

Persdruk bij herbeproeving

PRD 3.2 – H10

Robbert-Jan Kaagman - DNV
- TCD & WG/T -

Opbouw

Persproef

Probleemstelling

Aanpassing PRD 3.2 H10

Rekenvoorbeelden

Bij besluit van

Voor die eener lage drukking, in welke de
den alle ketels, in welke de
drukking dan die van een halve atmosfeer
van den dampkring en alsoo

wordt gestookt, belast o-
voudige; van gegoten koper of metaal, tot het
voudige; en van gegoten ijzer, tot het viervoudige.
drukking (waaronder be-

PERSPROEF

"Zinnig of Onzinnig?"

Dennis Freljzer, Do... B... L... D-werker... WGT Keuringen

het... termen voor de... bepaald op-
voor de lage drukking, — op het drievoudige
ketels uit gegoten ijzeren delen zijn samengesteld.
Wij houden het alsoo voor niet onge-
van genoemd besluit, ten gerijve van belanghebbenden,
in dit Tijdschrift mede te deelen.

ing ont-
dan ook
een half
vondsten
of koper,
goten koper,
of het vijf-

Doel persproef

Aantonen van sterkte wanneer ander onderzoek niet mogelijk is.

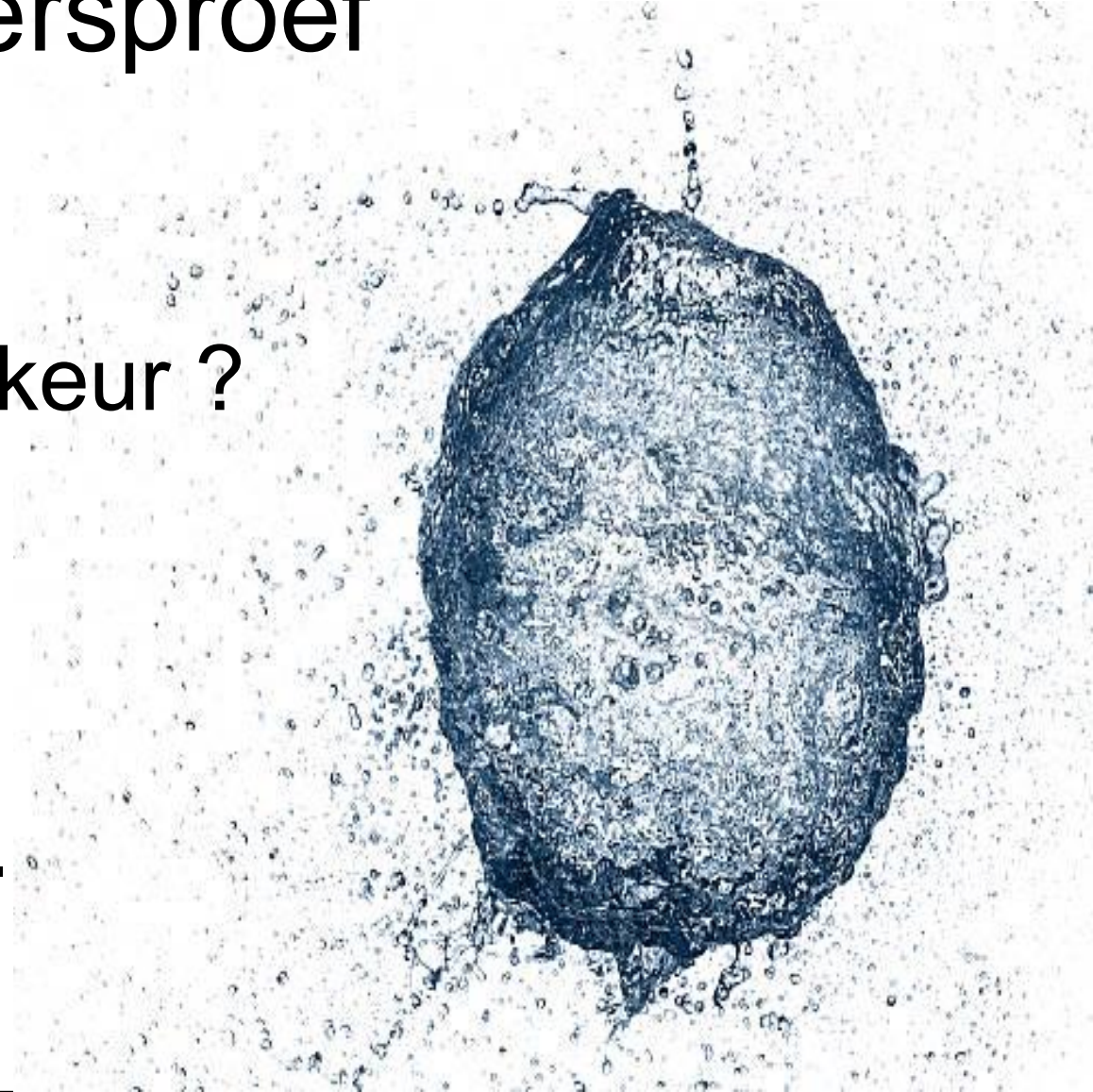
Onderdeel van Periodieke Herbeoordeling
(PRD 2,3)

Gevolgen persproef

‘Vertrouwen’ tot volgende herkeur ?

‘Verborgen’ schade ?

of.....



Hydrostatische beproeving GEEN pneumatische persproef

Probleemstelling

De belasting tijdens normaal gebruik kon hoger dan tijdens de herbeproeving ...

...in geval van hoge bedrijfstemperatuur

'Oude' persdruk bij HERBEPROEVING

PRD 3.2 2021 – 10.1.2.1

Ontwerpdruk PS [bar]

PS \leq 2,5

PS > 2,5

Persdruk p_t bij herbeproeving [bar]

$$p_t = p_{t,nwb}$$

$$p_t = p_{t,nwb} \times 0,9$$

PRD 3.2 2021 – 10.1.2.1

10.1.2.2 Persproef met persdruk p_t tijdens herbeproeving gebaseerd op de toelaatbare rekgrens van de ontwerpcode van de component

De persdruk p_t tijdens herbeproeving moet zijn gebaseerd op:

- het introduceren van een membraanspanning die minimaal de toelaatbare rekgrens van de oorspronkelijke ontwerpcode van de component bedraagt (bij ontwerpcode RToD: 2/3-rekgrens);
- wanddikte zonder corrosietoeslag;
- temperatuurcorrectie ($p_t = p_{T\text{-berekend}} \cdot Re_{(20^\circ)} / Re_{(v)}$) indien ontwerptemperatuur > 50 °C;
- belasting door het gewicht van de persvloeistofvulling.

Probleem

1. Geen compensatie na intering
2. Geen compensatie voor hoge temperatuur

‘Nieuwe’ persdruk bij HERBEPROEVING

PRD 3.2 – 10.1.2.1 a
Indien “passend”:

$$PT_{\text{hbp}} = 1,2 * PS * (S_{\text{rt}} / S_{\text{ot}})$$

Hierin is:

PT_{hbp} = persdruk van de persproef tijdens herbeproeving

PS = maximaal toelaatbare druk gespecificeerd door de fabrikant

S_{rt} = toelaatbare spanning van het materiaal bij kamertemperatuur

S_{ot} = toelaatbare spanning van het materiaal bij de maximaal toelaatbare temperatuur

Probleem → Oplossing

1. Geen compensatie na intering

→ Formule nu gebaseerd op PS

2. Geen compensatie voor hoge temperatuur

→ Introductie temperatuurcorrectiecoëfficiënt

Voorbeeld

Drukvat

Pd: 30 bar

Wanddikte: 12 mm

Corrosietoeslag: 3 mm

Omtrek: 650 mm

Materiaal: 1.4306

Re: 260 N/mm²

0,9 Re = 234 N/mm²

1.4306 EN10028-7

Temp	R _{p1,0}	f	
50°C	260	160,8	MPa
100°C	199	121,3	MPa
200°C	167	98,5	MPa
300°C	145	85,1	MPa
400°C	135	77,7	MPa



Gevolg

Persdruk voor 'lage' temperaturen nagenoeg gelijk gebleven

Code	PS	PT	PT _{hbp} oud	PT _{hbp} nieuw
RToD	30	41	36,9	36
ASME VIII	30	39	35,1	36
ASME B31,3	30	45	40,5	36
PED 1,43	30	42,9	38,61	36

	Pt nwb		Verhouding bedr/nwb RToD	Pt nwb		ASME VIII div. 1- UG99 Vessels	Pt nwb ASME B31.3 Piping	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb PED 0,925	Verskil Pt bedr RToD/PED	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb ASME piping 0,925	Verskil Pt bedr RToD/ASME piping	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb ASME vessels	Verskil Pt bedr RToD/ASME vessels	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb ASME piping	Verskil Pt bedr RToD/ASME piping	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb ASME vessels	Verskil Pt bedr RToD/ASME vessels	Pt bedr. Verhouding bedr/nwb ASME piping
	RToD	Pt bedr RToD		PED-A	PED-B													
1	2,00	2,00	1,000		1,43	1,30	1,50	1,32	66,1%	1,20	60,1%	1,39	69,4%	1,43	71,5%	1,30	65,0%	1,50
2	3,00	3,00	1,000		2,86	2,60	3,00	2,65	88,2%	2,41	80,2%	2,78	92,5%	2,86	95,3%	2,60	86,7%	3,00
3	4,20	4,00	0,952		4,29	3,90	4,50	3,31	94,5%	3,01	85,9%	3,47	99,1%	3,58	102,1%	3,25	92,9%	4,00
4	5,00	5,20	0,929		4,72	4,29	4,95	4,37	101,5%	3,97	92,3%	4,16	104,1%	3,86	96,5%	3,51	87,8%	4,50
5	7,00	6,50	0,929		5,72	5,20	6,00	5,29	101,8%	4,81	92,5%	5,55	106,5%	4,25	98,8%	3,86	99,8%	4,46
6	8,40	7,80	0,929		7,15	6,50	7,50	6,61	101,8%	6,01	92,5%	6,94	106,7%	5,15	99,0%	4,68	99,0%	5,40
7	9,80	9,10	0,929		8,58	7,80	9,00	7,94	101,8%	7,22	92,5%	8,33	106,7%	6,44	99,0%	5,85	99,0%	6,75
8	11,20	10,40	0,929		10,01	9,10	10,50	9,26	101,8%	8,42	92,5%	9,71	106,7%	7,72	99,0%	7,02	99,0%	8,10
9	12,60	11,70	0,929		11,44	10,40	12,00	10,58	101,8%	9,62	92,5%	11,10	106,7%	9,01	99,0%	8,19	99,0%	9,45
10	14,00	13,00	0,929		12,87	11,70	13,50	11,90	101,8%	10,82	92,5%	12,49	106,7%	10,30	99,0%	9,36	99,0%	10,80
11	15,40	14,30	0,929		14,30	13,00	15,00	13,23	101,8%	12,03	92,5%	13,88	106,7%	11,58	99,0%	10,53	99,0%	12,15
12	16,80	15,60	0,929		15,73	14,30	16,50	14,55	101,8%	13,23	92,5%	15,26	106,7%	12,87	99,0%	11,70	99,0%	13,50
13	18,20	16,90	0,929		17,16	15,60	18,00	15,87	101,8%	14,43	92,5%	16,65	106,7%	14,16	99,0%	12,87	99,0%	14,85
14	19,60	18,20	0,929		18,59	16,90	19,50	17,20	101,8%	15,63	92,5%	18,04	106,7%	15,44	99,0%	14,04	99,0%	16,20
15	21,00	19,50	0,929		20,02	18,20	21,00	18,52	101,8%	16,84	92,5%	19,43	106,7%	16,73	99,0%	15,21	99,0%	17,55
16	22,40	20,90	0,929		21,45	19,50	22,50	19,84	101,8%	18,04	92,5%	20,81	106,7%	18,02	99,0%	16,38	99,0%	18,90
17	23,80	22,30	0,929		22,88	20,90	24,00	21,16	101,8%	19,24	92,5%	22,20	106,7%	19,31	99,0%	17,55	99,0%	20,25
18	25,20	23,70	0,929		24,31	22,30	25,50	22,49	101,8%	20,44	92,5%	23,59	106,7%	20,59	99,0%	18,72	99,0%	21,60
19	26,60	24,10	0,929		25,74	23,70	27,00	23,81	101,8%	21,65	92,5%	24,98	106,7%	21,88	99,0%	19,89	99,0%	22,95
20	28,00	26,00	0,929		27,17	24,70	28,50	25,13	101,8%	22,85	92,5%	26,36	106,7%	23,17	99,0%	21,06	99,0%	24,30
21	29,30	27,20	0,928		30,03	27,30	31,50	26,46	101,8%	24,05	92,5%	27,75	106,7%	24,45	99,0%	22,23	99,0%	25,65
22	30,60	28,40	0,928		31,46	28,60	33,00	27,78	102,1%	25,25	92,5%	29,14	107,1%	25,74	99,0%	23,40	99,0%	27,00
23	32,00	29,60	0,928		32,89	29,90	34,50	30,42	102,5%	26,46	93,2%	30,53	107,5%	27,03	99,0%	24,57	99,0%	28,35
24	33,40	30,80	0,928		34,32	31,20	36,00	31,75	102,8%	27,66	93,4%	31,91	107,8%	28,31	99,7%	25,74	99,0%	29,70
25	34,80	32,00	0,928		35,75	32,50	37,50	33,07	103,1%	28,86	93,7%	33,30	108,1%	29,60	100,0%	26,91	99,0%	31,05
26	36,20	33,20	0,927		37,18	33,80	39,00	34,39	103,3%	30,06	93,9%	34,69	108,4%	30,89	100,3%	28,08	99,0%	32,40
27	37,60	34,40	0,927		38,61	35,10	40,50	35,71	103,6%	31,27	94,2%	36,08	108,7%	32,18	100,5%	29,25	99,0%	33,75
28	39,00	35,60	0,927		40,04	36,40	42,00	37,04	104,0%	32,47	94,4%	37,46	108,9%	33,46	100,8%	30,42	99,0%	35,10
29	40,40	36,80	0,927		41,47	37,70	43,50	38,36	104,3%	33,67	94,6%	38,85	109,1%	34,75	101,0%	31,59	99,0%	36,45
30	41,80	38,00	0,927		42,90	39,00	45,00	39,68	104,6%	34,87	94,8%	40,24	109,3%	36,04	101,2%	32,76	99,0%	37,80
31	43,20	39,20	0,927		44,33	40,30	46,50	41,01	104,9%	36,08	94,9%	41,63	109,5%	37,32	101,4%	33,93	99,0%	39,15
32	44,60	40,40	0,927		45,76	41,60	48,00	42,33	105,2%	37,28	95,1%	43,01	109,7%	38,61	101,6%	35,10	99,0%	40,50
33	46,00	41,60	0,927		47,19	42,90	49,50	43,65	105,5%	38,48	95,2%	44,40	109,9%	39,90	101,8%	36,27	99,0%	41,85
34	46,20	42,80	0,926		48,62	44,20	51,00	44,97	105,8%	40,89	95,5%	45,79	110,1%	42,47	102,1%	37,44	99,0%	43,20
35	47,50	44,00	0,926		50,05	45,50	52,50	46,30	106,1%	42,09	95,7%	47,18	110,2%	43,76	102,2%	38,61	99,0%	44,55
36	48,80	45,20	0,926		51,48	46,80	54,00	47,62	106,4%	43,29	95,8%	48,56	110,4%	45,05	102,4%	39,78	99,0%	45,90
37	50,20	46,40	0,926		52,91	48,10	55,50	48,94	106,7%	44,49	95,9%	49,95	110,5%	46,33	102,5%	40,95	99,0%	47,25
38	51,60	47,60	0,926		54,34	49,40	57,00	50,26	106,9%	45,70	96,0%	51,34	110,6%	47,62	102,6%	42,12	99,0%	48,60
39	53,00	48,80	0,926		55,77	50,70	58,50	51,58	107,2%	46,91	96,1%	52,73	110,8%	48,91	102,7%	43,29	99,0%	49,95
40	54,40	50,00	0,926		57,20	52,00	60,00	52,90	107,5%	48,12	96,2%	54,11	110,9%	50,19	102,8%	44,46	99,0%	51,30

Gevolg

Persdruk voor hoge ontwerptemperatuur levert beproeving op

Materiaal: SA 213 TP 304L
 S_{RT} : 115 MPa
 $S_{400^\circ\text{C}}$: 91,3 MPa

$$PT_{PED} = 100 * 1,25 * \left(\frac{115}{91,3} \right) = 157,44 \text{ bar}$$

Oud:

$$PT_{hbp} = 147 * 0,9 \\ = 132 \text{ barg}$$

Nieuw:

$$PT_{hbp} = 100 * 1,2 * \left(\frac{115}{91,3} \right) \\ = 151,15 \text{ barg}$$

Rekenvoorbeeld

'Oude' persdruk en spanning bij gebruik

Temp	PT _{hbp}	R _{p1,0}	f	σ	%	σ _{30 bar} / R _{p1,0}	σ _{30 bar} / f
RT	36,9	240	160,8	133,25	56%	54%	67%
100°C	36,9	199	121,3	133,25	56% <	65%	89%
200°C	36,9	167	98,5	133,25	56% <	75%	110%
300°C	36,9	145	85,1	133,25	56% <	80%	127%
400°C	36,9	135	77,7	133,25	56% <	85%	139%

1.4306 (304L)
30 bar gecorrodeerd, 300°C

Spanning: $\frac{P \cdot D}{2d}$

$$\sigma_{30 \text{ bar}} = \frac{300 \cdot 650}{2 \cdot 9}$$

$$= 108,3 \text{ N/mm}^2$$

Rekenvoorbeeld

'Nieuwe' persdruk en spanning bij gebruik

Temp	PT _{hbp}	R _{p1,0}	f	Spanning	%
RT	36	260	160,8	106,3	41%
100°C	47	199	121,3	138,8	53%
200°C	56	167	98,5	165,45	64%
300°C	64,5	145	85,1	190,7	73%
400°C	69,3	135	77,7	204,83	79%

1.4306 (304L)
30 bar gecorrodeerd, 300°C

Spanning: $\frac{P \cdot D}{2d}$

$$\frac{645 \cdot 650}{2 \cdot 9} = 190,7 \text{ N/mm}^2$$

Overwegingen 'nieuwe' persdruk

In plaats van PS mag PS_i (maximaal toelaatbare druk in installatieverband) worden gebruikt, indien afgestemd met de NL-CBI/NL-KvG.

Indien het drukapparaat een wijziging heeft ondergaan waarbij de maximaal toelaatbare druk is aangepast, moet de door de gebruiker vastgestelde PS worden gehanteerd.

PRD 3,2 – 10.1.2.1 b

Indien 'niet-passend'

$$PT_{\text{hbp}} = 0,9 * PT_{\text{nwb}}$$

Mits:

- koolstofstaal met TS < 150°C*)
- austenitisch staal met TS < 100°C*)
- andere materialen, met een temperatuurgrens bepaald door een deskundig persoon

Ingewikkeld?



$$PT_{\text{hbp}} = 1,2 * PS * (S_{\text{rt}} / S_{\text{ot}})$$

Indien TS max $\leq 180^{\circ}\text{C}$ voor koolstofstaal:

$$PT_{\text{hbp}} = 1,2 * PS$$

Ingewikkeld ?

Wanneer dan (S_{rt} / S_{ot}) ?

-> als PT naamplaat $> 1,43 * PS$

$$(S_{rt} / S_{ot}) = PT / PS / 1,25$$

Voorbeeld

ITEM	LRS Tank SBM	TAG No.	57VX540
DESIGN CODE	EN 13445	REF.	PO2019-001635
MEDIUM	Mixture (Hydr. oil, Process fluid)	CATEGORY	PED / Cat. II
VOLUME	360,0 dm ³	FLUID TYPE	I
DESIGN PRESSURE	0 / +12 BAR(g)	TESTDATE	18-7 / 2019
TEST PRESSURE	18 BAR(g)		
DESIGN TEMP.	-21.6 / +150°C		

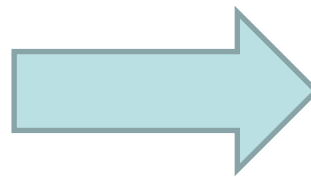
CE

Stap 1: $1,43 * PS = 17,16 < 18$

Stap 2: $PT / PS / 1,25$

$= 18 / 12 / 1,25 = 1,2$

$S_{ot}/S_{rt} = 1,2$



$PT_{\text{hbp-oud}} = 16,2 \text{ bar}$
 $PT_{\text{hbp-nieuw}} = 17,28 \text{ bar}$

Overweging personen

Is deformatie detecteerbaar

Effect op de levensduur

Deskundig persoon

nen

Sup

Dank aan de werkgroep

&

Bedankt voor de aandacht