# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

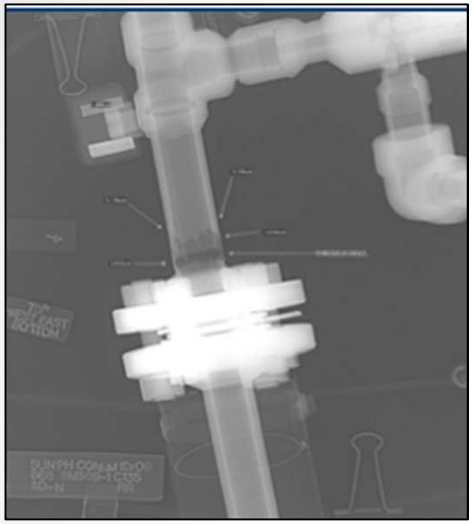
## Lições Aprendidas→ Tipos de Corrosão

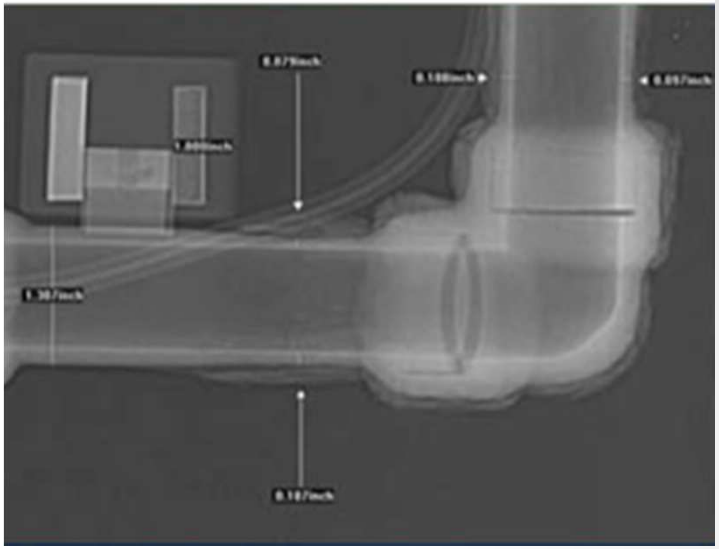
| Type of Corrosion | Material System | Driving Force | Control Point | Remark |
|---|---|---|---|---|
| Uniform/General Corrosion | All Metals in Atmospheric Environment | - Atmospheric<br>-Temperature | - Painting<br>- Hot Dip Galvanizing | - Corrosion Cost of this form about 50% of the total corrosion cost<br>- Seldom lead to failure |
| Intergranular Corrosion | Al Alloys,<br>Ni-Cr Austenitic Stainless Steel<br>Acids Containing Oxidizing Agents (sulfuric, phosphoric), Hot Organic Acid. High Cl Content Seawater | -Third Phase Precipitate<br>- Temperature | - Heat Treatment in Manufacturing<br>- Welding during Fabrication | - Loss of Strength and Ductility<br>- Severe attack can lead to failure |
| Galvanic Corrosion | Galvanic Coupling Materials e.g. Fe with Cu, Carbon steel with Stainless Steel | Different Metal in electrolytic solution | - Proper Design;<br>- Rivetting/Joining Materials;<br>- Insulating Coupling Materials | Moderate effect but can be detrimental for a longer period |
| Crevice Corrosion | Metal to Metal/Non Metal in Electrolyte<br>Metal in two Electrolyte<br>Aluminium and Stainless Steel in Seawater | - Small Gap in electrolyte (<3,18mm)<br>- Stagnant Fluid | - Proper Design<br>- Gasketting Materials<br>-Proper Drainage Practice | Moderate effect but can be detrimental for a longer period |
| Pitting | Stainless Steel and Aluminium in cloride or bromide environment (water/soils) | - Surface Irregularities<br>- Presence of Cl or Br Ion<br>- Chemical Composition<br>- Temperature | - Surface Quality Control<br>- Proper Welding Practice<br>-Proper Material Handling<br>- PREN (Material Selection)<br>- CPT (Critical Pitting Temperature) | Severe attack can lead to failure (second biggest corrosion failure) |
| Erosion Corrosion Tribo-Corrosion | Carbon Steel, Stainless Steel in flowing fluid containing abrasives | Synergy effect of passive film breakdown by abrasive and localized corrosion | Corrodent; turbulency<br>Corrodent impingement in elbow and tees | Severe attack can lead to failure |
| Stress Corrosion Cracking (SCC)/ HE-SCC | Stainless Steel, Carbon Steel in<br>High pH (pH >9,3)<br>- 600 - 750 mV<br>- Temperature Sensitive<br>Near Netral pH (5,5 - 7,5)<br>- Free Potential<br>- Non-Temperature Sensitive | - Microstructure<br>- Temperature Region<br>- Existence of Residual Stress<br>- Suitable pH<br>- Presence of $H_2S$, Chloride ion<br>-Residual Stress | - Microstructure Control during<br>- $H_2S$ Content & Temperature<br>- Operation Temperature | -Biggest Cause of Corrosion Failure<br>-SCC found in gas and liquid pipelines<br>- In Canada since 1977: recorded 22 catastrophic failure (12 rupture, 10 leaks) |
| Biological Corrosion/ Microbial Induced Corrosion | All Metals in Environment with:<br>- Sulfate Reducing Bacteria<br>- Sulphur/Sulfate Oxidizing Bacteria<br>- Fe/Mn Oxidizing Bacteria<br>- Organic Acid Producing Bacteria | - Gravitational & Pellicular Water<br>- pH 6 - 8<br>- Potential -42mV to 820mV<br>- Temperature: 20 °C - 45 °C | Application of Organic Coating<br>Cleaning Practice<br>Use of Biocide | In US, $1.2 billion SPENT annually on biocidal chemicals to fight MIC. |

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## Boas Práticas

## Lições Aprendidas→ Deterioração de tubulação





**Radiografia digital para avaliação de espesssuras e corrosão interna em tubulações de pequeno diâmetro**

**Ondas guiadas: Técnica indicada para avaliações globais em tubulações com a finalidade de determinar a natureza,forma e localização de perdas de espessura**

**Medição de espessura**

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

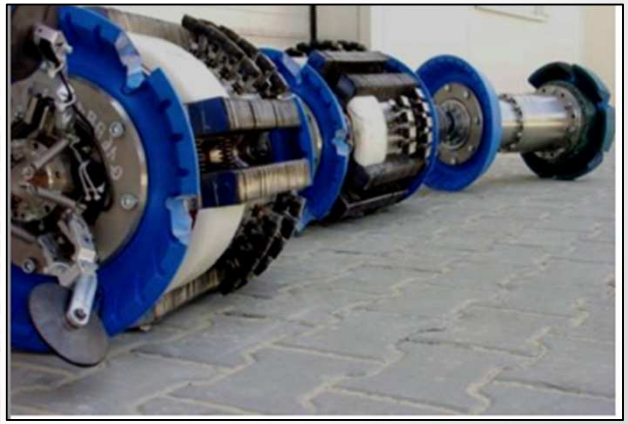
## Lições Aprendidas→ Deterioração de tubulação

**Boas Práticas**

**Ponto de medição de espessura controlado por código de barras nas janelas de inspeção**

**Isolamento de válvulas**

**Cura mecânica do fixador-pasta polímero**

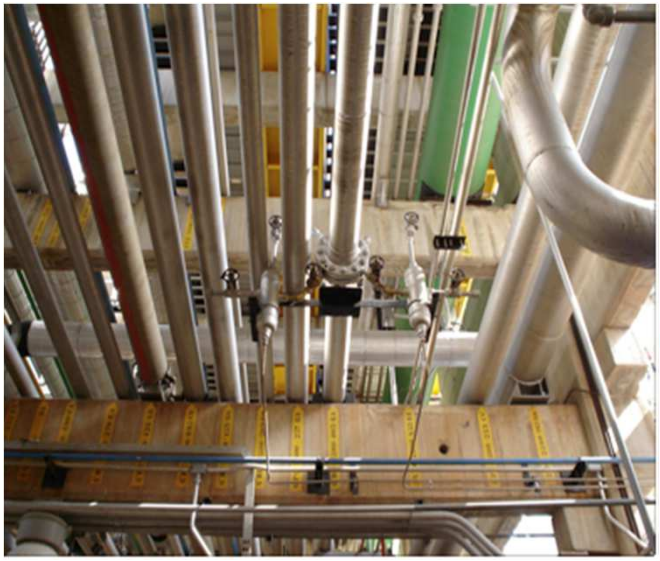


**PIG instrumentado**

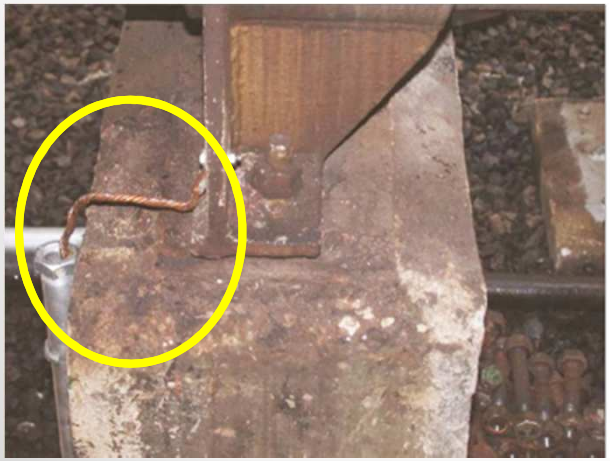
# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## Lições Aprendidas

### Boas Práticas



Organização e limpeza : Tubulações pintadas, íntegras e sinalizadas



Aterramento de equipamento

Dreno bloqueado e com "cap"

Procedimentos operacionais para a operação dos tubos atualizados, em cópia papel e em local visível

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## Lições Aprendidas→ Deterioração de tubulação

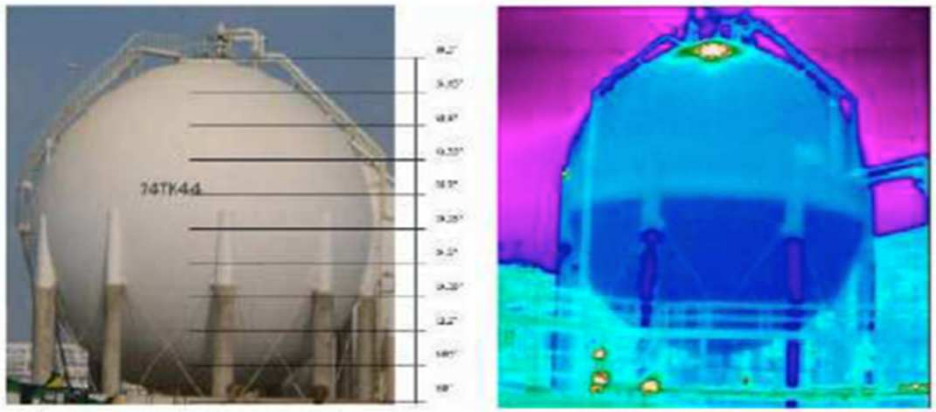
### Boas Práticas

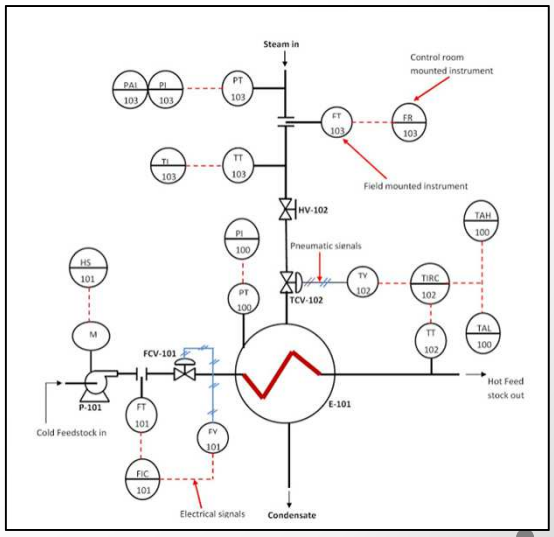
Suportação para tubulações aéreas

Inspeção visula de flange

Gestão das juntas de vedação: identificação, organização e controle

Termografia para detecção de pequenos vazamentos



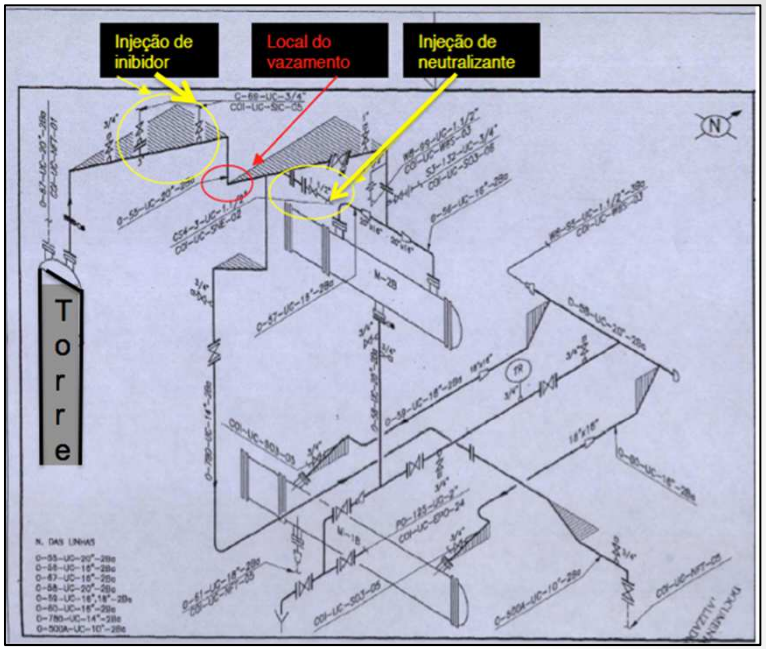

P&ID – atualizados e em local visível

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## Lições Aprendidas→ Deterioração de tubulação

**Boas Práticas**

PSVs- testadas e aliviando para sistema fechado!




Isométrico atualizado e disponível

Suportação de tubulação

Tubovias : ordem e limpeza

# Lições Aprendidas

## PSM→ Revisões de Segurança de Pré-Partida dos Sistemas Auxiliares

**(Check-List)**

- ✓ Todos os "CAPs" estão instalados nos drenos e vents ? Há corrente metálica está no local ?
- ✓ As válvulas drenos e vents estão bloqueadas ?
- ✓ As válvulas de bloqueio estão operacionais e íntegras ,ou seja, não estão emperradas e sem vazamentos?
- ✓ As tubulações estão com o isolamento íntegro ?
- ✓ As tubulações estão aterradas ?
- ✓ As tubulações estão identificadas e pintadas em conformidade à NR-26 ?
- ✓ Existe procedimento para operar as tubulações ?
- ✓ As PSVs estão instaladas nas tubulações? Foram testadas ? Estão íntegras ?
- ✓ As tubulações foram testadas ( ex.: teste hidrostático )
- ✓ Se as tubulações possuem steam-tracing , estão operacionais ? Idem para os purgadores de vapor ?
- ✓ Os instrumentos de vazão , pressão , temperatura estão instalados ? Foram aferidos e calibrados?
- ✓ As conexões de pequeno diâmetro da tubulação foram 100% inspecionadas ( ex.: radiografia digital) ?
- ✓ Os pararafusos dos flanges foram verificados visando identificar existência de "short-bolt"

**Short-bolt**

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## Lições Aprendidas

## PSM→ Revisões de Segurança de Pré-Partida dos Sistemas Auxiliares

**(Check-List)**

- ✓ Óleo , madeiras e outros materiais combustíveis foram removidos das tubovias ?
- ✓ Foi verificado se mangueiras ou mangotes foram desconectadas das tubulações ?
- ✓ As suportações das tubulações estão íntegra. Há processo corrosivo?
- ✓ As tubovias estão Limpas , Organizadas , Sinalizadas e em Ordem ?
- ✓ As juntas dos flanges foram inspecionadas ? Estão em conformidade ao projeto ?

**Madeira na tubovia**

**Flange sem parafuso**

**Vent sem o "cap"**

**Suportação não-conforme**

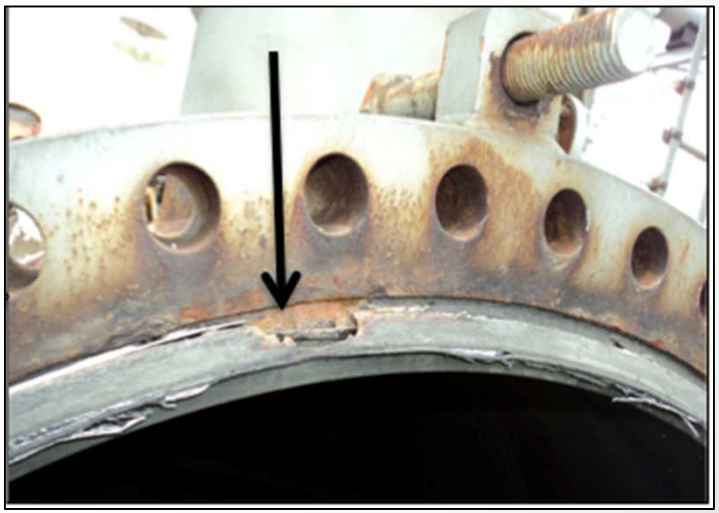
# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## PSM→ Revisões de Segurança de Pré-Partida dos Sistemas Auxiliares (Check-List)

Erro de projeto- dreno colidiu com tubulação quando houve deslocamento da sua tubulação

Mangueira interligando sistemas pressurizados

Dreno de tubulação mergulhado na poça de água



Junta de flange deteriorada

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

## PSM→ Revisões de Segurança de Pré-Partida dos Sistemas Auxiliares (Check-List)

NC- corrosão em suportação

NC- corrosão em suportação

NC- chapa para minimizar a corrosão

NC- corrosão em suportação

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

**Deus proteja os técnicos das industrias químicas e petroquímicas**

## تقـــديـــم

هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية هيئة إقليمية تضم فـــي عـــضويتها الأجهـــزة الوطنية للمواصفات والمقاييس في دول الخليج العربية ، ومن مهام الهيئة إعداد المواصفات القياســـية واللوائح الفنية الخليجية بواسطة لجان فنية متخصصة .

وقد قامت هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية ضمن برنامج عمل اللجنـــة الفنيـــة رقـــم ( 7 ) " قطاع مواصفات صناعة النفط والغاز " بتبنـــي المواصـــفة القياســـية الدوليـــة رقـــم ISO 12213-1:2006 "الغاز الطبيعي – حساب عامل ضغط – الجـــزء الأول : مقدمـــة ومبـــادئ توجيهية" والتي أصدرتها "المنظمة الدولية للتقييس" وذلك بلغتها الأصلية ، وقامت دولة الكويت بإعداد مشروع هذه المواصفة .

وقد اعتمدت هذه المواصفة كمواصفة قياسية خليجية دون إدخال أية تعديلات فنية عليها وذلـــك فـــي

# Explosão na Refinaria Mina Al-Ahmadi, Kuwait 25-06-2000

E-mail : gccpetro@gmail.com