INSTITUT FÜR SCHADENSFORSCHUNG
UND SCHADENSVERHÜTUNG ISSV e.V.
an der Helmut-Schmidt – Universität
-Universität der Bundeswehr Hamburg-
D- 22039 Hamburg
Tel.: +49 40 6541 2738

Abschlussbericht

Vorhabenbezeichnung:
Verbundprojekt: MPT- Multiphasenfördersysteme und Anlagentechnik für Kohlenwasserstoffe Offshore und Onshore
Deutsch- Russische Kooperation:
"Nachhaltige Gewinnung und Transport von Kohlenwasserstoffen offshore und onshore"
Teilprojekt: „Korrosions-und Verschleissprozesse in Mehrphasenförderanlagen unter Berücksichtigung besonders aggressiver Fördermedien"

Förderkennzeichen: 03SX226 G
Laufzeit: 01-10-08 bis 31-10-10
Projektleiter: Prof.Dr.-Ing. Hans Hoffmeister

I. Kurze Darstellung

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen der Deutsch-Russischen Forschungskooperation und basierend auf den Ergebnissen des abgeschlossenen MPT Projekts -BMWi- 03SX226 F zu den Verschleißprozessen der Multiphasenförderanlagen im Feld Rütenbrock der Wintershall AG waren die folgenden wissenschaftliche Arbeitsziele gesteckt:

- Ermittlung der Verschleiß-und Korrosionsbeaufschlagung der Komponenten der Förderkette Rütenbrock unter verschärften Bedingungen und Vergleich mit Betriebsdaten.

- Experimentelle Simulation der Einflüsse der Betriebsparameter bei der Förderung besonders aggressiver Medien auf die Korrosion und den Verschleiß.

- Numerische Simulation und Quantifizierung der experimentellen Ergebnisse

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Zur Durchführung standen die experimentellen Einrichtungen des ISSV, die Infrastruktur der Helmut Schmidt-Universität der Bundeswehr Hamburg (HSU), die langjährigen Erfahrungen des ISSV-Personals aus früheren Vorhaben und Industriezusammenarbeit sowie weitere Personalressourcen in Form der Studenten der HSU zur Verfügung.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die werkstofftechnischen Forschungsarbeiten teilten sich auf in die Arbeitspakete:

1. Vor Ort Inspektion und Begutachtung des schadensrelevanten Bauteilverhaltens an den Förderanlagen des Rütenbrockfeldes bei den geplanten verschärften Bedingungen.

2. Laboruntersuchungen an entnommenen Proben der Bauteile, Auswertung von Förderdaten.

3. Experimentelle Schadenssimulation mit Parameterstudien

4. Numerische Schadensmodellierung zur quantitativen Darstellung des Schadensverlaufs unter verschärften Bedingungen.

Der zeitliche Ablauf erfolgte entsprechend der in Bild 1 aufgeführten Planung.

Arbeitspakete/Quartal	08/4	09/1	09/2	09/3	09/4	10/1	10/2	10/3
1: Inspektion, Begutachtung								
2:Laboruntersuchung								
3:Experimentelle Simulation								
4,Numerische Simulation								

Zeitlicher Projektablauf

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

- Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden:

Im Rütenbrockfeld der Wintershall AG eingesetzte Multiphasenpumpen sowie weitere durch die Fa. Bornemann verfügbar gemachte Produktinformationen. Konstruktionspläne, Wartungs- und Instandsetzungsdokumentation der Gasaufbereitungsanlage FA Wintershall Rütenbrock/Haren.

- Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations-und Dokumentationsdienste

Santner,E: „Reibung und Verschleiss von Werkstoffen, Bauteilen und Konstruktionen-Tribologische Optimierung und Schadensbekämpfung, Band 602, Renningen 2004
H.Kaesche: “Die Korrosion der Metalle“ 3. Auflage Springer Verlag 1990
NACE International/Houston: Veröffentlichungen der Jahrestagungen 2006- 2010
SCOPIUS Science Direct
Datenbank-Infosystem (DBIS) der UB der HSU
AIF-14854 Abschlussbericht 2009

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im Rahmen des Verbundprojekts wurden von den Projektpartnern

- MPT e.V. – Expertengruppe
- Leibniz Universität Hannover
- Technische Universität Berlin
- Ruhr Universität Bochum

Informationen und Forschungsergebnisse bereitgestellt. Insbesondere gehören dazu Lagerstättencharakteristken mit Angaben über zu erwartende Medienzusammensetzungen (TU Berlin, Expertengruppe MTP e.V.), Strömungsprofile in pumpentypischen Geometrien

(Leibniz Universität Hannover und mechanische Betriebsbelastungen von Pumpenkomponenten (Ruhruniversität,Bornemann).

II Eingehende Darstellung

1. Erzielte Ergebnisse

1.1., 1.2. Vor Ort und Labor- Untersuchungen der MP-Förderanlagen und Rohrleitungssystemen.

Die im Rütenbrockfeld installierten MP Förderanlagen wurden mit veränderten Betriebsbedingungen beaufschlagt. Im Berichtszeitraum wurden bei fortlaufender werkstofftechnischer Überwachung zunächst keine anderen als die bisher bekannten Schadensmechanismen identifiziert. Eine im Betrieb havarierte Welle wurde vom ISSV näher auf Schadensursache und –verlauf untersucht und die Ergebnisse der weiteren Auswertung durch die Fa. Bornemann zugeführt.(ISSV 197/2009).

1.3, 1.4 Experimentelle und numerische Schadenssimulation

Nach den ersten theoretischen Untersuchungen des Druckeinflusses auf die Spannungsrisskorrosion lag das Schwergewicht auf der experimentellen Verifikation des für Nickel erstellten numerischen Korrosionsmodells. Dies war erforderlich um die notwendige Aussagesicherheit der Vorhersage risskritischer Bedingungen durch lokale pH-Absenkung, Bild 1, zu erhalten, aber auch, um das experimentelle Prozedere für die demnächst anlaufenden entsprechenden Versuche unter erhöhtem Druck und Temperatur zu verfestigen.

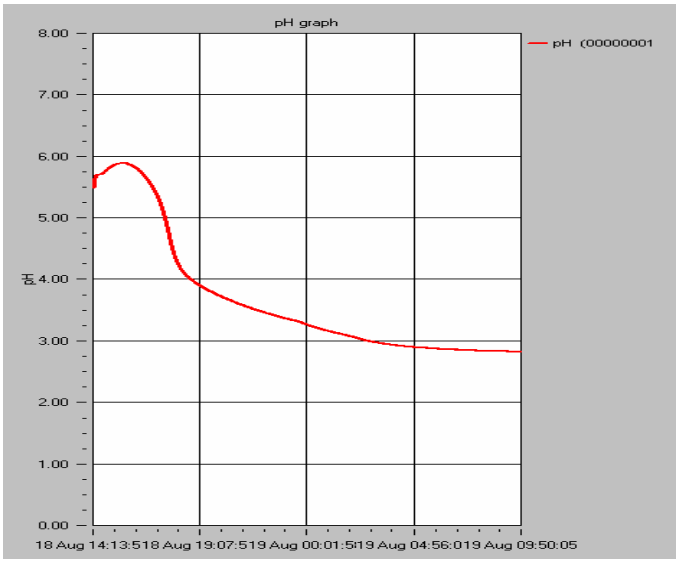

Bild 1: Experimentelle pH-Absenkung von Ni in lokaler Zelle bei pH5,5, 0,0001%Cl, 0,1 bar H2S

Im Ergebnis zeigt Bild 2 die unter verschiedenen Korrosionsbedingungen an Chloriden, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff experimentell ermittelten pH-Absenkungszeiten in der 1 ccm Lokalkorrosionszelle im Vergleich zu den errechneten Werten. Die rechnerisch ermittelten Einflüsse der obigen Parameter auf die zur pH-Absenkung um eine Einheit erforderliche Zeit sind damit für Raumtemperatur und Umgebungsdruck ausreichend experimentell abgesichert.

Risskritische Bedingungen ergeben sich aus der Anreicherung von Wasserstoffionen in der lokalen Zelle, die im Anwendungsfall ein Rissspalt oder eine offene Korngrenze der Werkstückoberfläche sein kann.

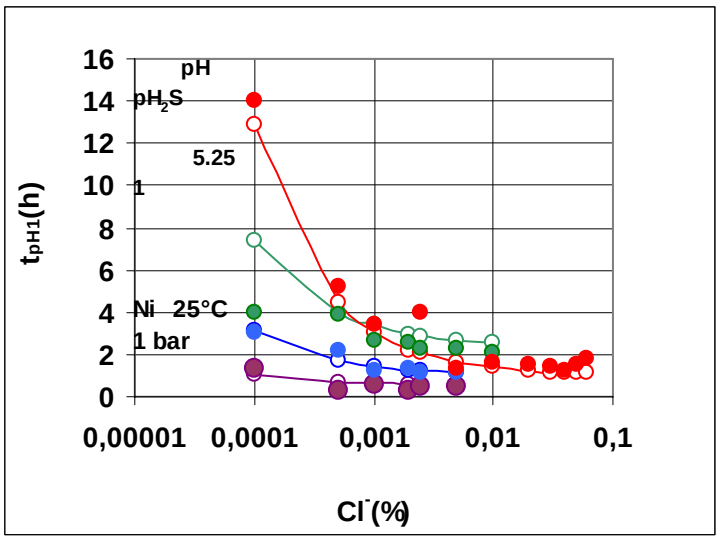

Bild 2: Berechneter und experimentell ermittelter Einfluss von Chlorid auf die pH-Absenkung von Nickel in einer lokalen Zelle bei verschiedenen pH- und Schwefelwasserstoffwerten.

Die Wirkung der Wasserstoffanreicherung auf das Rissverhalten von Nickel als vorläufigem Modellwerkstoff wurde im Projektzeittraum durch fortlaufende SSRT-Untersuchungen verifiziert. Die dabei ermittelte risskritische Ladungsdichte der Wasserstoffabscheidung dient nunmehr in den numerischen Rechnungen als Kriterium für die Risseinleitung bei lokaler anodischer Ansäuerung. Für den pH-Wert 5 ist in Bild 3 der Einfluss des Schwefelwasserstoffs und der Chloride auf die risskritische Entladungszeit numerisch bestimmt worden. Für die praktische Anwendung bedeutsam ist, dass nach Ablauf dieser Zeit das wasserstoffinduzierte Risswachstum eines Bauteils unter den aus dem SSRT ermittelten mechanischen Beanspruchungen bei den jeweiligen Korrosionsbedingungen einsetzt. Für die Beurteilung des korrosiven Einflusses von Lagerstättenmedien ist in Bild 3 von besonderer Bedeutung dass bei bestimmten Chlorid/H2S- Verhältnissen keine Ansäuerung mit Einstellung risskritischer Bedingungen erfolgt und die Übergänge zu den risskritischen Medien deutlich zu definieren sind.

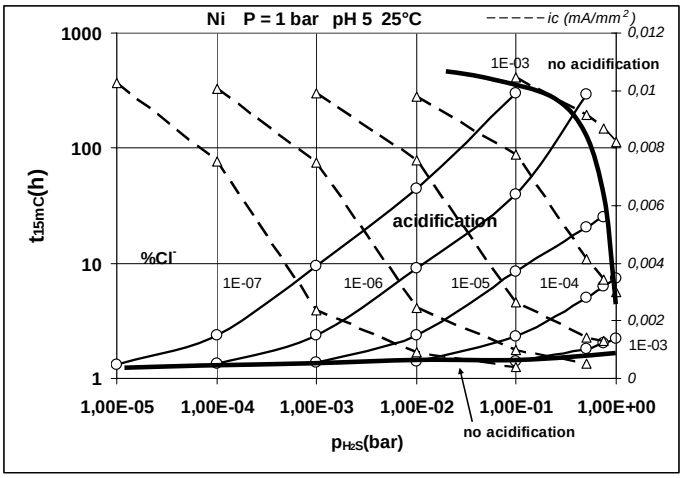

Bild 3: Risskritische Wasserstoffbeladungsdichten bei pH5 für Nickel