

VERIFICATIE P10 4.0 EXP. JOINT

HYDRA HINGED EXPANSION JOINT

Date: Do 31-Okt-1996

Time: 10:06:46

Project: 10" STOOMLEIDING AKZO NAAR FMC

Jobnr: CBA30378

ABSTRACT:

Met P10 versie 4.0 is een simpel model van een hinged of gimbal type expansion joint gemodelleerd. De expansion joint is ingeklemt gedacht aan een zijde. Aan de andere zijde wordt een kracht uitgeoefend verticaal omlaag.

De verplaatsingen en hoekverdraaiingen zijn geverifieerd met de berekeningswijze van P10 versie 3.04 en eerder alsmede met de formules zoals zij gepresenteerd zijn in "the manual of expansion joint technology" van Hydra/Witzenmann.

Met de oude methode moest de ontwerper zelf nagaan of de expansion joint correct was gemodelleerd. De nieuwe methode neemt een aantal taken over.

Het gevaar bestaat dat met de komst van de nieuwe methode vaker "blindelings" te werk zal worden gegaan. Daarom is het van belang dat deze aanpak zelf correct is.



REFERENCES:

P10 4.0 manual
The Manual of Expansion Joint Technology par.14 Witzenmann GMBH

REV	BY	DATE	DESCRIPTION	CHECKED	PROJECT APPROVAL	THIRD PARTY APPROVAL
1	PVo	Do 31-Okt-1996	Added P10 approach			
0	PVo	Wo 30-Okt-1996	First Issue	TMu		
STATUS CODE			DOCUMENT NUMBER	REVISION	STATUS	
A	Preliminary for information only		SP96013	P.W.H. Van Raaij	1	A
B	For review					
C	Authorized for construction					

VERIFICATIE P10 4.0 EXP. JOINT

HYDRA HINGED EXPANSION JOINT

Date: Do 31-Okt-1996

Time: 10:06:46

Project: 10" STOOMLEIDING AKZO NAAR FMC

Jobnr: CBA30378

HYDRA TYPE WRN 63.0250.150.0: "HINGED TYPE"



$$P_d = 50 \cdot \text{bar} \quad \text{Max}_{2\alpha} = 15 \cdot \text{deg} \quad \text{Max}_{\alpha} = \text{Max}_{2\alpha} \cdot 0.5$$

$$L = 460 \cdot \text{mm} \quad \text{Lengte compensator}$$

$$C_r = 11.8 \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{bar}} \quad \text{Moment optredend door wrijving schamierpunt}$$

$$C_p = 5.1 \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{bar} \cdot \text{deg}} \quad \text{Moment optredend door druk in balg}$$

$$C_{\alpha} = 308 \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{deg}} \quad \text{Moment optredend door hoekverdraaiing balg}$$

$$C_{\alpha} = 17.647 \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{mRad}} \quad C_p \cdot P_d = 14.61 \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{mRad}}$$

SPRINGRATES

$$SR_x = 0$$

$$SR_y = 0$$

$$SR_z = \left[C_p \cdot P_d + C_{\alpha} \right] \quad SR_z = 32.258 \cdot \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mRad}}$$

$$ST_x = 0$$

$$ST_y = \frac{4 \cdot SR_z}{L} \quad ST_y = 609.783 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$ST_z = 0$$

$$M_f = C_r \cdot P_d \quad M_f = 590 \cdot \text{Nm}$$

Te bepalen Mz met -Mf in punt A en Mz met +Mf in punt B

VERIFICATIE P10 4.0 EXP. JOINT HYDRA HINGED EXPANSION JOINT

Date: Do 31-Okt-1996

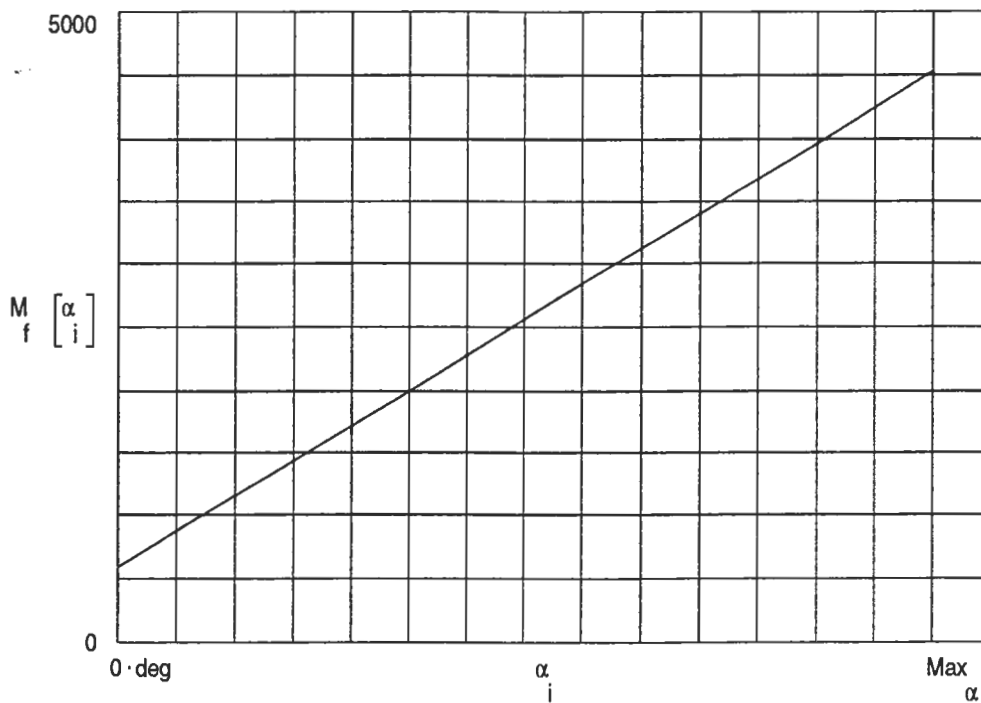
Time: 10:06:46

Project: 10" STOOMLEIDING AKZO NAAR FMC

Jobnr: CBA30378

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62

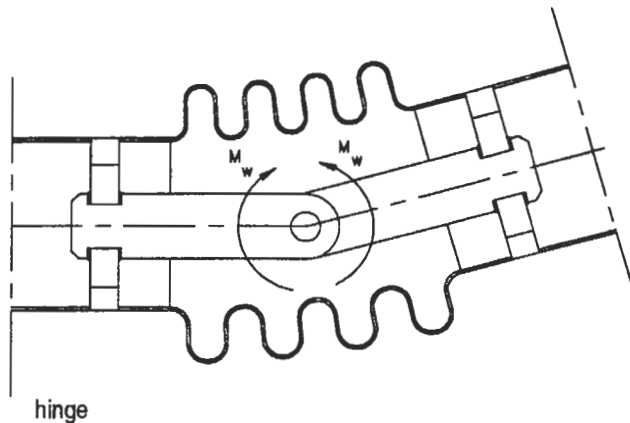
$$M_f(\alpha) = C_r \cdot P_d + C_\alpha \cdot \alpha + C_p \cdot P_d \cdot \alpha$$



$$M_f(0 \cdot \text{deg}) = 590 \cdot \text{Nm}$$

$$M_f[\text{Max } \alpha] = 4812.5 \cdot \text{Nm}$$

Indien het optredend moment kleiner is dan $M_f(0 \text{deg})$ zal de hoekverdraaiing van de balg 0 graden zijn. Immers de inwendige wrijving van de balg houdt de verdraaiing tegen. De balg werkt niet.



VERIFICATIE P10 4.0 EXP. JOINT
HYDRA HINGED EXPANSION JOINT

Date: Do 31-Okt-1996
Time: 10:06:46

Project: 10" STOOMLEIDING AKZO NAAR FMC

Jobnr: CBA30378

ROTATIONS AND DISPLACEMENTS according P10 manual



$$R_x \begin{bmatrix} M \\ x \end{bmatrix} = \frac{M}{SR_x}$$

$$D_x \begin{bmatrix} F \\ x \end{bmatrix} = \frac{F}{ST_x}$$

$$R_y \begin{bmatrix} F & M \\ z & y \end{bmatrix} = \frac{M}{SR_y} - \frac{L}{2} \frac{z}{SR_y}$$

$$D_y \begin{bmatrix} F & M \\ y & z \end{bmatrix} = \frac{F}{ST_y} + \frac{L}{2} \frac{M}{SR_z}$$

$$R_z \begin{bmatrix} F & M \\ y & z \end{bmatrix} = \frac{M}{SR_z} + \frac{L}{2} \frac{y}{SR_z}$$

$$D_z \begin{bmatrix} F & M \\ z & y \end{bmatrix} = \frac{F}{ST_z} - \frac{L}{2} \frac{y}{SR_y}$$

Preconditions:

$$SR_y \geq \frac{1}{4} L^2 \cdot ST_z \quad \square$$

$$SR_z \geq \frac{1}{4} L^2 \cdot ST_y \quad \square$$

===== CHECK MET P10 BEREKENING =====

$$F_y = -1500 \cdot N$$

$$M_z = 750 \cdot Nm$$

$$M_z = M_z$$

According to Hydra

$$\alpha = 4.96008 \cdot mRad$$

$$y = 500 \cdot mmsin(\alpha)$$

$$y = 2.48 \cdot mm$$

$$M_f(\alpha) = 750 \cdot Nm \quad \leftarrow \text{check}$$

According to Logisterion

$$R_z \begin{bmatrix} F & M \\ y & z \end{bmatrix} = 12.555 \cdot mRad$$

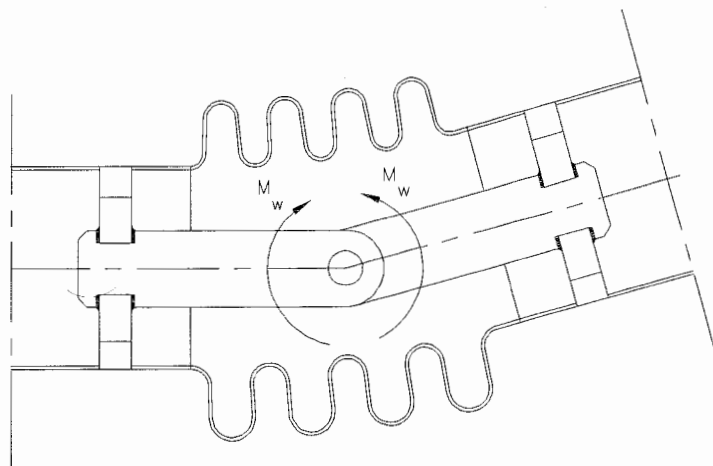
$$D_y \begin{bmatrix} F & M \\ y & z \end{bmatrix} = 2.888 \cdot mm$$

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62

© P.W.H. Verhaar '82

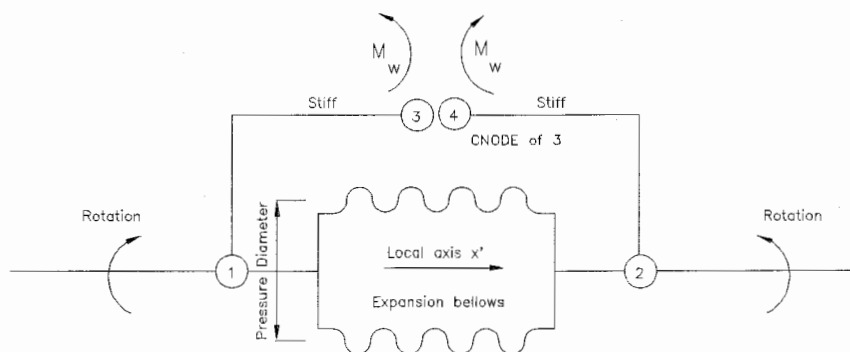


Indien bekend moet bij balgen de wrijving tegen verdraaiing meegenomen worden. In de aanvraag bij fabrikanten moet de wrijving dan ook gevraagd worden. Dit geldt in het bijzonder voor het "hinged-type".



De "Pressure diameter" is de gemiddelde diameter van de grootste en kleinste doorsnede van de balg.

Een hinged expansion joint wordt gemodelleerd d.m.v. volledig stijve elementen te definiëren in de invoer met gebruikmaking van een balgelement dat in alle richtingen een "0" heeft staan. (infinite stiff). Deze stijve elementen worden d.m.v. connect-nodes met elkaar verbonden.



Node 3 is connected with 4 having all DOF restrained except in rotation of expansion joint.
Moment in 3 has opposite sign of moment in 4.

Bovenstaande afbeelding laat dit zien. Gaande van node 1 naar 2 is eerst de expansion joint zelf gemodelleerd met de veerconstanten van de fabrikant. Vervolgens gaan we van node 1 naar node 3 en van node 4 naar node 2 met volledig stijve elementen.

De wrijving wordt als moment ingevoerd in de pressure case.

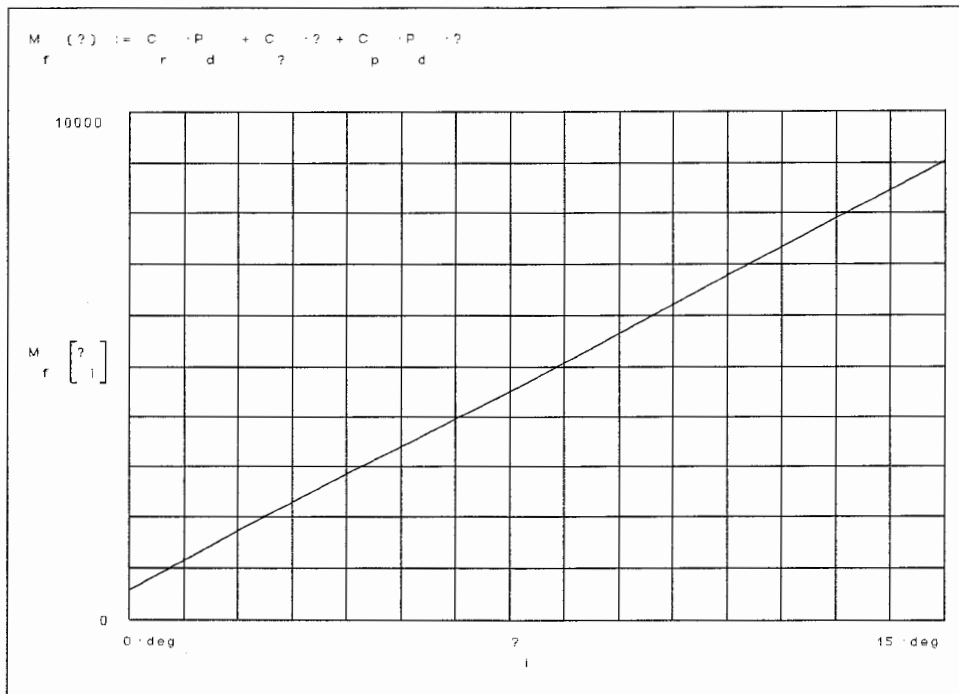
Het wrijvings moment in node 3 werkt in de richting waarin node 4 zich beweegt t.o.v. node 3.

Het wrijvings moment in node 4 werkt in de richting waarin node 3 zich beweegt t.o.v. node 4.



Om die reden kan het noodzakelijk zijn de richting van het wrijvings moment aan te passen voor een bepaald belastinggeval, omdat de verplaatsing bij dat belastinggeval tegengesteld is aan de "design case".

Indien het optredende buigend moment kleiner is dan de interne wrijving zal de hoekverdraaiing 0 graden zijn. (De balg werkt niet). Om die reden kan men overwegen om een bilineaire veer te modelleren tussen de beide connected nodes, zodat dit fenomeen in de berekeningsresultaten weergegeven wordt.



De **uitzetting** over de balgen zèlf wordt door de fabrikant in zijn ontwerp meegenomen. Daarom mag de werktemperatuur over de balg zelf op ambient gesteld worden. Met name bij zeer lange balgen geeft dit voordeel. Immers een 'extra' uitzetting van een lange balg heeft invloed op de aanliggende leiding, terwijl deze verplaatsing in werkelijkheid niet optreedt. De verlenging van de balg door druk kan zich wèl doorzetten in de trekstangen, daarom is het juiste belastinggeval over de balg: 20°C bij ontwerp-druk.

Bij balgen zonder binnenbus mag de stroomsnelheid van het medium niet meer bedragen dan 7 m/ sec. In verband met turbulentie moet, indien een balg binnen 10*D van een bocht ligt, de optredende snelheid met 4 worden vermenigvuldigd.