



MCC®

Materials & Corrosion Consultants

BvM bijeenkomst 17 maart 2009

Resultaten RBI-project

Rob GOMMANS

MCC Materials & Corrosion Consultants



MCC[®]
Materials & Corrosion Consultants

INHOUD

- **MCC en MTOC**
- **Aanleiding en projectdeelnemers**
- **Deelproject CP-materialen**
- **Deelproject 14MoV63**
- **Deelproject kruip ($\epsilon > 60\%$)**



Materials & Corrosion Consultants

MCC Materials & Corrosion Consultants

- **Onafhankelijk ingenieursbureau**
- **Gespecialiseerd in het gedrag van metalen in hun omgeving en belastingsomstandigheden, schakel tussen theorie en praktijk.**
- - onderzoeken van schadegevallen
- - het geven van materiaal- en reparatie-adviezen
- - opstellen inspectieplannen en -termijnen
- - uitvoeren van “risk-based” inspecties
- **Langdurige industriële kennis en ervaring in dit vakgebied**
- **Klanten : (zware) productie bedrijven**
 - tbv.: - probleemeigenaar: kennis vermeerdering / rendementsverbetering
 - tussen probleemeigenaar / leverancier (bij-/ ter voorkoming onenigheden)
 - 1st / 2nd / 3rd opinion, verzekeraars, expertise-bureaux, ‘expert witness’
 - opleidingen, cursussen



MCC[®]

Materials & Corrosion Consultants



MCC[®]

Materials & Corrosion Consultants



sintraengineers



TACON

TURN AROUND CONSULTANCY



Materials & Corrosion Consultants

Aanleiding / Deelprojecten

aanleiding

- evaluatie aantal jaren na invoering RBI
- knelpunten oplossen
- milieucriteria ?
- TCD (WG/T en WG/M)
- separaat project

deelprojecten

- kruipgebied
- 14MoV63
- CP-materialen
- veiligheden
- milieucriteria
- State-of-the-Art



Projectleiding

- Uitvoering door :
 - Adviesbureau KOAD (Jan Kops)
 - HIS Consult (Jan Heerings)
 - MCC (Rob Gommans)
- Jan Kops : algemeen + deelproject Milieu
- Jan Heerings : deelprojecten Veiligheden en SotA
- Rob Gommans : deelprojecten 14MoV63, CP-materialen,
en kruip > 60%



Projectdeelnemers

- Shell, NAM, GasUnie,
- Yara, DOW, Total TRN, Huntsman
- Total E&P, E.ON
- Applus RTD
- Lloyd's Register, DNV, Veritas/KW2



Deelprojecten MCC

- Deelprojecten :
 - 14MoV63
 - CP-materialen
 - Kruip > 60%
- Deelnemers :
 - E.ON (M.Florisson)
 - YARA (A.d.Bruijne)
 - DOW (T.Dekker)
 - RTD (D.Wilms)



MCC[®]

Materials & Corrosion Consultants

INHOUD

- MCC en MTOC
- Aanleiding en projectdeelnemers
- **Deelproject CP-materialen**
- Deelproject kruip ($u > 60\%$)
- Deelproject 14MoV63





Materials & Corrosion Consultants

Deelproject : CP-materialen

- CP-materialen uitgesloten van termijn-verlenging en dientengevolge ook van termijnflexibilisering (RBI)
- WG/M (1978) : CP indien :
 - $C > 0,25 + CE > 0,50 + V > 0,10 + Re > 420 + Re(300) > 320$
- T0110 (1978) : indeling A / B / C / CP
 - $A = C < 0,23 + CE < 0,45 + Rm < 450 + Re/Rm < 0,7$
 - C = scheurgevoelig bij fabricage (aanw.STW)
 - CP = scheurgevoelig bij gebruik (aanw.STW)
 - B = overig



Materials & Corrosion Consultants

CP-materialen

| CP-materialen | fabrikant / datablad | M-blad |
|-----------------|---|--------|
| WB35 | Mannesmann / Thyssen Werkstoffblatt 433 | M0201 |
| 22NiMoCr3.7 | Mannesmann | |
| BHW33 | Thyssen | |
| Welmonil 43 | Thyssen Werkstoffblatt 411 | |
| BS1501 – part 2 | Types 261, 271, 281, 282 | |
| Asera 60N | Italsider - SIAC | |
| Altherm CrMoV | VOEST Alpine Spec.2001 | |
| Altherm NiMoV | VOEST Alpine Spec.2001 | |
| WB35 | Mannesmann Werkstoffblatt 413RS | M0301 |
| 15MnMoNiV5.3 | Mannesmann Werkstoffblatt 423RS | |
| 22NiMoCr3.7 | Mannesmann Werkstoffblatt 424RS | |
| WB35 | Mannesmann | M0601 |
| 22NiMoCr3.7 | Mannesmann | |
| 15MnMoNiV5.3 | Mannesmann | |
| BHW33 | Thyssen Werkstoffblatt 539 | |



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject CP-materialen

- Faalmechanisme is niet verbrossing, maar combinatie van martensietvorming en waterstofverbrossing
- CP vormt gemakkelijk martensiet, die niet (volledig) wordt ontlaten (PWHT < 600°C)
- Geldt ook voor B en C-materialen, indien :
 - dikwandige onderdelen, schoorsteeneffect
 - onvoldoende voorwarmen van tegenlassen
- Waterstofverbrossing door corrosie-reactie of ingevangen H na belading op hoge temperatuur



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject CP-materialen

- Ervaringen tijdens gebruik :
 - Scheuren “voor je uit slijpen”
 - Steeds minder scheurvorming bij vervolgininspecties > langere termijnen
 - WB35 gevoeliger dan WB36 (maar ...)
 - Ni-gelegeerd staal gelast met RVS
20MnNiMo4.5 is ook gevoelig



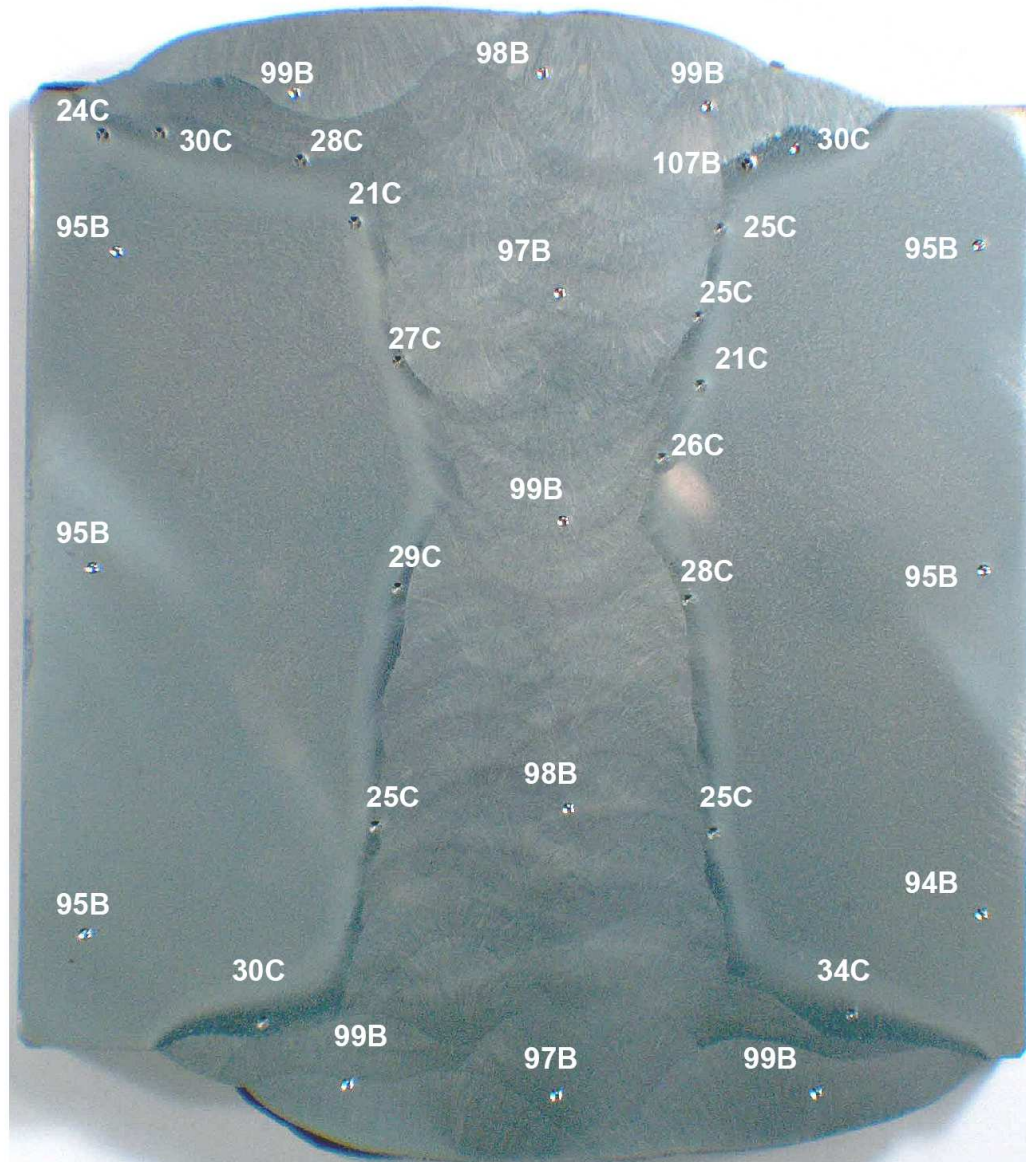
MCC[®]
Materials & Corrosion Consultants

CP-materiaal ?

20MnNiMo45
(VdTÜV-440)

CE = 0,67

na PWHT 620°C/3h
BM : 210 HV max
LM : 234 HV max
HAZ : 336 HV max





Materials & Corrosion Consultants

Deelproject CP-materialen

- CP-materialen toelaten, mits
 - Nadere beoordeling van het faalmechanisme waterstofverbrossing door materiaal/corrosiedeskundige
 - Nadere uitleg en toelichting in PRD 5.3
- is/wordt opgenomen in eerstvolgende versies van PRD 2.3 en PRD 5.3

INHOUD

- MCC en MTOC
- Aanleiding en projectdeelnemers
- Deelproject CP-materialen
- **Deelproject 14MoV63**
- Deelproject kruip ($u > 60\%$)



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject 14MoV63

- Materiaal 14MoV63 uitgesloten van termijnflexibilisering (“ten genoegen van bevoegde instantie aangetoond wordt dat geen kruipschade is te verwachten”)
- Technische of politieke redenen?



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject 14MoV63

- Eindrapport NIL - 1991
 - geen preferente beschadiging ferritische stalen
 - 14MoV63 gevoeliger voor lasdefecten
 - bij 14MoV63 veel schade in T-stukken/aftakkingen
- Eindrapport NIL – 1981
 - 14MoV63 en X20 ten onrechte in opspraak door gebrek aan kennis en ervaring mbt fabricage, lasprocedures en warmtebehandelingen

Deelproject 14MoV63

- Auerkari (VTT, 1994)
 - “succeptible materials such as 14MoV63 after less than succesful manufacturing”
 - door systeemspanningen en reheat cracking
 - 14MoV63 inspecteren > 80% ontwerplevensduur
- Auerkari et al (VTT, 1997)
 - verminderde ductiliteit van lasverbindingen in 14MoV63
 - 14MoV63 eerder, frequenter en uitgebreider inspecteren

WAAROM IS 14MoV63 UITGESLOTEN ???



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject 14MoV63

- Ervaringen tijdens gebruik (kruipschades) :
 - schade op zadelpunten van aftakkingen
(T-stukken, broekstukken, weldoets)
 - rondlassen van aftakkingen en verloopstukken
ICM externe krachten/momenten
 - bochten, rondlassen, rechte pijpen
alleen ICM ontoelaatbare externe krachten/momenten
 - eerste schades na 100.000 uur
meestal ICM start/stop of reheat-cracking
 - herinspectie cf. termijnen VTT
 - herinspectie bij eerstvolgende gelegenheid (2-4 jaar);
bij geen schade termijnen overslaan

Deelproject 14MoV63

SAMENVATTING

- literatuur : eerder, frequenter en meer inspecteren
- geen technische redenen voor uitsluiting
- “normale” ervaring tijdens gebruik

- CONCLUSIE

toelaten voor RBI conform andere ferritische stalen

- **MAAR MET EXTRA EISEN**
- overweeg rekmetingen en/of verplaatsingsmetingen



MCC[®]

Materials & Corrosion Consultants

INHOUD

- MCC en MTOC
- Aanleiding en projectdeelnemers
- Deelproject CP-materialen
- Deelproject 14MoV63
- **Deelproject kruip ($u > 60\%$)**



Deelproject kruip ($u > 60\%$)

- Componenten met $u > 60\%$ in kruipgebied zijn uitgesloten van termijnflexibilisering (RBI)
- Kruip is een van de meest trendbare faalmechanismen, waarbij de benodigde inspectietechnieken volledig bekend zijn.
- uitsluiting meer op politieke (dan op technische) argumenten gebaseerd



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject kruip ($u > 60\%$)

- voorbeeld : component met breuktijd 375.000 uur op basis van minimum kruipbreuksterkte

| bedrijfstijd | theorie (<u>minimum</u> kruipbreuksterkte) | gemiddelde praktijk (<u>gemiddelde</u> kruipbreuksterkte) | uitzondering (<u>maximale</u> kruipbreuksterkte) |
|--------------|---|--|---|
| 125.000 | verbruik = 1/3 | verbruik = 1/6 | verbruik = 1/12 |
| 250.000 | verbruik = 2/3 | verbruik = 1/3 | verbruik = 1/6 |
| 375.000 | verbruik = 1 | verbruik = 1/2 | verbruik = 1/4 |

- algemeen : er wordt te veel / te vaak geïnspecteerd op basis van de huidige regels (T0102-B8 → PRD 2.3 - B8)



Ervaringen in het kruipgebied

- verbruiksfactor nauwkeurig bepalen door : bedrijfsdruk gemeten wanddiktes, bedrijfstemperatuur, Z-factor
- kruipschade in “ongestoorde” basismetalen bij $\gg 60\%$ (rechte leidingen, bochten, kasten etc).
- ‘veel’ kruipschade $< 60\%$ bij (rondlassen van) aftakkingen, verloopstukken en bochten ICM externe krachten/momenten (dus door interactie kruip en vermoeiing (LCF))
- bij schade : teruglijpen tot klasse 2
- positieve ervaringen met rek- en/of verplaatsingsmetingen
- herinspectie conform normale termijnen (soms VTT-richtlijn)



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject kruip ($u > 60\%$)

- **Aanbevelingen :**

- kruip met $u > 60\%$ niet uitsluiten bij RBI
- uitwendig onderzoek tijdens periodiek onderzoek (aftappen, oplegging, hangers, afschot, P/T-registratie)
- **initieel onderzoek na 100.000 uur** (of $u > 60\%$) ivm kruip/LCF
- geen indeling in P,T-klassen en eerste aanvullend onderzoek na $u > 80\%$, mits gebaseerd op $P, T < \text{ontwerp en } d > \text{minimum}$ (anders na $u > 60\%$)
- **herinspectie op basis VTT-richtlijnen**



Materials & Corrosion Consultants

Initieëel onderzoek

- Op risico gebaseerd plan opgesteld door gebruiker en goedgekeurd door IVG/AKI
- Omvang gebaseerd op normale aanvullend onderzoek (10%)
 - bochten, aftakkingen >DN50,
 - lassen : rondlassen, rondlassen van aftakkingen, ongelijksoortige verbindingen
 - geometrische overgangen (verloopstukken)
 - hardheidsmetingen P91 (uitbreiden indien <200HV)
 - controle op vervuiling door visueel inwendig



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject kruip ($u > 60\%$)

- **Aanbevelingen :**

- kruip met $u > 60\%$ niet uitsluiten bij RBI
- uitwendig onderzoek tijdens periodiek onderzoek (aftappen, oplegging, hangers, afschot, P/T-registratie)
- **initieel onderzoek na 100.000 uur** (of $u > 60\%$) ivm kruip/LCF
- geen indeling in P,T-klassen en eerste aanvullend onderzoek na $u > 80\%$, mits gebaseerd op $P, T < \text{ontwerp en } d > \text{minimum}$ (anders na $u > 60\%$)
- **herinspectie op basis VTT-richtlijnen**



Materials & Corrosion Consultants

VTT-richtlijn (VALB-211)

kruip
klasse
(*)

maximale herinspectietermijn
[uren]

14MoV63

13CrMo44
10CrMo910

X20CrMoV121

bochten

lassen

bochten

lassen

bochten

lassen

0

50.000

50.000

100.000

100.000

120.000

120.000

1

50.000

50.000

100.000

100.000

120.000

120.000

2A

30.000

30.000

50.000

50.000

60.000

60.000

2B

15.000

20.000

25.000

30.000

30.000

40.000

3A

15.000

20.000

25.000

30.000

20.000

25.000

3B

10.000

10.000

15.000

20.000

10.000

15.000

4A

10.000

10.000

10.000

15.000

10.000

15.000

4B

5.000

5.000

5.000

10.000

5.000

10.000

5

reparatie, vervanging of FFS-bepaling



Materials & Corrosion Consultants

Deelproject kruip ($u > 60\%$)

- Aanpassingen in PRD 2.3 Bijlage 8 (met WG/M)
 - ferritisch > alle metalen ; $T < 650^{\circ}\text{C}$ vervallen
 - geen warmte-uitwisseling > ook convectie
 - kruipdata : ISO TR 7468 ; nu ook ECCC Data Sheets
 - interpolatie/extrapolatie : ook parametrisch
 - grenstemperatuur opgenomen ($R_{mg,2 \cdot 10^5} < R_{e,min}$)
bij interactie kruip/LCF : 50°C lager
 - toelichting diverse metalen (P91, 14MoV63,)
 - zwaardere eisen voor 14MoV63 (initieel 50.000 uur)
 - aanbeveling om nul-metingen te verrichten



Materials & Corrosion Consultants

RBI-project

BEDANKT VOOR JULLIE AANDACHT !

VRAGEN ?