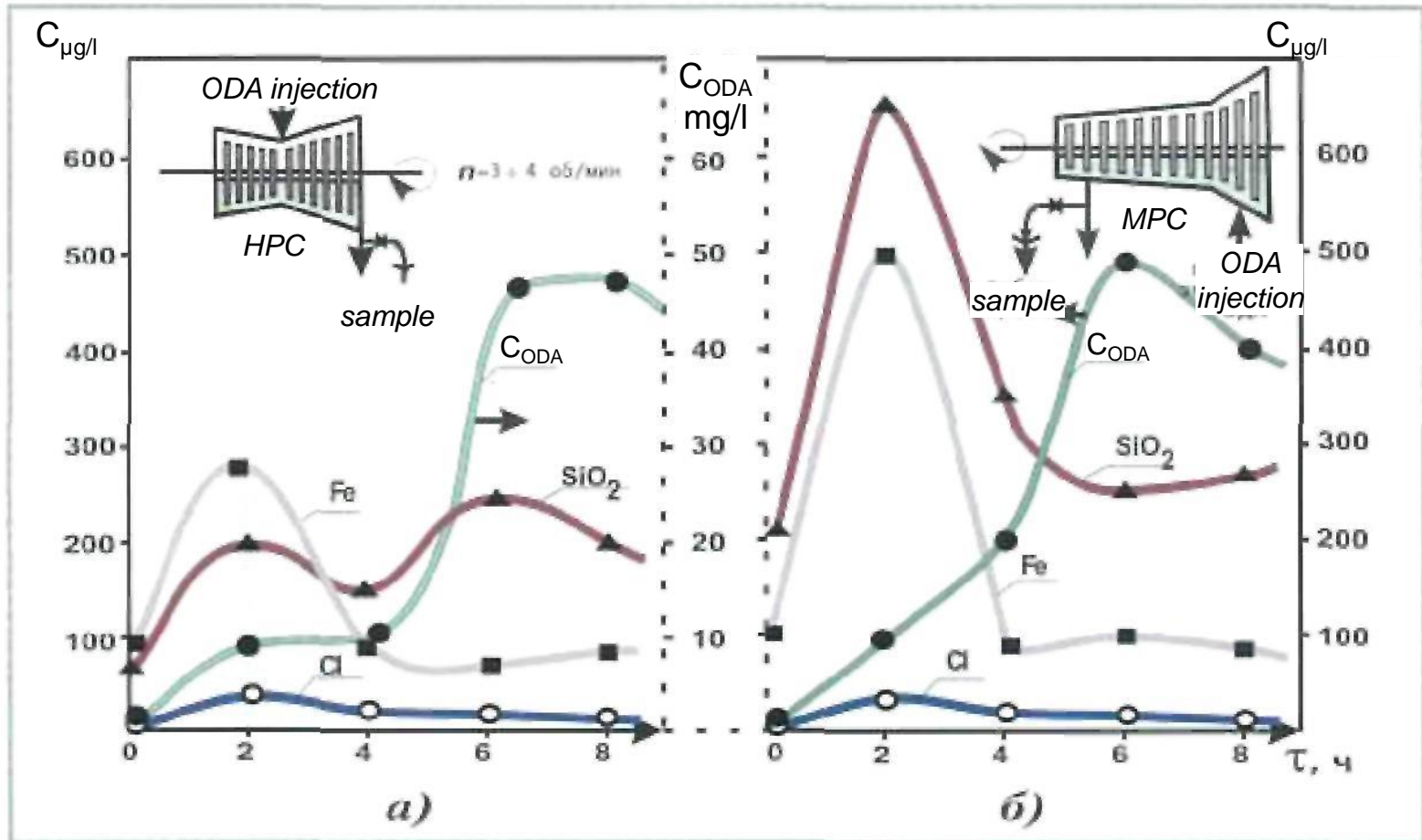
Verfahrensbeschreibung:

- Zugabe der ODA Emulsion erfolgt im Sattdampfbetrieb direkt vor Turbine
- ODA Konzentrationen > 2 mg/l, maximale Konzentration ist Abhängig von der Temperatur im Kondensator
- Dampfparameter und Turbinendrehzahl wie bei normaler Sattdampf-Turbinenwaschung

Verfahrensbeschreibung:

- Füllen der Turbine und des Kondensators mit einem Kondensat-ODA-Gemisch
- Temperatur im Hochdruckteil ca. 150 °C, im Niederdruckteil ca. 70 °C
- Turbinen wird mit Drehvorrichtung durch das Kondensat-ODA-Gemisch bewegt
- Bezüglich der ODA Konzentrationen gibt es keine Einschränkung, sie ist abhängig von der Ablagerung und der begleitenden Analytik festzulegen.

Beispiel Konakovskaya GRES:



Removal of sediments from surfaces of the blading section components of HPC (a) and MPC (b) in the process of mothballing K – 300-240 turbine at Konakovskaya GRES.

Vorbemerkungen

Eigenschaften und Wirkungen von Octadecylamin (ODA)

Reinigungsverfahren und Beispiele

Zusammenfassung

- Auf Grund der verstärkten Flexibilitätsanforderungen an Turbinen kommt es vermehrt zu Teil- und Schwachlastbetrieb. Die Gefahr der Bildung von Ablagerungen steigt.
- Die Turbinenreinigung mit ODA ist ein effektives und materialschonendes Verfahren. Es erfolgt kein Angriff auf das Grundmaterial.
- Es ist mit geringen Investitionen und z.T. ohne zusätzlichen Zeitbedarf realisierbar.
- Wird die Reinigung kurz vor bzw. während einer Außerbetriebnahme durchgeführt erfolgt gleichzeitig eine Konservierung der Turbine bzw. des gesamten Wasser-/ Dampf- Kreislaufes
- Durch die Entfernung von Salzablagerungen auch aus Spalten und Rissen wird Spannungsrisskorrosion vorgebeugt.
- Das eingesetzte Produkt ist ein ungefährlicher, biologisch abbaubarer Reinstoff.
- Das Verfahren ist vielfach in der Praxis bewährt und auch für den Einsatz in nuklearen Anlagen zertifiziert.

Adresse: REICON Wärmetechnik und
Wasserchemie Leipzig GmbH
Lagerhofstraße 2
04103 Leipzig

Telefon: +49 (341) 649 12 0

Telefax: +49 (341) 649 12 60

E-Mail: info@reicon.de

Homepage: www.reicon.de