

## BIJLAGE IV

**Voorschriften voor waterstofsysteemen en onderdelen ervan die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof, en voor de installatie ervan op voertuigen op waterstof**

## 1. INLEIDING

Deze bijlage bevat de voorschriften en testprocedures voor waterstofsysteemen en onderdelen ervan die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof.

## 2. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

2.1. Het aantal onderdelen en verbindingen van het waterstofsysteem en de lengte van de leidingen moet worden beperkt tot het minimum dat compatibel is met de veiligheid en de correcte werking van het systeem.

2.2. De fabrikant moet ervoor zorgen dat de in een waterstofsysteem en de onderdelen ervan gebruikte materialen compatibel zijn met waterstof en met de te verwachten additieven, productieverontreinigingen, temperaturen en drukkiveaus.

2.3. De compatibiliteit van het materiaal met de in punt 2.7 beschreven bedrijfsomstandigheden moet door middel van de materiaaltests in de delen 2 en 3 worden aangetoond.

2.4. **Indeling naar de druk**

Onderdelen van een waterstofsysteem moeten worden ingedeeld naar hun nominale werkdruk en functie overeenkomstig de punten 2, 3 en 4 van artikel 1.

2.5. De fabrikant moet ervoor zorgen dat het temperatuurbereik in overeenstemming is met punt 2.7.5.

2.6. De documentatie en de testrapporten moeten voldoende gedetailleerd zijn om een onafhankelijke derde testfaciliteit in staat te stellen de desbetreffende typegoedkeuringstests en testresultaten te reproduceren.

2.7. **Bedrijfsomstandigheden**

Tenzij anders aangegeven zijn in deze bijlage de volgende bedrijfsomstandigheden van toepassing.

2.7.1. *Levensduur*

De levensduur van waterstoftanks moet worden aangegeven door de fabrikant en mag voor de verschillende toepassingen variëren, zonder echter 20 jaar te overschrijden.

2.7.2. *Werkdruk*

De voertuigfabrikant moet de nominale werkdruk(ken) van het waterstofsysteem en de onderdelen ervan aangeven. Voor de onderdelen na de eerste drukregelaar moet(en) ook de MAWP(s) worden gespecificeerd.

De MAWP(s) moeten gelijk zijn aan of groter zijn dan de afsteldruk van de in punt 1.8 van deel 1 genoemde overdrukbeveiliging.

2.7.3. *Buitenoppervlakken*

De effecten op de buitenoppervlakken van de geïnstalleerde onderdelen van een waterstofsysteem moeten worden onderzocht met betrekking tot het volgende:

- a) water, door tijdelijke onderdompeling of opspattend water van de weg;
- b) zout, wanneer het voertuig dicht bij de zee of op wegen met strooizout wordt gebruikt;
- c) ultraviolette straling en warmtestraling van de zon;

- d) steenslag;
- e) oplosmiddelen, zuren en alkaliën, meststoffen;
- f) vloeistoffen voor voertuigen, waaronder benzine, hydraulische vloeistoffen, accuzuur, glycol en olie;
- g) uitlaatgassen.

#### 2.7.4. Samenstelling van het gas

Het voor de tests gebruikte gecompriëerde waterstofgas moet voldoen aan of een grotere zuiverheid hebben dan de in ISO/TS 14687-2 gespecificeerde gassamenstelling van type 1, graad A.

#### 2.7.5. Temperaturen

##### 2.7.5.1. Materiaaltemperaturen

Het normale bedrijfstemperatuurbereik voor materialen die in onderdelen van een waterstofsysteem worden gebruikt, is  $-40$  tot  $+85$  °C, behalve als:

- a) de voertuigfabrikant een lagere temperatuur dan  $-40$  °C aangeeft;
- b) de onderdelen van het waterstofsysteem zich met een verbrandingsmotor in dezelfde ruimte bevinden of direct aan de bedrijfstemperatuur van een verbrandingsmotor zijn blootgesteld, waarvoor het temperatuurbereik  $-40$  tot  $+120$  °C moet zijn.

##### 2.7.5.2. Gastemperaturen

Onder normale omstandigheden, inclusief bij het vullen of leegmaken, moet de gemiddelde gastemperatuur tussen  $-40$  en  $+85$  °C liggen, tenzij de voertuigfabrikant een lagere temperatuur dan  $-40$  °C aangeeft.

#### 2.7.6. Vulcycli

Dit punt geldt alleen voor onderdelen van klasse 0.

##### 2.7.6.1. Algemeen

Het aantal vulcycli voor de onderdelen van een waterstofsysteem bedraagt 5 000, behoudens het bepaalde in de punten 2.7.6.2 en 2.7.6.3.

##### 2.7.6.2. Aantal vulcycli als er een gebruiksmontoring- en controlesysteem is geïnstalleerd

Indien een gebruiksmontoring- en controlesysteem deel uitmaakt van het waterstofsysteem, moet het aantal vulcycli voor de onderdelen van het waterstofsysteem door de voertuigfabrikant worden aangegeven en mogen het wel minder dan 5 000, maar niet minder dan 1 000 cycli zijn, waarbij variaties zijn toegestaan naargelang de verschillende toepassingen op basis van de levensduur in kilometers waarvoor het voertuig is ontworpen, en de actieradius met een volle tank.

Het gebruiksmontoring- en controlesysteem moet voorkomen dat het voertuig nog wordt gebruikt als het aangegeven aantal vulcycli wordt overschreden, totdat de onderdelen van het waterstofsysteem die die waarde hebben overschreden, zijn vervangen door nieuwe onderdelen.

Het veiligheidsconcept van het gebruiksmontoring- en controlesysteem moet worden goedgekeurd overeenkomstig bijlage VI.

##### 2.7.6.3. Beperkt aantal vulcycli

De voertuigfabrikant mag voor onderdelen van een waterstofsysteem een beperkt aantal vulcycli aangeven, berekend aan de hand van de volgende formule:

Aantal vulcycli op basis van een levensduur van 20 jaar: 5 000

Ontwerplevensduur:  $x$  jaar;  $x \geq 1$

Beperkt aantal vulcycli:  $1\ 000 + 200 \cdot x$

De onderdelen van het waterstofsysteem moeten worden vervangen voordat de aangegeven levensduur wordt overschreden.

### 2.7.7. Bedrijfscycli

#### 2.7.7.1. Algemeen

Het aantal bedrijfscycli voor de onderdelen van een waterstofsysteem bedraagt 50 000, behoudens het bepaalde in de punten 2.7.7.2 en 2.7.7.3.

#### 2.7.7.2. Aantal bedrijfscycli als er een gebruiksmonitoring- en controlesysteem is geïnstalleerd

Indien een gebruiksmonitoring- en controlesysteem deel uitmaakt van het waterstofsysteem, mag het aantal bedrijfscycli voor de onderdelen van het waterstofsysteem door de voertuigfabrikant wel tot minder dan 50 000, maar niet minder dan 10 000 cycli worden beperkt op basis van de levensduur waarvoor het onderdeel is ontworpen.

Het gebruiksmonitoring- en controlesysteem moet voorkomen dat het voertuig nog wordt gebruikt als het aangegeven aantal bedrijfscycli wordt overschreden, totdat de onderdelen van het waterstofsysteem die die waarde hebben overschreden, zijn vervangen door nieuwe onderdelen.

Het veiligheidsconcept van het gebruiksmonitoring- en controlesysteem moet worden goedgekeurd overeenkomstig bijlage VI.

#### 2.7.7.3. Beperkt aantal bedrijfscycli

De voertuigfabrikant mag voor elk onderdeel van het waterstofsysteem een beperkt aantal bedrijfscycli aangeven, berekend aan de hand van de volgende formule:

Aantal bedrijfscycli op basis van een levensduur van 20 jaar: 50 000

Ontwerplevensduur:  $x$  jaar;  $x \geq 1$

Beperkt aantal bedrijfscycli:

$10\,000 + 2\,000 \cdot x$

De onderdelen van het waterstofsysteem moeten worden vervangen voordat de aangegeven levensduur wordt overschreden.

## DEEL 1

**Voorschriften voor de installatie van waterstofsysteemen en onderdelen ervan die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof, op voertuigen op waterstof**

1. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN
  - 1.1. Er moeten redelijke voorzorgsmaatregelen worden genomen om te vermijden dat andere circuits die van invloed zijn op het waterstofsysteem, uitvallen.
  - 1.2. Het waterstofsysteem moet met 100 % waterstof op de nominale werkdruk worden gebracht en, met uitzondering van de tank, gedurende drie minuten op lekkage worden getest met een tensioactieve stof zonder dat er bellen worden gevormd, of met een andere methode waarvan de gelijkwaardigheid is aangetoond.
  - 1.3. Als er waterstof lekt of via de ontluchting ontsnapt, mag deze zich niet in gesloten of halfgesloten ruimten kunnen ophopen.
  - 1.4. Onderdelen van een waterstofsysteem waaruit waterstof zou kunnen lekken en die in de passagiers- of bagageruimte of in een andere niet-geventileerde ruimte zijn gemonteerd, moeten omsloten zijn door een gasdichte behuizing overeenkomstig punt 10 of door een gelijkwaardige oplossing.
  - 1.5. In de tank of tankcombinatie moet bij omgevingstemperatuur een minimumdruk van 0,2 MPa worden gehandhaafd.
  - 1.6. Alle overdrukvoorzieningen, andere veiligheidscomponenten en ontluuchtingsleidingen moeten in de mate van het mogelijke tegen onrechtmatige manipulatie worden beveiligd.
  - 1.7. Als de activering van de automatische klep faalt, moet de klep in de voor de desbetreffende toepassing veiligste werkwijze schakelen.
  - 1.8. Het gedeelte van het waterstofsysteem dat zich na een drukregelaar bevindt, moet tegen overdruk als gevolg van een eventueel defect van de drukregelaar worden beveiligd. Als een overdrukbeveiligingsvoorziening wordt gebruikt, moet de afsteldruk van die voorziening lager zijn dan of gelijk zijn aan de maximaal toelaatbare werkdruk voor het desbetreffende deel van het waterstofsysteem.
  - 1.9. Er moet een systeem zijn om defecten in beide circuits van een warmtewisselaar op te sporen en te voorkomen dat waterstof het (de) andere circuit(s) binnendringt, als de interface(s) een drukverlies in beide circuits niet kan (kunnen) weerstaan.
2. INSTALLATIE VAN EEN TANK IN EEN VOERTUIG
  - 2.1. Een tank of tankcombinatie kan geïntegreerde voertuigfuncties vervullen. In dat geval moet de tank of de tankcombinatie zo zijn ontworpen dat hij of zij voldoet aan de voor de geïntegreerde functie en de tank zelf geldende voorschriften in deel 2.
  - 2.2. Een tank of tankcombinatie, inclusief de veiligheidsvoorzieningen, moet zo zijn gemonteerd en bevestigd dat de volgende versnellingen kunnen worden geabsorbeerd zonder dat de bevestiging breekt of de tank(s) loskomt (loskomen) (aangetoond door middel van tests of berekeningen). De gebruikte massa moet representatief zijn voor een volledig uitgeruste en gevulde tank of tankcombinatie.

Voertuigen van de categorieën  $M_1$  en  $N_1$ :

- a) +/- 20 g in de rijrichting
- b) +/- 8 g in horizontale richting, loodrecht op de rijrichting

Voertuigen van de categorieën  $M_2$  en  $N_2$ :

- a) +/- 10 g in de rijrichting
- b) +/- 5 g in horizontale richting, loodrecht op de rijrichting

Voertuigen van de categorieën M<sub>3</sub> en N<sub>3</sub>:

- a) +/- 6,6 g in de rijrichting
  - b) +/- 5 g in horizontale richting, loodrecht op de rijrichting
- 2.3. De bepalingen van punt 2.2 zijn niet van toepassing als het voertuig is goedgekeurd krachtens de Richtlijnen 96/27/EG en 96/79/EG.
  - 2.4. Overdrukvoorzieningen overeenkomstig punt 5 moeten het brandbeveiligingssysteem voor een tank of tankcombinatie vormen om breuk te voorkomen. Thermische isolatie of andere beschermende maatregelen mogen geen invloed hebben op de reactie en prestaties van de overdrukvoorziening(en).
  - 2.5. Een tank of tankcombinatie met niet-metalen voering(en) mag niet in de passagiers- of bagageruimte of op andere plaatsen met onvoldoende ventilatie worden geïnstalleerd, tenzij de tank of tankcombinatie geïntegreerd is in een systeem dat ervoor zorgt dat binnengedrongen waterstof buiten het voertuig wordt ontvlucht, zoals wanneer deze geïnstalleerd is binnen een gasdichte behuizing overeenkomstig punt 10.

### 3. VERWIJDERBAAR OPSLAGSYSTEEM

- 3.1. De onderdelen van een waterstofsysteem die zich binnen een verwijderbaar opslagsysteem bevinden, moeten aan alle voorschriften van deze verordening voldoen alsof het waterstofsysteem permanent in het voertuig was geïnstalleerd.
- 3.2. Een verwijderbaar opslagsysteem mag voor het tanken uit het voertuig worden verwijderd. De tank of tankcombinatie en de onderdelen van het waterstofsysteem die het verwijderbare opslagsysteem vormen, moeten permanent binnen het verwijderbare opslagsysteem zijn geïnstalleerd.
- 3.3. Een verwijderbaar opslagsysteem moet de tank(s) of tankcombinatie en de onderdelen van het waterstofsysteem die het verwijderbare opslagsysteem vormen, beveiligen tegen schade tijdens de verrichtingen die noodzakelijk zijn voor installatie, verwijdering, opslag en hantering.
- 3.4. Er moeten doeltreffende maatregelen worden genomen om onrechtmatige verwijdering van het verwijderbare opslagsysteem te voorkomen.
- 3.5. Tussen het verwijderbare opslagsysteem en het deel van het waterstofsysteem dat permanent in het voertuig is geïnstalleerd, moet een enkele interface voor de waterstofstroom worden aangebracht. De nominale werkdruk van het waterstofsysteem bij de interface bedraagt maximaal 3,0 MPa.
- 3.6. Wanneer het verwijderbare opslagsysteem in het voertuig is geïnstalleerd, moet de verbinding met het permanent in het voertuig geïnstalleerde deel van het waterstofsysteem worden gemaakt zonder het gebruik van gereedschap en moet deze verbinding kunnen voldoen aan de voorschriften van de punten 1.2 en 2.2.
- 3.7. Op het ogenblik dat het verwijderbare opslagsysteem wordt afgekoppeld, mag er niet meer dan 200 Ncm<sup>3</sup> waterstof ontsnappen en dat mag niet gebeuren in de nabijheid van een potentiële ontstekingsbron. Ophoping van waterstof door opeenvolgende afkoppelingen moet worden voorkomen.
- 3.8. Het permanent op het voertuig gemonteerde deel van de verbinding voor een verwijderbaar opslagsysteem moet qua ontwerp uniek zijn voor het desbetreffende voertuigtype en mag niet compatibel zijn met standaard tankmondstukken voor waterstof of andere gasvormige brandstoffen.
- 3.9. De waterstofstroom uit een verwijderbaar opslagsysteem moet worden voorkomen als dat systeem een hogere maximaal toelaatbare werkdruk heeft dan die van het permanent in het voertuig geïnstalleerde deel van het waterstofsysteem.
- 3.10. De op een tank of tankcombinatie gemonteerde automatische klep(pen) mag (mogen) niet kunnen openen wanneer het verwijderbare opslagsysteem niet correct verbonden is met het permanent in het voertuig geïnstalleerde deel van het waterstofsysteem. Een op het voertuig aanwezig interfacesysteem moet verifiëren dat een correcte verbinding tussen het verwijderbare opslagsysteem en het voertuig tot stand is gekomen alvorens de automatische klep(pen) te laten openen. Het interfacesysteem moet ook controleren of het verwijderbare opslagsysteem compatibel is met het waterstofsysteem van het voertuig alvorens de automatische klep(pen) te laten openen.

- 3.11. Afkoppeling of verwijdering van het opslagsysteem mag niet mogelijk zijn tenzij de automatische klep op de tank(s) of tankcombinatie zich in de gesloten stand bevindt en er in het voertuig geen verbrandingsbronnen zoals bijvoorbeeld verwarmingssystemen in werking zijn.
- 3.12. Het gebruik van het waterstofsysteem moet worden voorkomen als er zich een gedeeltelijk of geheel defect van de verbinding voor het verwijderbare opslagsysteem of van de elektrische verbindingen tussen dat opslagsysteem en het voertuig voordoet, waardoor de veiligheid van het waterstofsysteem in het gedrang kan komen.
- 3.13. De voor de installatie en verwijdering van het opslagsysteem vereiste handelingen moeten worden geïllustreerd op een etiket dat dicht bij het montagepunt van het verwijderbare opslagsysteem op het voertuig wordt bevestigd. Op dat etiket moet ook de nominale werkdruk van de tank(s) of tankcombinatie en van de verbinding voor het verwijderbare opslagsysteem worden vermeld.
- 3.14. Op het verwijderbare opslagsysteem moet een etiket worden aangebracht met de nominale werkdruk van de tank(s) of tankcombinatie en van de verbinding voor het opslagsysteem.
- 3.15. Op het verwijderbare opslagsysteem moet het EG-voertuigtypegoedkeuringsnummer worden aangebracht.
4. AUTOMATISCHE KLEP(PEN) OF TERUGSLAGKLEP(PEN) OM EEN TANK OF TANKCOMBINATIE OF EEN AANDRIJFSYSTEEM AF TE SLUITEN
  - 4.1. Automatische afsluitkleppen moeten worden gebruikt overeenkomstig punt 6 van bijlage VI bij Verordening (EG) nr. 79/2009 en moeten in gesloten toestand inactief zijn. Bij gebruik van een tankcombinatie moet de klep direct op of binnen één tank worden gemonteerd.
  - 4.2. Tankverbindingen of aansluitpunten moeten worden gebruikt overeenkomstig punt 4 van bijlage VI bij Verordening (EG) nr. 79/2009. Bij gebruik van een tankcombinatie moet de klep direct op of binnen één tank worden gemonteerd.
  - 4.3. Als zowel voor het bijvullen van de tank of tankcombinatie als voor de brandstofvoorziening van de motor maar één leiding wordt gebruikt, moet de klep volgens de beschrijving in punt 4.2 op de tankleiding worden bevestigd bij de verbinding met de brandstoftoevoerleiding.
  - 4.4. Bij een breuk van de tankleidingen of brandstoftoevoerleiding(en) mogen de in de punten 4.1 en 4.2 bedoelde afsluitkleppen niet van de tank of tankcombinatie worden gescheiden.
  - 4.5. De automatische kleppen die elke tank of tankcombinatie afsluiten, moeten sluiten bij een storing van het waterstofsysteem waardoor waterstof gaat ontsnappen, of bij een ernstig lek tussen de tank of tankcombinatie en het waterstofomzettingssysteem.
  - 4.6. De brandstofstroom naar het aandrijfsysteem moet door een automatische klep worden beveiligd. Deze automatische klep moet zo worden bediend dat de waterstoftoevoer naar het aandrijfsysteem wordt afgesneden wanneer het aandrijfsysteem wordt uitgeschakeld, ongeacht de stand waarin de activeringsschakelaar zich bevindt, en zo blijft tot het aandrijfsysteem in werking moet treden.
  - 4.7. De brandstofstroom naar andere waterstofomzettingssystemen moet door een automatische klep worden beveiligd. Deze automatische klep moet zo worden bediend dat de waterstoftoevoer naar een ander waterstofomzettingssysteem wordt afgesneden wanneer dat systeem wordt uitgeschakeld, ongeacht de stand waarin de activeringsschakelaar zich bevindt, en zo blijft tot het systeem in werking moet treden.
5. OVERDRUKVOORZIENING(EN)
  - 5.1. Bij tanks die bestemd zijn voor het gebruik van comprimeerde (gasvormige) waterstof, moet de overdrukvoorziening een niet automatisch opnieuw sluitende, thermisch geactiveerde voorziening zijn die voorkomt dat de tank bij brand barst.
  - 5.2. Een overdrukvoorziening moet direct in de opening van een tank, van ten minste een van de tanks van een tankcombinatie of van een in de tank gemonteerde klep zo worden aangebracht dat zij de waterstof loost in een luchtuitlaatleiding die buiten het voertuig ontlucht.
  - 5.3. De overdrukvoorziening mag door de normale werking of het defect van een ander onderdeel niet kunnen worden geïsoleerd van de tank die zij beveiligd.

- 5.4. Het door de overdrukvoorziening geloosde waterstofgas mag niet uitmonden:
- op blootgestelde elektrische aansluitingen of schakelaars of op andere ontstekingsbronnen;
  - in of in de richting van de passagiers- of bagageruimte;
  - in of in de richting van een wielkast van het voertuig;
  - in de richting van een onderdeel van klasse 0;
  - vóór het voertuig of horizontaal aan de achterkant of zijkanten van het voertuig.
- 5.5. De binnenafmetingen van de ontluchting mogen de werking van de overdrukvoorziening niet beletten.
- 5.6. De ontluchting van de overdrukvoorziening moet in de mate van het mogelijke tegen verstopping door bijvoorbeeld vuil, ijs en binnendringend water worden beschermd.
- 5.7. De uitlaat van de overdrukvoorziening moet zo zijn gericht dat, als de ontluchting van de overdrukvoorziening losraakt, de resulterende gasstroom niet rechtstreeks andere tanks of tankcombinaties treft, tenzij deze beveiligd zijn.
6. OVERDRUKKLEP(PEN)
- 6.1. Als een overdrukklep wordt gebruikt, moet zij zo zijn geïnstalleerd dat zij de waterstof loost in een luchtuitleiding die buiten het voertuig ontlucht.
- 6.2. De overdrukklep mag door de normale werking of het defect van een ander onderdeel niet kunnen worden geïsoleerd van de onderdelen of het deel van het waterstofsysteem die of dat zij beveiligd.
- 6.3. Het door de overdrukklep geloosde waterstofgas mag niet uitmonden:
- op blootgestelde elektrische aansluitingen of schakelaars of op andere ontstekingsbronnen;
  - in of in de richting van de passagiers- of bagageruimte;
  - in of in de richting van een wielkast van het voertuig;
  - in de richting van een onderdeel van klasse 0.
- 6.4. De ontluchting van de overdrukklep moet in de mate van het mogelijke tegen verstopping door bijvoorbeeld vuil, ijs en binnendringend water worden beschermd.
7. STARRE EN FLEXIBELE BRANDSTOFLEIDINGEN
- 7.1. Starre brandstofleidingen moeten zo worden bevestigd dat zij niet aan kritische trillingen of andere spanningen worden blootgesteld.
- 7.2. Flexibele brandstofleidingen moeten zo worden bevestigd dat zij niet aan torsiespanningen en wrijving worden blootgesteld.
- 7.3. Starre en flexibele brandstofleidingen moeten zo zijn ontworpen dat zij de spanningen in de leidingen tijdens de verwijdering of installatie van aangrenzende onderdelen van het waterstofsysteem redelijk beperken.
- 7.4. Op de bevestigingspunten moeten flexibele en starre brandstofleidingen zo worden gemonteerd dat galvanische corrosie en spleetcorrosie worden voorkomen.
- 7.5. Starre en flexibele brandstofleidingen moeten zo lopen dat het risico van onopzettelijke schade zowel binnen het voertuig, bijvoorbeeld door de plaatsing of beweging van bagage of andere lasten, als buiten het voertuig, bijvoorbeeld door een geaccidenteerd terrein, de krik van het voertuig enz., zoveel mogelijk wordt beperkt.
- 7.6. Bij doorgangen door de voertuigcarrosserie of andere onderdelen van het waterstofsysteem moeten de brandstofleidingen van rubberen doorvoerhulzen of ander beschermend materiaal worden voorzien.

7.7. Als fittings in de passagiersruimte of de gesloten bagageruimte worden geïnstalleerd, moeten de brandstofleidingen en fittings worden voorzien van een mantel die voldoet aan dezelfde voorwaarden als die voor een gasdichte behuizing in punt 10.

#### 8. FITTINGS TUSSEN ONDERDELEN VAN EEN WATERSTOFSYSTEEM

8.1. De voertuigfabrikant moet ervoor zorgen dat de in fittings gebruikte materialen zo zijn gekozen dat galvanische corrosie en spleetcorrosie worden voorkomen.

8.2. Het aantal verbindingen moet zoveel mogelijk worden beperkt.

8.3. De fabrikant moet aangeven met welke middelen de verbindingen in het kader van de inspectie op lekkage kunnen worden getest. Als daarbij sprake is van lektests met een tensioactieve stof, moeten alle verbindingen zich bevinden op plaatsen die daarvoor toegankelijk zijn.

#### 9. TANKSYSTEEM

9.1. Het aansluitpunt moet tegen verkeerd gebruik en verdraaiing worden beveiligd. Het moet ook in de mate van het mogelijke tegen onrechtmatige manipulatie en tegen binnendringend vuil en water worden beschermd, bijvoorbeeld door middel van een vergrendelde klep. Het aansluitpunt moet tegen redelijkerwijs voorspelbare bedieningsfouten worden beveiligd.

9.2. Het aansluitpunt moet zo zijn geplaatst dat er voor het tanken geen toegang tot de passagiers- of bagageruimte of tot een andere niet-geventileerde ruimte vereist is.

9.3. Het aansluitpunt mag niet in de energieabsorberende buitenelementen zoals de bumper worden gemonteerd.

9.4. De nominale werkdruk van het aansluitpunt moet gelijk zijn aan die van de onderdelen van klasse 0 van het waterstofsysteem vóór en in de eerste drukregelaar.

9.5. Er moet voor worden gezorgd dat tijdens het tanken het aandrijfsysteem en het waterstofomzettingssysteem (de wateromzettingssystemen), met uitzondering van de veiligheidsvoorzieningen, niet werken en dat het voertuig is geïmmobiliseerd.

9.6. Dicht bij het aansluitpunt, bijvoorbeeld aan de binnenkant van een tankklep, moeten één of meer etiketten worden aangebracht met de volgende informatie:

H<sub>2</sub> gas

„xx” MPa

waarbij „xx” = nominale werkdruk van de tank(s).

#### 10. GASDICHTE BEHUIZING

10.1. De gasdichte behuizing moet naar buiten ontluchten.

10.2. De ventilatieopening van de gasdichte behuizing moet zich in de mate van het mogelijke op het hoogste punt van de behuizing bevinden, wanneer deze in het voertuig is geïnstalleerd. Zij mag echter niet uitkomen in een wielkast en mag ook niet gericht zijn op een warmtebron zoals de uitlaat. De ontluchting moet ook zo zijn dat er geen waterstof het voertuig kan binnendringen.

10.3. De elektrische verbindingen en onderdelen in de gasdichte behuizing moeten zo zijn vervaardigd dat er geen vonken kunnen ontstaan.

10.4. Tijdens de tests moet de ontluchtingsleiding hermetisch gesloten zijn en moet de gasdichte behuizing bij een druk van 0,01 MPa en zonder permanente vervormingen voldoen aan de lekkagevoorschriften van punt 1.2.

10.5. Alle verbindingssystemen moeten met klemmen of andere middelen op de gasdichte behuizing of mantel en de doorvoer worden bevestigd, zodat een verbinding wordt gevormd die voldoet aan de lekkagevoorschriften van punt 10.4.



11. ELEKTRISCHE INSTALLATIE

- 11.1. De elektrische onderdelen van het waterstofsysteem moeten zijn beveiligd tegen overbelasting.
- 11.2. Op plaatsen waar onderdelen van een waterstofsysteem aanwezig zijn of waterstoflekken kunnen optreden, moeten de elektrische verbindingen zo hecht zijn dat er geen waterstof kan binnendringen.

12. INSTRUMENTELE BEVEILIGINGSSYSTEMEN

- 12.1. De instrumentele beveiligingssystemen moeten failsafe of redundant zijn.
- 12.2. Als de instrumentele beveiligingssystemen failsafe of zelfcontroleerende elektronische systemen zijn, zijn de bijzondere voorschriften van bijlage VI van toepassing.

13. VOORSCHRIFTEN VOOR DE KEURING VAN HET WATERSTOFSYSTEEM

- 13.1. Elk waterstofsysteem moet ten minste om de 48 maanden na de datum van inbedrijfstelling en bij elke herinstallatie worden gekeurd.
- 13.2. De keuring moet worden uitgevoerd door een technische dienst overeenkomstig de specificaties van de fabrikant in deel 3 van bijlage I.

## DEEL 2

**Voorschriften voor waterstoftanks die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof**

## 1. INLEIDING

Dit deel bevat de voorschriften en testprocedures voor waterstoftanks die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof.

1.1. **Tanktypen**

De tanks moeten naargelang hun constructie worden ingedeeld in typen zoals bedoeld in Verordening (EG) nr. 79/2009, bijlage IV, punt 1.

## 2. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

2.1. Het staat de fabrikant vrij de vorm van een tank te ontwerpen, op voorwaarde dat deze voldoet aan alle desbetreffende voorschriften van punt 3.

2.2. **Tankcombinatie**

2.2.1. Voor een tankcombinatie wordt typegoedkeuring verleend als voor één tank, indien zowel de tankcombinatie als de tanks die er deel van uitmaken zijn goedgekeurd overeenkomstig de voorschriften van de punten 3 en 4.

2.2.2. Voor een tankcombinatie wordt ook typegoedkeuring verleend als voor één tank, indien de tankcombinatie voldoet aan de voorschriften van de punten 3 en 4. De tanks die er deel van uitmaken, hoeven niet aan alle voorschriften van de punten 3 en 4 te voldoen, op voorwaarde dat de tankcombinatie voldoet aan alle voorschriften van de punten 3 en 4 die gelden voor het gebruikte type materialen en de toegepaste constructiemethode.

2.2.3. Onverminderd het bepaalde in de punten 2.2.1 en 2.2.2 moet een tankcombinatie voldoen aan de voorschriften van de punten 4.2.4 (brandtest), 4.2.10 (botschadetest) en 4.2.11 (lekttest).

2.2.4. Per tankcombinatie worden maximaal vier tanks toegestaan.

2.2.5. In een tankcombinatie mogen de geïntegreerde verbodingsbrandstofleidingen niet flexibel zijn.

## 3. TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

3.1. **Algemene voorschriften**

Tanks moeten voldoen aan de technische voorschriften in de punten 3.2 tot en met 3.11.

3.2. **Brandbeveiliging**

De tank, de overdrukvoorziening(en) en alle toegevoegde isolatie- of beschermingsmaterialen samen moeten de tank bij blootstelling aan brand tegen breuk beveiligen. De opstelling van het brandbeveiligingssysteem moet worden aangegeven.

3.3. **Schroefdraad van de openingen**

Bij alle tanktypen mogen openingen met tapse of rechte draad worden gebruikt. De schroefdraad moet voldoen aan een erkende internationale of nationale norm.

### 3.4. **Bescherming van de buitenkant tegen omgevingsinvloeden**

Coatings moeten zo op de tanks worden aangebracht dat de mechanische eigenschappen van de tank niet nadelig worden beïnvloed. De coating moet een latere keuring tijdens het gebruik vergemakkelijken en de fabrikant moet aanwijzingen geven voor de behandeling van de coating tijdens een dergelijke keuring om de permanente integriteit van de tank te waarborgen.

### 3.5. **Materiaalvoorschriften**

#### 3.5.1. *Algemeen*

De gebruikte materialen moeten geschikt zijn voor de in punt 2.7 beschreven bedrijfsomstandigheden. Incompatibele materialen mogen niet met elkaar in contact komen.

#### 3.5.2. *Staal*

3.5.2.1. Staal voor tanks en voeringen moet voldoen aan de materiaalvoorschriften van de punten 6.1 tot en met 6.4 van ISO 9809-1 of van de punten 6.1 tot en met 6.3 van ISO 9809-2, naargelang het geval.

3.5.2.2. Roestvrij staal voor tanks en voeringen moet voldoen aan de punten 4.1 tot en met 4.4 van EN 1964-3.

3.5.2.3. Gelast roestvrij staal voor voeringen van tanks van type 3 moet voldoen aan de punten 4.1 tot en met 4.3 van EN 13322-2, naargelang het geval.

#### 3.5.3. *Aluminiumlegering*

3.5.3.1. Aluminiumlegeringen voor tanks en voeringen moeten voldoen aan de materiaalvoorschriften van de punten 6.1 en 6.2 van ISO 7866.

3.5.3.2. Gelaste aluminiumlegeringen voor voeringen van tanks van type 3 moeten voldoen aan de punten 4.2 en 4.3 van EN 12862.

#### 3.5.4. *Kunststof voeringmaterialen*

Het materiaal voor kunststofvoeringen mag thermohardend of thermoplastisch zijn.

#### 3.5.5. *Vezels*

De fabrikant van de tank moet tijdens de beoogde levensduur van de tank een dossier bijhouden met de gepubliceerde specificaties van de composietmaterialen, inclusief de belangrijkste testresultaten, bijvoorbeeld van de trektest, en de aanbevelingen van de materiaalfabrikant voor de opslag, met name de omstandigheden en de duur ervan.

De fabrikant van de tank moet tijdens de beoogde levensduur van elke partij tanks een dossier bijhouden met de verklaring van de vezelfabrikant dat elke zending voldoet aan de productspecificaties van de fabrikant.

#### 3.5.6. *Harsen*

Het polymeer materiaal voor het impregneren van de vezels mag een thermohardend of thermoplastisch hars zijn.

### 3.6. **Barstdrukverhoudingen**

De minimale barstdrukverhouding, d.w.z. de minimale werkelijke barstdruk van de tank gedeeld door zijn nominale werkdruk, mag niet minder bedragen dan de in tabel IV.3.6 aangegeven waarden.

Tabel IV.3.6

**Minimale barstdrukverhouding**

Constructie		Containertype			
		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Volledig van metaal		2,25			
Omhuiling	Glas		2,4	3,4	3,5
	Aramide		2,25	2,9	3,0
	Koolstof		2,25	2,25	2,25
	Hybride		(1)		

*Toelichting:*

(1) Bij tanks met hybride versterking, d.w.z. met twee of meer verschillende structuurvezeltypen, moet rekening worden gehouden met de verdeling van de belasting over de verschillende vezels op basis van de verschillende elasticiteitsmoduli van de vezels. De berekende spanningsverhoudingen voor elk structuurvezeltype moeten overeenstemmen met de aangegeven waarden. De spanningsverhoudingen mogen ook met behulp van rekstrookjes worden geverifieerd. De minimale barstdrukverhouding moet zo worden gekozen dat de berekende spanning in de structuurvezels bij de minimale barstdrukverhouding, vermenigvuldigd met de nominale werkdruk, gedeeld door de berekende spanning in de structuurvezel bij de nominale werkdruk, voldoet aan de spanningsverhoudingsvoorschriften voor de gebruikte vezels.

### 3.7. Tankfabricagevoorschriften

#### 3.7.1. Tanks van type 1

De uiteinden van aluminiumlegeringtanks mogen niet met een forceerprocedé worden gesloten. De onder-einden van stalen tanks die door forceren zijn gesloten, moeten via NDO of met gelijkwaardige technieken worden gekeurd. Bij het sluiten van de uiteinden mag geen metaal worden toegevoegd. Bij elke tank moeten vóór de forceerbewerkingen van de uiteinden de dikte en de oppervlakteafwerking worden onderzocht.

Nadat de uiteinden zijn gevormd, moeten de tanks een warmtebehandeling ondergaan tot zij de voor het ontwerp gespecificeerde hardheid bereiken. Plaatselijke warmtebehandeling is niet toegestaan.

Als voor de ondersteuning gebruik wordt gemaakt van een hals- of voering of van bevestigingsmiddelen, moeten deze van een materiaal zijn dat compatibel is met dat van de tank en moeten zij stevig zijn bevestigd op een andere wijze dan door lassen of hard of zacht solderen.

#### 3.7.2. Tanks van type 2, 3 en 4

##### 3.7.2.1. Composietvezeldraadwikkeling

Wanneer composiet tanks worden vervaardigd van een voering die met doorlopende vezeldraad is omwikkeld, moeten de vezeldraadwikkelhandelingen mechanisch of computergestuurd zijn. Tijdens het wikkelen moeten de belangrijkste parameters worden gecontroleerd om ze binnen de gespecificeerde toleranties te houden en in een wikkeliingsrapport worden genoteerd. De belangrijkste parameters zijn:

- a) vezeltype met texwaarde en maat;
- b) aantal vezellinten per bandbreedte;
- c) harstype en mengverhouding van de harscomponenten;
- d) impregneermethode, gewicht of volumefractie van hars of vezel;
- e) referentie van het wikkelprogramma en wikkelhoek;
- f) aantal wikkelingen om het cilindrische gedeelte;
- g) aantal schroefvormige wikkelingen (alleen voor tanks van type 3 en 4);
- h) bandbreedte;

- i) wikkelspanning;
- j) wikkelsnelheid;
- k) temperatuur van het hars.

#### 3.7.2.2. Uitharding van thermohardende harsen

Als de wikkeling van de vezeldraad is voltooid, moeten de thermohardende harsen door verhitting volgens een vooraf bepaalde en geregelde tijd-temperatuurcurve worden uitgeharden. Tijdens het uitharden moet het tijd-temperatuurverloop worden geregistreerd.

De maximale uithardingstijd en –temperatuur voor tanks met aluminiumlegeringvoering moeten minder bedragen dan de tijd en temperatuur die nadelige effecten hebben op de eigenschappen van het metaal.

Bij tanks van type 4 moet de uithardingstemperatuur voor thermohardende harsen ten minste 10 °C lager zijn dan de verwekingstemperatuur van de kunststofvoering.

#### 3.7.2.3. Autofrettage

Indien autofrettage wordt toegepast, moet dat vóór de hydraulische test zijn. De autofrettagedruk moet binnen de door de fabrikant vastgestelde grenzen liggen.

#### 3.7.2.4. Metalen voeringen

Het lassen van roestvrijstalen voeringen moet voldoen aan de punten 6.1, 6.2 en 6.4 van EN 13322-2. Het lassen van aluminiumlegeringvoeringen moet voldoen aan de punten 4.1.2 en 6.1 van EN 12862.

### 3.8. Tankopschriften

Op elke tank, en eventueel op de buitenkant van een groep permanent ingekapselde tanks, moet de fabrikant een duidelijk permanent opschrift aanbrengen waarvan de tekens ten minste 6 mm hoog zijn. Het opschrift moet worden aangebracht door middel van etiketten die in de harscoating zijn ingewerkt, stickers, zachte stemfels aangebracht op de verdikte uiteinden van tanks van type 1 en 2, of een combinatie daarvan. Stickers en het aanbrengen ervan moeten in overeenstemming zijn met ISO 7225 of een gelijkwaardige norm. Meerdere etiketten zijn toegestaan en moeten zo worden aangebracht dat zij niet door bevestigingsbeugels worden verborgen. Behalve het EG-onderdeeltegoedkeuringsmerk dat wordt beschreven in deel 3 van bijlage II, moet op elke tank waarvoor krachtens deze verordening typegoedkeuring is verleend, ook een opschrift worden aangebracht met de volgende goed leesbare gegevens:

- a) naam van de fabrikant;
- b) een uniek serienummer voor elke tank;
- c) een label zoals gespecificeerd in punt 3.2 van bijlage V;
- d) de nominale werkdruk (MPa) bij 15 °C;
- e) jaar en maand van fabricage, bijvoorbeeld 2009/01;
- f) „NIET GEBRUIKEN NA yyyy/mm”, waarin yyyy/mm staat voor het jaar en de maand van fabricage, plus de goedgekeurde levensduur van de tank; yyyy/mm mag echter ook worden gebaseerd op de datum waarop de tank door de fabrikant is verzonden, op voorwaarde dat deze op een droge plaats zonder inwendige druk was opgeslagen;
- g) „aantal vulcycli: xxxxx”, waarbij xxxxx het aantal vulcycli is overeenkomstig punt 2.7.6.

**3.9. Partijtestvoorschriften**3.9.1. *Partijtest*

## 3.9.1.1. Algemeen

De fabrikant voert partijtests uit op voltooide tanks die representatief zijn voor de normale productie. De te testen voltooide tanks worden willekeurig gekozen uit elke partij. Een partij bestaat uit maximaal 200 voltooide tanks plus de voltooide tanks die bij destructieve tests worden gebruikt, of uit één ononderbroken productieserie die meer voltooide tanks omvat.

De frequentie van de partijtests kan als volgt worden beperkt:

- a) als op 10 opeenvolgende partijen geen enkele tank lekt of breekt binnen 1,5 maal het vereiste aantal drukwisselingen, mogen de drukwisseeltests tot 1 per 5 partijen worden beperkt. Als een van de geteste tanks niet 1,5 maal het vereiste aantal drukwisselingen doorstaat, moeten partijtests op de volgende vijf partijen worden uitgevoerd alvorens weer tot de beperkte testfrequentie over te gaan;
- b) als op 10 opeenvolgende partijen geen enkele tank lekt of breekt binnen 2 maal het vereiste aantal drukwisselingen, mogen de drukwisseeltests tot 1 per 10 partijen worden beperkt. Als een van de geteste tanks niet 2 maal het vereiste aantal drukwisselingen doorstaat, moeten partijtests op de volgende tien partijen worden uitgevoerd alvorens weer tot de beperkte testfrequentie over te gaan;
- c) als er sinds de laatste partijdrukwisseltest meer dan 3 maanden zijn verlopen, moet een tank uit de volgende productiepartij aan de drukwisseltest worden onderworpen om de beperkte frequentie te mogen handhaven.

De volgende partijtests zijn vereist:

- a) één voltooide tank moet aan de drukwisseltest bij omgevingstemperatuur worden onderworpen met de in punt 3.9.1.2 vermelde frequentie;
- b) één voltooide tank, voering of aan een warmtebehandeling onderworpen testexemplaar dat representatief is voor voltooide tanks of voeringen, moet de andere, in tabel IV.3.9 vermelde tests ondergaan;
- c) één voltooide tank moet aan de barsttest worden onderworpen; als een voltooide tank de drukwisseltest bij omgevingstemperatuur doorstaat, mag hij aan de barsttest worden onderworpen;
- d) als gebruik wordt gemaakt van een buitencoating ter bescherming tegen omgevingsinvloeden, bijvoorbeeld organische coating/verf, moet één voltooide tank of één testexemplaar dat representatief is voor de partij, aan de coatingpartijtest worden onderworpen.

Als meer tanks aan de tests worden onderworpen dan vereist, moeten alle resultaten in het rapport worden vermeld.

Alle door een partijtest vertegenwoordigde tanks die niet aan de voorschriften voldoen, moeten de procedures van punt 3.9.2 volgen.

Tabel IV.3.9

**Partijtests**

Test en referentie		Van toepassing op tanktype				Aangegeven ontwerpwaarde	Testwaarde
		1	2	3	4		
(1)	Trektest	✓	✓ <sup>(5)</sup>	✓ <sup>(5)</sup>	✓ <sup>(5)</sup>		
(2)	Charpy-botstest	✓	✓ <sup>(5)</sup>	✓ <sup>(5)</sup>			
(3)	Buigtest			✓ <sup>(5)</sup>			
(4)	Macroscopisch onderzoek			✓ <sup>(5)</sup>			
4.1.2.	Verwekingstemperatuurtest				✓ <sup>(5)</sup>		
4.1.6.	Coatingpartijtest	✓	✓	✓	✓		
4.2.1.	Barsttest	✓	✓	✓	✓		
4.2.2.	Drukwisseltest bij omgevingstemperatuur	✓	✓	✓	✓ <sup>(6)</sup>		
4.2.11.	Lektest			✓ <sup>(7)</sup>	✓ <sup>(6)</sup>		
4.2.13.	Torsietest op het tankuiteinde				✓ <sup>(6)</sup>		

*Toelichting:*

- (1) a) Voor stalen tanks of voeringen: zie punt 10.2 van ISO 9809-1 of punt 10.2 van ISO 9809-2, naargelang het geval;  
 b) Voor roestvrijstalen tanks of voeringen: zie punt 7.1.2.1 van EN 1964-3;  
 c) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.4 van EN 13322-2;  
 d) Voor aluminiumlegeringtanks of -voeringen: zie punt 10.2 van ISO 7866;  
 e) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie de punten 7.2.3 en 7.2.4 van EN 12862;  
 f) Voor niet-metalen voeringen: zie punt 4.1.1.
- (2) a) Voor stalen tanks of voeringen: zie punt 10.4 van ISO 9809-1 of punt 10.4 van ISO 9809-2, naargelang het geval;  
 b) Voor roestvrijstalen tanks of voeringen: zie punt 7.1.2.4 van EN 1964-3;  
 c) Voor gelaste roestvrijstalen tanks: zie punt 8.6 van EN 13322-2.
- (3) a) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.5 van EN 13322-2;  
 b) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie de punten 7.2.5, 7.2.6 en 7.2.7 van EN 12862.
- (4) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.7 van EN 13322-2.
- (5) Test op voeringmateriaal.
- (6) Voor tanktype 4 moeten de tests worden uitgevoerd in deze volgorde: torsietest op het tankuiteinde (punt 4.2.13), vervolgens een drukwisseltest bij omgevingstemperatuur (punt 4.2.2) en ten slotte een lektest (punt 4.2.11).
- (7) Op alle gelaste metalen voeringen moet een lektest worden uitgevoerd.

**3.9.1.2. Frequentie van de drukwisseltest bij omgevingstemperatuur**

Voltooid tanks moeten met de volgende frequentie aan de drukwisseltest bij omgevingstemperatuur worden onderworpen:

- a) één tank van elke partij moet aan 3,0 maal meer drukwisselingen worden onderworpen dan het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6;
- b) als op 10 opeenvolgende productiepartijen geen van de tanks onder a) die de drukwisselingen hebben ondergaan, lekt of breekt tijdens 4,5 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6, kan de drukwisseltest tot één tank per 5 productiepartijen worden beperkt met de tank die uit de eerste van de 5 partijen is geselecteerd;
- c) als op 10 opeenvolgende productiepartijen geen van de tanks onder a) die de drukwisselingen hebben ondergaan, lekt of breekt tijdens 6,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6, kan de drukwisseltest tot één tank per 10 productiepartijen worden beperkt met de tank die uit de eerste van de 10 partijen is geselecteerd;
- d) als er sinds de laatste productiepartij meer dan 3 maanden zijn verlopen, moet een tank uit de eerstvolgende productiepartij aan de drukwisseltest worden onderworpen om de beperkte frequentie van de partijtests volgens b) of c) te mogen handhaven;
- e) als een van de tanks onder b) of c) die de drukwisseltest met beperkte frequentie hebben ondergaan, niet 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 doorstaat, moet de onder a) vermelde frequentie van de partijdrukwisseltest opnieuw gedurende ten minste 10 productiepartijen worden gehanteerd om weer tot de beperkte frequentie van de partijdrukwisseltests volgens b) of c) over te gaan;

- f) als een van de onder a), b) of c) bedoelde tanks niet 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 doorstaat, moet de oorzaak daarvan worden bepaald en gecorrigeerd volgens de procedures in punt 3.9.2. De drukwisseltest moet vervolgens op drie extra tanks uit die partij worden herhaald. Als een van de drie extra tanks niet 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 doorstaat, moet de partij worden afgekeurd. De fabrikant moet aantonen dat tanks die sinds de laatste geslaagde partijtest zijn geproduceerd, aan alle partijtestvoorschriften voldoen.

### 3.9.2. *Niet-naleving van de testvoorschriften*

Als niet aan de testvoorschriften wordt voldaan, moet een nieuwe test of moeten een nieuwe warmtebehandeling en een nieuwe test worden uitgevoerd als volgt:

- a) als er aanwijzingen zijn voor een fout bij de uitvoering van een test of een meetfout, moet een nieuwe test worden verricht. Als het resultaat van deze test bevredigend is, moet de eerste test buiten beschouwing worden gelaten;
- b) als de test op bevredigende wijze is uitgevoerd, moet worden nagegaan waarom hij is mislukt.

Als wordt aangenomen dat de mislukking aan de toegepaste warmtebehandeling te wijten is, mag de fabrikant alle tanks van die partij aan een nieuwe warmtebehandeling onderwerpen.

Als de mislukking niet aan de toegepaste warmtebehandeling te wijten is, moeten alle defecte tanks worden afgekeurd of volgens een erkende methode worden hersteld. De niet-afgekeurde tanks worden dan als een nieuwe partij beschouwd.

In beide gevallen moeten alle desbetreffende prototype- of partijtests die noodzakelijk zijn om de aanvaardbaarheid van de nieuwe partij aan te tonen, worden herhaald. Als één of meer tests ook maar gedeeltelijk onbevredigend worden geacht, moeten alle tanks van de partij worden afgekeurd.

### 3.10. **Productiekeurings- en testvoorschriften**

Productiekeuring en -tests moeten op alle tanks tijdens de fabricage en na de voltooiing worden uitgevoerd als volgt:

- a) verificatie of de belangrijkste afmetingen en de massa van de voltooide tank en van elke eventuele voering en omwikkeling binnen de ontwerptoleranties liggen;
- b) verificatie of de belangrijkste fabricageparameters, bedoeld in het aanhangsel van het inlichtingenformulier in deel 1 van bijlage II, in acht zijn genomen, alsmede onderzoek van elke gespecificeerde oppervlakteafwerking, met bijzondere aandacht voor diepgetrokken oppervlakken en felsen of overlappingsen in de hals of de schouder van gesmede of centrifugaal gegoten uiteinden of openingen;
- c) voor metalen tanks en voeringen: niet-destructief onderzoek overeenkomstig bijlage B bij ISO 9809, bijlage C bij EN 1964-3 of bijlage B bij EN 13322-2, naargelang het geval, ofwel volgens een methode waarvan de gelijkwaardigheid is aangetoond en waarmee de maximaal toelaatbare defectomvang kan worden gedetecteerd, om te verifiëren dat de maximale defectomvang de in het ontwerp gespecificeerde omvang niet overschrijdt zoals hieronder bepaald.

Bovendien moeten gelaste roestvrijstalen voeringen ook worden onderzocht overeenkomstig punt 6.8.2 van EN 13322-2 en gelaste aluminiumlegeringsvoeringen overeenkomstig punt 6.2.1, tweede deel, en punt 6.2.3 van EN 12862.

Bij tankontwerpen van type 1, 2 en 3 moet op een willekeurige plaats in de metalen tank of voering de maximale defectomvang worden bepaald die tijdens de opgegeven periode voor een nieuwe test of tijdens de levensduur als er geen sprake is van een nieuwe test, niet kritisch zal worden. De kritische defectomvang wordt gedefinieerd als het miniemste defect in de wanddikte (van de tank of voering) waarbij opgeslagen gas zou kunnen ontsnappen zonder dat de tank breekt. De defectomvang voor de afkeuringscriteria voor ultrasone scanning of een gelijkwaardige methode moet kleiner zijn dan de maximaal toegestane defectomvang. Voor tanks van type 2 en 3 wordt ervan uitgegaan dat niet-metalen geen schade ondervinden van tijdafhankelijke mechanismen. De toelaatbare defectomvang voor niet-destructief onderzoek moet met een geschikte methode worden bepaald.



Tanks moeten voldoen aan de volgende voorschriften:

- a) hardheidstest voor metalen tanks en voeringen overeenkomstig punt 4.1.8;
- b) hydraulische test overeenkomstig punt 4.2.15;
- c) lekttest voor tanks van type 4 en tanks van type 3 met gelaste metalen voering overeenkomstig punt 4.2.11;
- d) verificatie van de opschriften overeenkomstig punt 3.8.

Tabel IV.3.10 geeft een samenvatting van de vereiste productiekeuring en -tests.

Tabel IV.3.10

**Productiekeuring en -tests**

Productiekeuring en -tests en referentie		Van toepassing op tanktype			
		1	2	3	4
	Voornaamste ontwerpafmetingen	✓	✓	✓	✓
aanhangsel van het inlichtingenformulier in deel 1 van bijlage II	Voornaamste fabricageparameters	✓	✓	✓	✓
	NDO	✓	✓ <sup>(1)</sup>	✓ <sup>(1)</sup>	
4.1.8.	Hardheidstest	✓	✓ <sup>(1)</sup>	✓ <sup>(1)</sup>	
4.2.11.	Lekttest			✓ <sup>(2)</sup>	✓
4.2.15.	Hydraulische test	✓	✓	✓	✓
3.8.	Opschriften	✓	✓	✓	✓

*Toelichting:*

<sup>(1)</sup> Test op metalen voering.

<sup>(2)</sup> Op alle gelaste metalen voeringen moet een lekttest worden uitgevoerd.

3.11. **Wijzigingen**

Wijzigingen mogen worden goedgekeurd volgens het beperkte testprogramma in tabel IV.3.11. Belangrijke wijzigingen die niet onder tabel IV.3.11 vallen, moeten aan complete goedkeuringstests worden onderworpen.

Tabel IV.3.11

## Goedkeuringstests van wijzigingen

	Testtype											
	Materiaalpunten 4.1.1 t/m 4.1.8, naargelang het geval	Waterstof compatibiliteitpunt 4.1.7	Barsttestpunt 4.2.1	Drukwisselingen bij omgevingstemperatuurpunt 4.2.2	Lek-voorbreukprestatiepunt 4.2.3	Brandpunt 4.2.4	Penetratiepunt 4.2.5	Blootstelling aan chemische stoffenpunt 4.2.6	Fouttolerantie met composietmateriaalpunt 4.2.7	Versnelde spanningsbreukpunt 4.2.8	Botsschadetestpunt 4.2.10	Permeatie (punt 4.2.1.2) Torsie op het tankuiteinde (punt 4.2.1.3) Waterstofwisselingen (punt 4.2.1.4)
Vezelfabrikant			2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4					2, 3, 4	3, 4	
Metalen tank- of voeringmateriaal	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	2, 3	2, 3	3	
Kunststof voeringmateriaal	4			4				4				4
Vezelmateriaal	2, 3, 4		2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Harsmateriaal							2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Wijziging diameter ≤ 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Wijziging diameter > 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		2, 3, 4		3, 4	
Wijziging lengte ≤ 50 %			1, 2, 3, 4			—						
Wijziging lengte > 50 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					3, 4	
Wijziging nominale werkdruk ≤ 20 % <sup>(1)</sup>			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Wijziging nominale werkdruk > 20 % <sup>(1)</sup>			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4					
Koepelvorm			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								4
Grootte van de opening			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Wijziging coating	2, 3, 4							2, 3, 4				
Ontwerp tankuiteinde												4 <sup>(2)</sup>
Wijziging fabricageproces <sup>(3)</sup>			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Brandbeveiligingssysteem						1, 2, 3, 4						

Toelichting: bijvoorbeeld: 2,3 geeft aan dat een test alleen vereist is voor tanks van type 2 en 3.

<sup>(1)</sup> alleen als de wijziging van de dikte evenredig is aan de wijziging van de diameter of de druk.

<sup>(2)</sup> een waterstofwisseltest is niet vereist, als de spanningen in de hals gelijk zijn aan de oorspronkelijke of zijn verminderd door de wijziging van het ontwerp (bijvoorbeeld vermindering van de diameter van de binnenschroefdraad of wijziging van de lengte van het uiteinde), de overgang tussen voering en uiteinde niet wordt beïnvloed en de oorspronkelijke materialen worden gebruikt voor uiteinde, voering en afdichtingen.

<sup>(3)</sup> elke afwijking van de parameters in het aanhangsel van het inlichtingenformulier in deel 1 van bijlage II, wordt als een wijziging in het fabricageproces beschouwd.

## 4. TESTPROCEDURES

4.1. **Materiaaltests**

Materiaaltests moeten worden uitgevoerd overeenkomstig tabel IV.4.1 en volgens de testprocedures die worden beschreven in de punten 4.1.1 tot en met 4.1.8.

Tabel IV.4.1

**Materiaaltests**

Materiaaltests	Van toepassing op het materiaal					
	Staal	Alu- minium- legering	Kunst- stof- voering	Vezel	Hars	Coating
Trektest <sup>(2)</sup>	✓	✓	✓			
Charpy-botstest <sup>(3)</sup>	✓					
Buigtest <sup>(4)</sup>	✓ <sup>(1)</sup>	✓ <sup>(1)</sup>				
Macroscopisch onderzoek <sup>(5)</sup>	✓ <sup>(1)</sup>					
Corrosietest <sup>(6)</sup>		✓				
Scheurtest onder constante belasting <sup>(7)</sup>		✓				
Verwekingstemperatuurtest			✓			
Glasovergangstemperatuurtest					✓	
Schuifsterktest van het hars					✓	
Coatingtest						✓
Waterstofcompatibiliteitstest <sup>(8)</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	

*Toelichting:*

<sup>(1)</sup> Alleen voor tanks met gelaste voering.

<sup>(2)</sup> a) Voor stalen tanks of voeringen: zie punt 10.2 van ISO 9809-1 of punt 10.2 van ISO 9809-2, naargelang het geval;

b) Voor roestvrijstalen tanks of voeringen: zie punt 7.1.2.1 van EN 1964-3;

c) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.4 van EN 13322-2.

d) Voor aluminiumlegeringtanks of -voeringen: zie punt 10.2 van ISO 7866;

e) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie de punten 7.2.3 en 7.2.4 van EN 12862;

f) Voor niet-metalen voeringen: zie punt 4.1.1 van deel 2 van bijlage IV.

<sup>(3)</sup> a) Voor stalen tanks of voeringen: zie punt 10.4 van ISO 9809-1 of punt 10.4 van ISO 9809-2, naargelang het geval;

b) Voor roestvrijstalen tanks of voeringen: zie punt 7.1.2.4 van EN 1964-3;

c) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.6 van EN 13322-2.

<sup>(4)</sup> a) Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.5 van EN 13322-2;

b) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie de punten 7.2.5, 7.2.6 en 7.2.7 van EN 12862.

<sup>(5)</sup> Voor gelaste roestvrijstalen voeringen: zie punt 8.7 van EN 13322-2.

<sup>(6)</sup> a) Voor aluminiumlegeringtanks of -voeringen: zie bijlage A bij ISO 7866;

b) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie bijlage A bij EN 12862.

<sup>(7)</sup> a) Voor aluminiumlegeringtanks of -voeringen: zie bijlage B bij ISO 7866, maar met uitzondering van de tweede alinea van punt B.2;

b) Voor gelaste aluminiumlegeringvoeringen: zie bijlage B bij EN 12862, maar met uitzondering van punt B.2.2.

<sup>(8)</sup> a) Deze test is niet vereist voor:

i) staal dat voldoet aan de punten 6.3 en 7.2.2 van ISO 9809-1;

ii) aluminiumlegeringen die voldoen aan punt 6.1 van ISO 7866.

b) Voor andere metalen tanks of voeringen moet de waterstofcompatibiliteit van het materiaal, inclusief de lasnaden, worden aangetoond volgens ISO 11114-1 en ISO 11114-4 of overeenkomstig punt 4.1.7, naargelang het geval;

c) Voor niet-metalen moet de waterstofcompatibiliteit worden aangetoond.

4.1.1. *Trektest*4.1.1.1. *Bemonstering*

De test is alleen van toepassing op tanks van type 4.

De test is alleen van toepassing op kunststof voeringmaterialen.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen voeringen: 2

## 4.1.1.2. Procedure

De mechanische eigenschappen van kunststof voeringmaterialen moeten worden getest bij  $-40\text{ °C}$  overeenkomstig ISO 527-2.

## 4.1.1.3. Eis

De testresultaten moeten binnen het bereik liggen dat door de fabrikant in het aanhangsel van het inlichtingenformulier in deel 1 van bijlage II is aangegeven.

## 4.1.1.4. Resultaten

De treksterkte en de breukrek van kunststof voeringmaterialen moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.1.2. Verwekingstemperatuurtest

## 4.1.2.1. Bemonstering

De test is alleen van toepassing op tanks van type 4.

De test is alleen van toepassing op polymeren.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen voeringen: 1.

Partijtests — aantal te testen voeringen: 1.

## 4.1.2.2. Procedure

De verwekingstemperatuur van polymere materialen afkomstig van voltooide voeringen moeten worden bepaald volgens de A50-methode in ISO 306.

## 4.1.2.3. Eis

De verwekingstemperatuur moet  $\geq 100\text{ °C}$ .

## 4.1.2.4. Resultaten

De verwekingstemperatuur moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.1.3. Glasovergangstemperatuurtest

## 4.1.3.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

De test is alleen van toepassing op compositiharsen.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen monsters: 3.

## 4.1.3.2. Procedure

De glasovergangstemperatuur van harsen moet worden bepaald overeenkomstig ASTM D3418.

## 4.1.3.3. Eis

De testresultaten moeten binnen het bereik liggen dat door de fabrikant in het aanhangsel van het inlichtingenformulier in deel 1 van bijlage II is aangegeven.

#### 4.1.3.4. Resultaten

De eindresultaten van de test moeten worden gedocumenteerd met een testrapport en gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II. De te presenteren glasovergangstemperatuur moet de kleinste gemeten waarde zijn.

#### 4.1.4. Schuifsterketest van hars

##### 4.1.4.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

De test is alleen van toepassing op composietharsen.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen monsters: 3.

##### 4.1.4.2. Procedure

Harsen moeten worden getest op een teststuk dat representatief is voor de omhulling overeenkomstig ASTM D2344/D2344M.

##### 4.1.4.3. Eis

Na 24 uur te hebben gekookt in water moet de minimale schuifsterkte van het composietmateriaal 13,8 MPa bedragen.

##### 4.1.4.4. Resultaten

De minimale schuifsterkte van het hars moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

#### 4.1.5. Coatingtest

##### 4.1.5.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen waarbij gebruik wordt gemaakt van een buitencoating ter bescherming tegen omgevingsinvloeden, bijvoorbeeld organische coating/verf.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen monsters: zoals gespecificeerd in de desbetreffende normen.

##### 4.1.5.2. Procedure en eisen

Coatings moeten worden beoordeeld met behulp van de volgende testmethoden:

- a) adhesietest overeenkomstig ISO 4624, waarbij methode A of B wordt toegepast, naargelang het geval. De coating moet een adhesiebeoordelingscijfer 4 hebben;
- b) flexibiliteit overeenkomstig ASTM D522, volgens methode B met een kraspen van 12,7 mm bij de gespecificeerde dikte bij – 20 °C. De testmonsters moeten worden geprepareerd overeenkomstig ASTM D522. Er mogen geen barsten zichtbaar zijn;
- c) botsbestendigheid overeenkomstig ASTM D2794. Bij kamertemperatuur moet de coating een voorwaartse botstest van 18 J doorstaan;
- d) bestandheid tegen chemische stoffen overeenkomstig ASTM D1308. De test moet worden uitgevoerd volgens de zg. „open spot”-testmethode en met een blootstelling van 100 uur aan een zwavelzuuroplossing van 30 % (accuzuur met een soortgelijk gewicht van 1,219) en een blootstelling van 24 uur aan een polyalkaleenglycol, bijvoorbeeld remvloeistof. Er mag geen afschilfering, blaasvorming of verweking van de coating optreden. De adhesie moet een beoordelingscijfer 3 halen bij de tests overeenkomstig ASTM D3359. Deze test is niet noodzakelijk, als er een test wordt uitgevoerd overeenkomstig punt 4.2.6;
- e) blootstelling aan licht en water overeenkomstig ASTM G154 gedurende 1 000 uur. Er mag geen blaasvorming optreden. De adhesie moet een beoordelingscijfer 3 halen bij de tests overeenkomstig ISO 4624. Het maximale glansverlies bedraagt 20 %;

- f) blootstelling aan pekkel overeenkomstig ASTM B117 gedurende 500 uur. De onderetsing mag vanaf de kras niet meer dan 3 mm bedragen. Er mag geen blaasvorming optreden. De adhesie moet een beoordelingscijfer 3 halen bij de tests overeenkomstig ASTM D3359;
- g) weerstand tegen afschilfering bij kamertemperatuur overeenkomstig ASTM D3170. De coating moet het beoordelingscijfer 7A of hoger halen en de onderlaag mag niet zichtbaar worden.

#### 4.1.5.3. Resultaten

De eindresultaten van de test moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

#### 4.1.6. Coatingpartijtest

##### 4.1.6.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen waarbij gebruik wordt gemaakt van een buitencoating ter bescherming tegen omgevingsinvloeden, bijvoorbeeld organische coating/verf.

Partijtests — aantal te testen tanks/monsters per partij: overeenkomstig punt 3.9.1.

##### 4.1.6.2. Procedure en eisen

Coatings moeten worden beoordeeld met behulp van de volgende testmethoden:

- a) meting van de dikte van de coating overeenkomstig ISO 2808. De dikte moet voldoen aan de ontwerpvoorschriften;
- b) adhesietest overeenkomstig ISO 4624, waarbij methode A of B wordt toegepast, naargelang het geval. De coating moet een adhesiebeoordelingscijfer 4 hebben.

##### 4.1.6.3. Resultaten

De eindresultaten van de test moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de waarden voor de dikte en de adhesiesterkte van de coating gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

#### 4.1.7. Waterstofcompatibiliteitstest

##### 4.1.7.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 1, 2 en 3 overeenkomstig punt 2.1.2 van het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen tanks of voeringen: 3.

##### 4.1.7.2. Procedure

Bij de uitvoering van deze test moet bijzondere aandacht worden besteed aan de veiligheid.

Gebruik bij omgevingstemperatuur waterstof om 3,0 maal meer drukwisselingen dan het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 uit te voeren op:

- a) de tank met een druk  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk, of
- b) de voering tussen de drukniveaus die een gelijkwaardige spanning in de voering of wand moeten produceren als bij een druk  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk voor de tank.

## 4.1.7.3. Eis

De tanks of voeringen mogen het niet begeven voordat 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 is bereikt.

## 4.1.7.4. Resultaten

De eindresultaten van de test moeten worden gedocumenteerd met een testrapport en gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de resultaten gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

4.1.8. *Hardheidstest*

## 4.1.8.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanks en op voeringen van tanks van type 1, 2 en 3.

De test is alleen van toepassing op metalen.

Productietests — aantal te testen tanks of voeringen: alle.

De test moet na de laatste warmtebehandeling worden uitgevoerd.

## 4.1.8.2. Procedure

Er moet een hardheidstest worden uitgevoerd op de parallelle wand in het midden en aan een van de bolle uiteinden van elke tank of voering overeenkomstig ISO 6506-1.

## 4.1.8.3. Eis

De hardheidswaarde moet in het voor het ontwerp gespecificeerde bereik liggen.

## 4.1.8.4. Resultaten

De hardheidswaarde moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de resultaten gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

4.2. **Tests van de tank**4.2.1. *Barsttest*

## 4.2.1.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 3.

Typegoedkeuringstests — aantal te testen voeringen: 1 (aanvullende test alleen voor tanks van type 2).

Partijtests — aantal voltooide tanks dat per partij moet worden getest: overeenkomstig punt 3.9.1.

## 4.2.1.2. Procedure

De tank moet bij omgevingstemperatuur aan een hydraulische barsttest worden onderworpen volgens de onderstaande procedure:

De drukopvoersnelheid moet  $\leq 1,4$  MPa/s zijn voor drukken hoger dan 80 % van de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de in punt 3.6 aangegeven barstdrukverhouding. Als de snelheid 0,35 MPa/s overschrijdt bij drukken hoger dan 80 % van de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de barstdrukverhouding, moet de tank in serie worden geplaatst tussen de drukbron en het drukmeetapparaat of moet de tijd bij een druk boven de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de barstdrukverhouding, meer dan 5 seconden bedragen.

## 4.2.1.3. Eis

De barstdruk van de tank moet de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de in punt 3.6 aangegeven barstdrukverhouding, overschrijden.

Bij tanks van type 2 moet de barstdruk van de voering 1,25 maal de nominale werkdruk overschrijden.

## 4.2.1.4. Resultaten

De barstdruk moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de barstdrukwaarde gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

4.2.2. *Drukwisseltest bij omgevingstemperatuur*

## 4.2.2.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 2.

Partijtests — aantal voltooide tanks dat per partij moet worden getest: overeenkomstig punt 3.9.1.

## 4.2.2.2. Procedure

De drukwisselingen moeten bij omgevingstemperatuur volgens de onderstaande procedure worden uitgevoerd:

- a) vul de te testen tank met een niet-corrosieve vloeistof zoals olie, geïnhibeerd water of glycol;
- b) wissel de druk gedurende 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 van  $\leq 2,0$  MPa tot  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk met een frequentie van niet meer dan 10 wisselingen per minuut.

Voor typegoedkeuring moeten de tanks drukwisselingen ondergaan tot breuk optreedt of tot 9 maal het aantal vulcycli.

Voor partijtests moet aan de voorschriften van punt 3.9.1 worden voldaan.

## 4.2.2.3. Eis

Voor typegoedkeuring moeten de tanks hetzij 9,0 maal het aantal vulcycli zonder breuk doorstaan, in welk geval de lek-voor-breuktest van punt 4.2.3 niet is vereist, hetzij falen door lekkage en niet door breuk. Voor partijtests mogen de tanks het niet begeven voordat 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 is bereikt.

## 4.2.2.4. Resultaten

Het aantal wisselingen voordat breuk optreedt, alsook de plaats waar de breuk is begonnen en de beschrijving ervan moeten worden gedocumenteerd en gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de resultaten gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

4.2.3. *Lek-voor-breukprestatietest*

## 4.2.3.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen. De test is niet vereist als al bewezen is dat de tank meer dan 9,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 doorstaat bij tests overeenkomstig punt 4.2.2.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 3.



## 4.2.3.2. Procedure

De tank moet worden getest volgens de onderstaande procedure:

- a) vul de te testen tank met een niet-corrosieve vloeistof zoals olie, geïnhibeerd water of glycol;
- b) wissel de druk in de tank tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,5$  maal de nominale werkdruk met een frequentie van  $\leq 10$  cycli per minuut tot 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6.

## 4.2.3.3. Eis

De geteste tanks mogen niet falen door lekkage of moeten meer dan 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 doorstaan zonder dat breuk optreedt.

## 4.2.3.4. Resultaten

Het aantal cycli voordat breuk optreedt, alsook de plaats waar de breuk is begonnen en de beschrijving ervan moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.2.4. Brandtest

## 4.2.4.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: minimaal 1.

## 4.2.4.2. Procedure

Bij de uitvoering van deze test moet bijzondere aandacht worden besteed aan de veiligheid.

De tank moet op de nominale werkdruk worden gebracht met waterstof of een gas met een hogere thermale drukopbouw. De op druk gebrachte tank moet worden getest als volgt:

- a) plaats de tank in horizontale positie circa 100 mm boven een uniforme vuurbron met een lengte van 1,65 m. De opstelling van de vuurbron moet nauwkeurig genoeg worden genoteerd om de warmtetoevoer naar de tank te kunnen reproduceren. Een storing of afwijking in de vuurbron tijdens een test maakt het resultaat ongeldig;
- b) als de tank  $\leq 1,65$  m is, moet hij in het midden boven de vuurbron worden geplaatst;
- c) als de tank  $> 1,65$  m is en slechts aan één uiteinde uitgerust is met een overdrukvoorziening, moet de vuurbron aan het tegenoverliggende uiteinde beginnen;
- d) als de tank  $> 1,65$  m is en op meer dan een plaats van de romp uitgerust is met een overdrukvoorziening, moet het middelpunt van de vuurbron zich in het midden bevinden tussen de overdrukvoorzieningen die horizontaal het verst van elkaar zijn verwijderd;
- e) als de tank  $> 1,65$  m is en bovendien door een thermische isolatie wordt beschermd, moeten twee brandtests bij nominale werkdruk worden uitgevoerd. Bij één test moet de tank in het midden boven de vuurbron worden geplaatst, terwijl bij de andere test het vuur aan een van de tankuiteinden moet beginnen;
- f) er moet gebruik worden gemaakt van een metalen afscherming om direct vlamcontact met tankkleppen, fittings of overdrukvoorzieningen te voorkomen. De metalen afscherming mag niet in direct contact staan met de overdrukvoorzieningen. Indien tijdens de test een klep, fitting of leiding die geen deel uitmaakt van het beveiligingssysteem, het begeeft, is het resultaat ongeldig;
- g) de oppervlaktetemperaturen moeten worden gecontroleerd met ten minste drie thermokoppels die aan de onderzijde van de tank op maximaal 0,75 m afstand van elkaar zijn aangebracht. Er moet gebruik worden gemaakt van een metalen afscherming om direct vlamcontact met de thermokoppels te voorkomen. De thermokoppels mogen ook in metalen blokjes worden geplaatst van minder dan 25 mm  $\times$  25 mm  $\times$  25 mm;

- h) zodra de vuurbron is aangestoken, moet zij direct vlamcontact maken met het tankoppervlak over de hele diameter;
- i) tijdens de test moeten de thermokoppeltemperatuur en de druk in de tank om de 10 seconden of vaker worden geregistreerd;
- j) binnen 5 minuten nadat het vuur is aangestoken en zolang de test duurt, moet ten minste één thermokoppel een temperatuur van minstens 590 °C aangeven.

#### 4.2.4.3. Eis

De tank moet via de overdrukvoorziening(en) ontluchten en mag niet breken.

#### 4.2.4.4. Resultaten

De resultaten moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II, en moeten voor elke tank ten minste de volgende gegevens omvatten:

- a) de tijd die verloopt tussen het aansteken van het vuur en het begin van de ontluchting via de overdrukvoorziening(en);
- b) de maximumdruk en de evacuatielijktijd totdat een druk  $\leq 1,0$  MPa wordt bereikt.

#### 4.2.5. Penetratietest

##### 4.2.5.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

##### 4.2.5.2. Procedure

De tank, compleet met de beschermende coating, moet worden getest in deze volgorde:

- a) breng de tank met gecompriemd gas op de nominale werkdruk  $\pm 1,0$  MPa;
- b) doorboor ten minste één zijwand van de tank met een pantserkogel of impactor met een diameter van 7,62 mm of groter. Het projectiel of de impactor moet de zijwand raken onder een hoek van circa 45°.

##### 4.2.5.3. Eis

De tank mag niet breken.

##### 4.2.5.4. Resultaten

De approximatieve afmetingen van de in- en uitgangsoeningen en de plaats ervan moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

#### 4.2.6. Test van de blootstelling aan chemische stoffen

##### 4.2.6.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.6.2. Procedure

De tank, inclusief de eventuele coating, moet worden getest in deze volgorde:

- a) het bovenste gedeelte van de tank moet in 5 verschillende zones worden verdeeld en worden gemarkeerd voor voorconditionering door een slingerinslag en voor blootstelling aan vloeistoffen. De vijf zones moeten elk een nominale diameter van 100 mm hebben. Zij hoeven niet op één lijn te liggen, maar mogen elkaar niet overlappen;
- b) het approximatieve middelpunt van elk van de vijf zones moet worden voorgeconditioneerd door de inslag van een slingerlichaam. Het stalen botslichaam van de slinger moet de vorm hebben van een piramide met gelijkzijdige driehoekige zijvlakken en een vierkant grondvlak, waarbij de top en de randen afgerond zijn tot een straal van 3 mm. Het slagmiddelpunt van de slinger moet samenvallen met het zwaartepunt van de piramide; de afstand tussen de piramide en de draaiingsas van de slinger moet 1 m bedragen en de totale massa van de slinger met betrekking tot het slagmiddelpunt 15 kg. De energie van de slinger op het ogenblik van de inslag mag niet minder bedragen dan 30 J en moet die waarde zo dicht mogelijk benaderen. Tijdens de slingerinslag moet de tank door de uiteinden of door de daartoe bestemde montagebeugels op zijn plaats worden gehouden. Tijdens de preconditionering mag de tank niet onder druk staan;
- c) elk van de vijf gepreconditioneerde zones moet aan vijf oplossingen worden blootgesteld. De vijf oplossingen zijn:
  - i) zwavelzuur — 19 vol.- % oplossing in water;
  - ii) natriumhydroxide — 25 gew.- % oplossing in water;
  - iii) methanol/benzine — 5/95 % concentratie;
  - iv) ammoniumnitraat — 28 gew.- % oplossing in water;
  - v) ruitensproeiervloeistof (50 vol.- % oplossing van methylalcohol en water);
- d) plaats tijdens de blootstelling de tank met de aan vloeistof blootgestelde zones bovenaan. Plaats een gaasje glaswol van ca. 0,5 mm dik en 100 mm diameter op elk van de vijf gepreconditioneerde zones. Breng een voldoende hoeveelheid testvloeistof aan op de glaswol zodat het gaasje voor de duur van de test over zijn hele oppervlak en dikte gelijkmatig is bevochtigd;
- e) wissel de druk tussen  $\leq 2$  MPa en  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk voor het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli bij een maximale drukopvoersnelheid van 2,75 MPa/s;
- f) breng de druk op 1,25 maal de nominale werkdruk en houd hem zo gedurende ten minste 24 uur totdat de verstreken tijd (drukwisselingen en aanhouden van de druk) van blootstelling aan de omgevingsvloeistoffen minstens 48 uur bedraagt;
- g) barsttest overeenkomstig punt 4.2.1.2.

## 4.2.6.3. Eis

De tank moet een barstdruk bereiken van  $\geq 1,8$  maal de nominale werkdruk.

## 4.2.6.4. Resultaten

De barstdruk moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.2.7. Fouttolerantietest met composietmateriaal

## 4.2.7.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.7.2. Procedure

De tank, compleet met de beschermende coating, moet worden getest in deze volgorde:

- a) in de omhulling moeten in de lengterichting kerven worden gesneden. De kerven moeten groter zijn dan de door de fabrikant voor de visuele keuring vastgestelde grenswaarden en in de zijwand van de tank moeten in de lengterichting ten minste de volgende kerven worden gesneden:
  - i) 25 mm lang en 1,25 mm diep;
  - ii) 200 mm lang en 0,75 mm diep;
- b) wissel de druk in de gekeerde tank tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk bij omgevings-temperatuur gedurende 3,0 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6.

## 4.2.7.3. Eis

De tank mag binnen 0,6 maal het aantal vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 niet lekken of breken, maar mag tijdens de resterende drukwisselingen wel gaan lekken.

## 4.2.7.4. Resultaten

Het aantal cycli voordat breuk optreedt, alsook de plaats waar de breuk is begonnen en de beschrijving ervan moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

4.2.8. *Versnelde spanningsbreuktest*

## 4.2.8.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.8.2. Procedure

De tank die van elke beschermende coating is ontdaan, moet worden getest in deze volgorde:

- a) breng de druk op 1,25 maal de nominale werkdruk gedurende 1 000 uur bij 85 °C;
- b) barsttest overeenkomstig punt 4.2.1.2.

## 4.2.8.3. Eis

De tank moet een barstdruk bereiken van  $\geq 0,85$  maal de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de in punt 3.6 aangegeven barstdrukverhouding.

## 4.2.8.4. Resultaten

De barstdruk moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

4.2.9. *Drukwisseltest bij extreme temperatuur*

## 4.2.9.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 2, 3 en 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.9.2. Procedure

De tanks waarvan de composietomhulling van elke beschermende coating is ontdaan, moeten worden getest in deze volgorde:

- a) conditioneer gedurende 48 uur bij een temperatuur  $\geq 85$  °C en een relatieve vochtigheid  $\geq 95$  %;
- b) wissel de druk tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,5$  maal de nominale werkdruk bij een temperatuur  $\geq 85$  °C en een relatieve vochtigheid  $\geq 95$  %, gedurende 1,5 maal het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli;
- c) stabiliseer onder omgevingsomstandigheden;
- d) conditioneer de tank en de testvloeistof tot een temperatuur  $\leq -40$  °C, gemeten op het tankoppervlak en in de vloeistof;
- e) wissel de druk bij  $\leq -40$  °C tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq$  de nominale werkdruk gedurende 1,5 maal het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli;
- f) lektest <sup>(1)</sup> overeenkomstig punt 4.2.11;
- g) barsttest overeenkomstig punt 4.2.1.2.

*Toelichting:*

<sup>(1)</sup> Van toepassing op tanks van type 4 en tanks van type 3 met gelaste metalen voering.

## 4.2.9.3. Eis

De tanks moeten aan een aantal testcycli worden onderworpen zonder tekenen van breuk, lekkage of vezelonttrafeling te vertonen.

Als een lektest vereist is, moet aan de lektestvoorschriften worden voldaan.

De tanks mogen niet barsten bij minder dan 85 % van de nominale werkdruk, vermenigvuldigd met de in punt 3.6 aangegeven barstdrukverhouding.

## 4.2.9.4. Resultaten

De barstdruk moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.2.10. Botsschadetest

## 4.2.10.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 3 en 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: ten minste 1 (alle botstests mogen op één tank worden uitgevoerd of individuele botstests op maximaal 3 tanks).

## 4.2.10.2. Procedure

## 4.2.10.2.1. De valtests moeten bij omgevingstemperatuur zonder inwendige druk of aangekoppelde kleppen worden uitgevoerd. In de bedrade openingen mag een plug worden aangebracht om schade aan de schroefdraad en de afdichtingen te voorkomen.

Het oppervlak waarop men de tanks laat vallen, moet een gladde, horizontale betonnen plaat of een even harde vloer zijn.

De tank moet worden getest in deze volgorde:

- a) eenmaal laten vallen vanuit een horizontale stand met de onderkant 1,8 m boven de grond;

- b) eenmaal op elk uiteinde laten vallen vanuit een verticale stand met een potentiële energie  $\geq 488$  J, maar het onderste uiteinde mag zich in geen geval meer dan 1,8 m boven de grond bevinden;
- c) eenmaal laten vallen onder een hoek van  $45^\circ$  en dan, bij niet-symmetrische of niet-cilindervormige tanks, de tank  $90^\circ$  om zijn lengteas draaien en opnieuw laten vallen onder een hoek van  $45^\circ$ , met zijn zwaartepunt 1,8 m boven de grond. Als de onderkant zich echter op minder dan 0,6 m van de grond bevindt, moet de valhoek worden gewijzigd om ervoor te zorgen dat de minimumhoogte 0,6 m bedraagt en het zwaartepunt zich 1,8 m boven de grond bevindt;
- d) er mag niet worden getracht te voorkomen dat de tank stuit, maar wel mag worden voorkomen dat hij tijdens de verticale valtest omvalt;
- e) wissel de druk in de tank tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq 1,25$  maal de nominale werkdruk gedurende 3,0 maal het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli.

4.2.10.2.2 Voor tanks met een specifieke coating die aangeeft dat men de tank heeft laten vallen, moeten de in punt 4.2.10.2.1, onder a) tot en met c), beschreven valhoogte en potentiële energie de helft bedragen van de vermelde waarden (d.w.z. 0,9 m i.p.v. 1,8 m, 0,3 m i.p.v. 0,6 m, en 244 Joule i.p.v. 488 Joule).

#### 4.2.10.3. Eis

De tank mag binnen 0,6 maal het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli niet lekken of breken, maar mag tijdens de resterende testcycli wel gaan lekken.

Bij tanks met een specifieke coating zoals bedoeld in punt 4.2.10.2.2, moet deze coating als gevolg van de val bovendien duidelijk zichtbare vervormingen vertonen, zoals gespecificeerd door de fabrikant van de tank.

#### 4.2.10.4. Resultaten

Het aantal cycli voordat breuk optreedt, alsook de plaats waar de breuk is begonnen en de beschrijving ervan moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

#### 4.2.11. Lekttest

##### 4.2.11.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 4 en tanks van type 3 met gelaste metalen voering.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

Partijtests — aantal voltooide tanks dat per partij moet worden getest: overeenkomstig punt 3.9.1.

Productietests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: alle.

##### 4.2.11.2. Procedure

De tank moet grondig worden gedroogd en gedurende ten minste 3 minuten met lekttestgas op de nominale werkdruk worden gebracht.

Voor partijtests: zie de testvolgorde in toelichting (6) bij tabel IV.3.9.

##### 4.2.11.3. Eis

Bij elke gedetecteerde lekkage via scheuren, poriën of soortgelijke gebreken moet de tank worden afgekeurd. Permeatie via de wand overeenkomstig punt 4.2.12 wordt niet als lekkage beschouwd.

## 4.2.11.4. Resultaten

De testresultaten moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II. De leksnelheid is alleen van toepassing op tests die met 100 % waterstof worden uitgevoerd. De leksnelheid voor andere gassen of gasmengsels moet worden omgezet in een leksnelheid die gelijkwaardig is aan die voor 100 % waterstof.

## 4.2.12. Permeatietest

## 4.2.12.1. Bemonstering

De test is alleen van toepassing op tanks van type 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.12.2. Procedure

Bij de uitvoering van deze test moet bijzondere aandacht worden besteed aan de veiligheid.

De tank moet worden getest in deze volgorde:

- a) breng de tank met waterstofgas op de nominale werkdruk;
- b) plaats hem in een afgesloten kamer bij  $15 \pm 2$  °C en controleer op permeatie gedurende 500 uur of totdat een stationair gedrag gedurende ten minste 48 uur wordt gehandhaafd.

## 4.2.12.3. Eis

De stationaire permeatiesnelheid moet minder bedragen dan  $6,0 \text{ Ncm}^3$  waterstof per uur per liter inwendig volume van de tank.

## 4.2.12.4. Resultaten

De stationaire permeatiesnelheid moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

## 4.2.13. Torsietest op het tankuiteinde

## 4.2.13.1. Bemonstering

De test is alleen van toepassing op tanks van type 4.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

Partijtests — aantal voltooide tanks dat per partij moet worden getest: overeenkomstig punt 3.9.1.

## 4.2.13.2. Procedure

De tank moet worden getest in deze volgorde:

- a) zet de romp van de tank vast zodat hij niet kan verdraaien;
- b) oefen op elk uiteinde van de tank een koppel uit van tweemaal het door de fabrikant gespecificeerde koppel voor de installatie van de klep of overdrukvoorziening, eerst in de richting om de schroefdraadverbinding aan te halen, dan in de richting om ze los te maken en ten slotte weer in de aanhaalrichting;
- c) voor typegoedkeuring moeten ook de volgende tests worden uitgevoerd:
  - i) lekttest overeenkomstig punt 4.2.11;
  - ii) barsttest overeenkomstig de punten 4.2.1.2 en 4.2.1.3.

Voor partijtests: zie de testvolgorde in toelichting (6) bij tabel IV.3.9.

## 4.2.13.3. Eis

Voor typegoedkeuring moet de tank de lek- en de barsttest doorstaan.

Voor partijttests moet de tank de lekttest doorstaan.

## 4.2.13.4. Resultaten

Het toegepaste koppel, de lekkage en de barstdruk moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II. De leksnelheid is alleen van toepassing op tests die met 100 % waterstof worden uitgevoerd. De leksnelheid voor andere gassen of gasmengsels moet worden omgezet in een leksnelheid die gelijkwaardig is aan die voor 100 % waterstof.

De fabrikant moet de resultaten gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

4.2.14. *Waterstofgaswisseltest*

## 4.2.14.1. Bemonstering

De test is van toepassing op tanks van type 4 en tanks van type 3 met gelaste metalen voering.

Typegoedkeuringstests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: 1.

## 4.2.14.2. Procedure

Bij de uitvoering van deze test moet bijzondere aandacht worden besteed aan de veiligheid.

De tank moet worden getest in deze volgorde:

- a) gebruik waterstofgas om de druk in de tank 1 000 maal te wisselen tussen  $\leq 2,0$  MPa en  $\geq$  de nominale werkdruk. De vultijd mag niet meer bedragen dan 5 minuten. Tijdens het ontluichten mogen de temperaturen de in punt 2.7.5 aangegeven waarden niet overschrijden;
- b) lekttest overeenkomstig punt 4.2.11.

Snijd de tank middendoor en controleer de voering en de overgang tussen de voering en het uiteinde op sporen van vermoeiingsscheurtjes of elektrostatische ontlading.

## 4.2.14.3. Eis

De tank moet voldoen aan de lekttestvoorschriften.

De voering en de overgang tussen de voering en het uiteinde mogen geen tekenen van verslechtering zoals vermoeidheidsscheuren en elektrostatische ontlading vertonen.

## 4.2.14.4. Resultaten

De totale lekwaarde moet worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

4.2.15. *Hydraulische test*

## 4.2.15.1. Bemonstering

De test is van toepassing op alle tanktypen.

Productietests — aantal voltooide tanks dat moet worden getest: alle.

## 4.2.15.2. Procedure en eis

- a) de tank moet op een druk  $\geq 1,5$  maal de nominale werkdruk worden gebracht. De autofrettagedruk mag in geen geval worden overschreden;



- b) de druk moet lang genoeg (ten minste 30 seconden) worden gehandhaafd om volledige expansie te garanderen. Als de druk door een storing in de testapparatuur niet kan worden gehandhaafd, mag de test worden herhaald bij een druk die 0,7 kPa hoger ligt. Er mogen niet meer dan twee dergelijke herhalings tests worden uitgevoerd;
- c) voor tanks van type 1, 2 of 3 moet de fabrikant de geschikte grenswaarde voor de permanente volumetrische expansie bij de toegepaste testdruk bepalen, maar de permanente expansie mag in geen geval groter zijn dan 5 % van de totale bij de testdruk gemeten volumetrische expansie. De permanente expansie wordt gedefinieerd als de resterende volumetrische expansie nadat de druk is afgelaten;
- d) voor tanks van type 4 moet de fabrikant de geschikte grenswaarde voor de elastische expansie bij de toegepaste testdruk bepalen, maar de elastische expansie van een tank mag de gemiddelde partijwaarde in geen geval met meer dan 10 % overschrijden. De elastische expansie wordt gedefinieerd als de totale expansie min de permanente expansie (zie onder c));
- e) tanks die niet aan de vastgestelde expansiegrenswaarde voldoen, moeten worden afgekeurd, maar mogen nog voor partijtests worden gebruikt.

#### 4.2.15.3. Resultaten

De resultaten moeten worden gepresenteerd in een testoverzicht, zoals aangegeven in het addendum bij het EG-typegoedkeuringscertificaat in deel 2 van bijlage II.

De fabrikant moet de resultaten gedurende de volledige levensduur van de tank bijhouden.

## DEEL 3

**Voorschriften voor andere onderdelen van een waterstofsysteem dan tanks die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof**

## 1. INLEIDING

Dit deel bevat de voorschriften en testprocedures voor andere onderdelen van een waterstofsysteem dan tanks die bestemd zijn voor het gebruik van gecomprimeerde (gasvormige) waterstof.

## 2. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

2.1. Voor andere onderdelen van een waterstofsysteem dan tanks moet typegoedkeuring worden verleend overeenkomstig de bepalingen van dit deel.

2.2. Tenzij anders aangegeven in deze verordening, moeten de delen van een verbinding voor een verwijderbaar opslagsysteem die op dat systeem en op het voertuig zijn gemonteerd, als afzonderlijke onderdelen worden behandeld.

2.3. Een elektrisch deel van een onderdeel dat in contact kan komen met ontvlambare mengsels van waterstof en lucht, moet:

2.3.1. zodanig zijn geïsoleerd dat er geen stroom loopt door delen die waterstof bevatten,

2.3.2. geïsoleerd zijn van de:

a) behuizing van het onderdeel;

b) tank of tankcombinatie.

2.4. Gelaste verbindingen vóór de eerste drukregelaar moeten aan hydraulische druktests tot driemaal de nominale werkdruk worden onderworpen zonder dat zij breken. Gelaste verbindingen na de eerste drukregelaar moeten aan hydraulische druktests tot driemaal de maximaal toelaatbare werkdruk worden onderworpen zonder dat zij breken.

## 3. TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

3.1. **Algemene voorschriften**

3.1.1. Tenzij anders aangegeven in dit deel, moeten alle tests bij omgevingstemperatuur worden verricht.

3.1.2. Er moet worden voorkomen dat er zich tijdens de in dit deel beschreven testprocedures explosieve gasmengsels ontwikkelen.

3.1.3. De lek- en druktests moeten ten minste 3 minuten duren.

3.1.4. Tenzij anders aangegeven, moet de uitgeoefende testdruk aan de inlaat van het geteste onderdeel worden gemeten.

3.1.5. Als een onderdeel door tankverrichtingen aan druk wordt blootgesteld, moeten vulcycli worden gebruikt. Als een onderdeel door de werking van het voertuig, d.w.z. door de bediening van de activeringsschakelaar van het voertuig, aan druk wordt blootgesteld, moeten bedrijfscycli worden gebruikt.

3.1.6. Behalve de onderstaande voorschriften moet de fabrikant ook alle in punt 4 bedoelde documenten invullen en ze bij de aanvraag voor typegoedkeuring indienen bij de bevoegde instantie.

3.1.7. De onderdelen moeten worden onderworpen aan de van toepassing zijnde testprocedures, zoals bedoeld in de tabel in bijlage V bij Verordening (EG) nr. 79/2009. De tests moeten worden uitgevoerd op onderdelen die representatief zijn voor de normale productie en voorzien zijn van het identificatiemerk van de fabrikant.

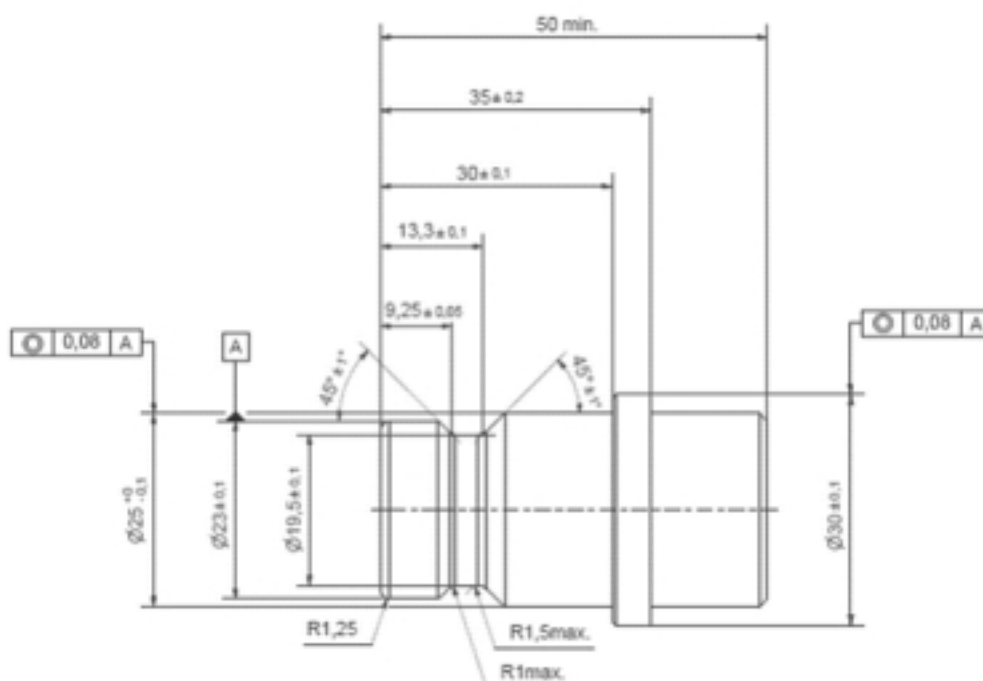
3.1.8. De in punt 4.2 gespecificeerde tests moeten worden uitgevoerd op dezelfde monsters van onderdelen in de volgorde zoals aangegeven in de tabel in bijlage V bij Verordening (EG) nr. 79/2009, tenzij anders bepaald, bijvoorbeeld voor fittings moet de corrosietest (4.2.1) worden gevolgd door een duurtest (4.2.2), vervolgens een hydraulische drukwisseltest (4.2.3) en ten slotte een uitwendige lekttest (4.2.5). Als een onderdeel geen metalen delen bevat, moeten de tests beginnen met de eerste van toepassing zijnde test.

### 3.2. Bijzondere voorschriften

- 3.2.1. Voor een flexibele brandstofleiding moet goedkeuring worden verleend in alle lengten met een door de fabrikant gespecificeerde minimale buigstraal; een dergelijke leiding moet met een specifiek type fitting worden geassembleerd.
- 3.2.2. Elke versterkende tussenlaag van een flexibele brandstofleiding moet tegen corrosie worden beschermd met een bekleding of door gebruik te maken van corrosiewerend materiaal, zoals bijvoorbeeld roestvrij staal, voor de versterking(en). Als een bekleding wordt gebruikt, moet de vorming van bellen tussen de lagen worden voorkomen.
- 3.2.3. Flexibele brandstofleidingen moeten een elektrische weerstand hebben van minder dan 1 mega-ohm per meter.
- 3.2.4. Het profiel van het aansluitpunt moet voldoen aan de afmetingen in de figuren 3.2.1 tot en met 3.2.3, al naargelang de nominale werkdruk, waarin H x staat voor een nominale werkdruk van x MPa bij 15 °C:

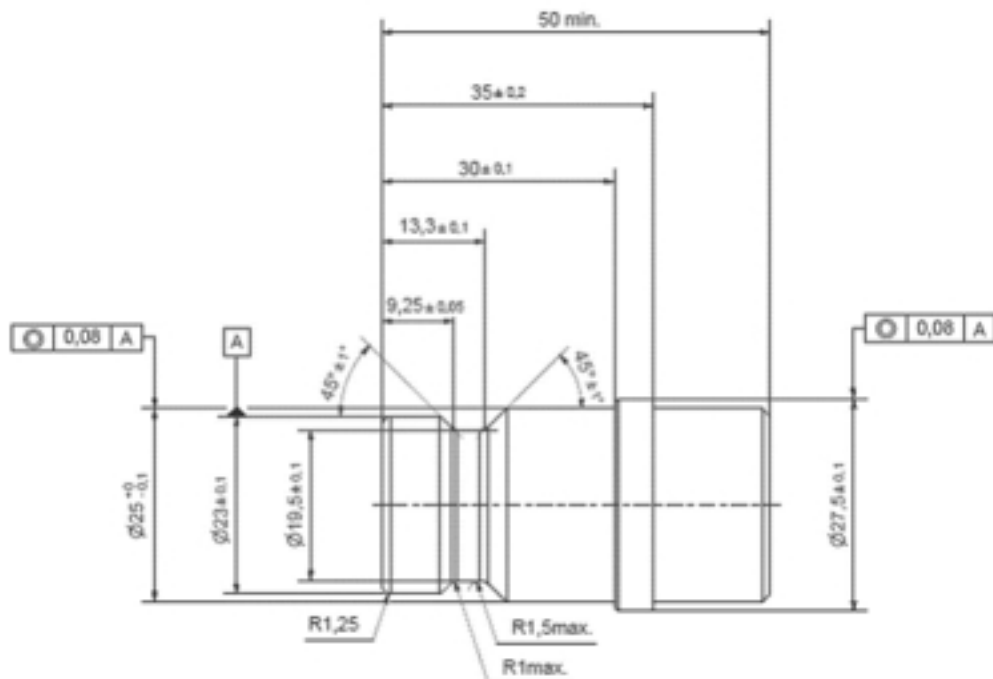
Figuur 3.2.1

#### H35 waterstofaansluitpunt



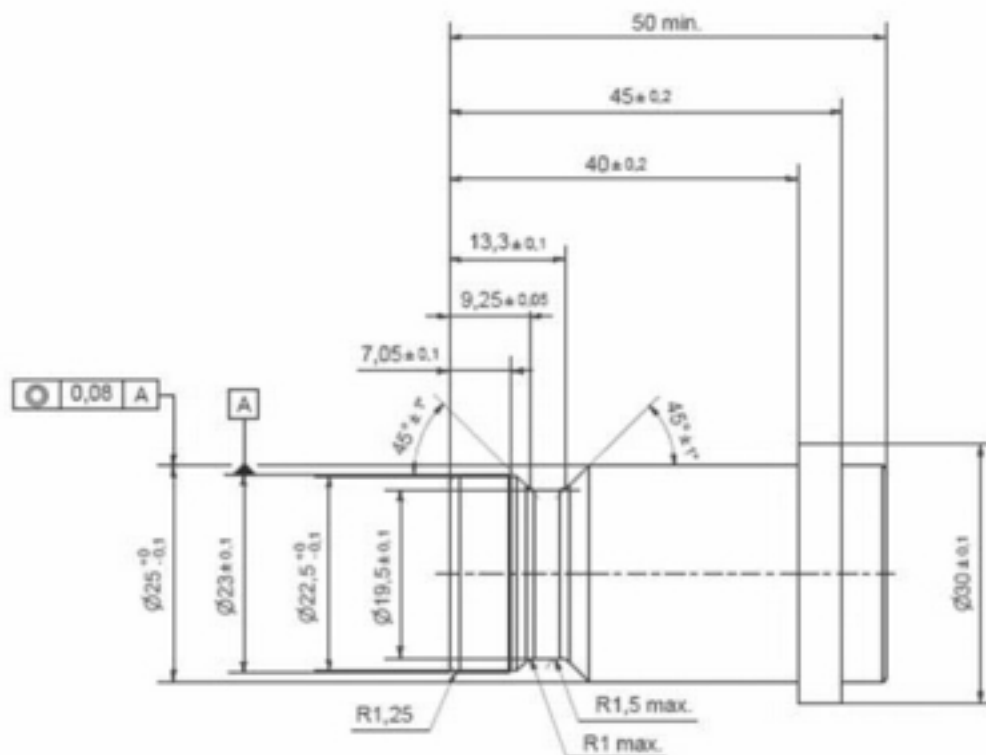
Figuur 3.2.2

## H35HF waterstofaansluitpunt (hoog debiet voor toepassing in commerciële voertuigen)



Figuur 3.2.3

## H70 waterstofaansluitpunt



- 3.2.5. De voldoende ductiliteit van metalen pijpen moet worden aangetoond met een buigtest overeenkomstig ISO 8491. Voor de buigstraal  $r$  geldt:  $r \leq 1,3$  maal de buitendiameter  $D$  van de pijp. De buighoek  $\alpha$  moet  $180^\circ$  zijn. Na de test mogen geen scheuren zichtbaar zijn. Het pijpmateriaal moet ten minste 30 % breukrek vóór koudvervorming of ten minste 14 % na koudvervorming vertonen.

#### 4. TESTPROCEDURES

##### 4.1. **Materiaaltests**

###### 4.1.1. *Waterstofcompatibiliteitstest*

###### 4.1.1.1. Bemonstering

De test is van toepassing op de materialen die in een specifiek onderdeel worden gebruikt en die in contact komen met waterstof, behalve:

- a) aluminiumlegeringen die voldoen aan de punten 6.1 en 6.2 van ISO 7866;
- b) staal dat voldoet aan de punten 6.3 en 7.2.2 van ISO 9809-1.

Aantal te testen materiaalmonsters: 3.

###### 4.1.1.2. Procedure en eisen

- a) Voor andere metalen dan bovengenoemde moet de waterstofcompatibiliteit worden aangetoond volgens ISO 11114-1 en ISO 11114-4. Als alternatief moeten de fabrikanten materiaalkwalificatietests uitvoeren in waterstofomgevingen zoals verwacht tijdens het bedrijf. Op grond van de resultaten moet bij het ontwerp rekening worden gehouden met een eventuele vermindering van de mechanische eigenschappen (ductiliteit, vermoeiingssterkte, breuktaaiheid enz.);
- b) Voor niet-metalen moet de waterstofcompatibiliteit worden aangetoond.

###### 4.1.1.3. Resultaten

De resultaten van de tests moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

###### 4.1.2. *Verouderingstest*

###### 4.1.2.1. Bemonstering

Alle in een specifiek onderdeel gebruikte niet-metalen moeten worden getest.

Aantal te testen materiaalmonsters: 3.

###### 4.1.2.2. Procedure en eisen

Bij de uitvoering van deze test moet bijzondere aandacht worden besteed aan de veiligheid.

De test moeten worden uitgevoerd overeenkomstig ASTM D572. Het monster moet bij de maximumtemperatuur van het materiaal overeenkomstig punt 2.7.5.1 bij 2,0 MPa gedurende een periode van 96 uur worden blootgesteld aan zuurstof. Hetzij de treksterkte en rek, hetzij de microhardheid moet voldoen aan de specificaties van de fabrikant. De testmonsters mogen geen zichtbare scheuren vertonen.

###### 4.1.2.3. Resultaten

De resultaten van de tests moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

###### 4.1.3. *Ozoncompatibiliteitstest*

###### 4.1.3.1. Bemonstering

De test is van toepassing op elastomeren die:

- a) gebruikt worden voor een afdichtvlak dat direct is blootgesteld aan lucht, bijvoorbeeld de buitenafdichting van een aansluitpunt;
- b) die gebruikt worden als bekleding van een flexibele brandstofleiding.

Aantal te testen materiaalmonsters: 3.

## 4.1.3.2. Procedure en eisen

De test moeten worden uitgevoerd overeenkomstig ISO 1431-1.

Het testmonsters moeten worden uitgerekt tot 20 % rek en gedurende 120 uur worden blootgesteld aan lucht van 40 °C met een ozonconcentratie van 0,5 ppm.

De testmonsters mogen geen zichtbare scheuren vertonen.

## 4.1.3.3. Resultaten

De resultaten van de tests moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

## 4.2. Tests van onderdelen

## 4.2.1. Corrosiebestendigheidstest

## 4.2.1.1. Bemonstering

Aantal te testen onderdelen: 3.

## 4.2.1.2. Procedure en eisen

Test a: Metalen onderdelen moeten, met alle openingen gesloten, worden onderworpen aan een pekeltest van 144 uur volgens ISO 9227 en moeten voldoen aan alle daarin vervatte voorschriften.

Test b: Een koperlegeringonderdeel moet, met alle openingen gesloten, bovendien gedurende 24 uur in ammoniak worden ondergedompeld volgens ISO 6957 en moet voldoen aan alle daarin vervatte voorschriften.

## 4.2.1.3. Resultaten

De resultaten van de tests moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

## 4.2.2. Duurtest

## 4.2.2.1. Bemonstering

Aantal te testen onderdelen: 3.

## 4.2.2.2. Procedures en eisen

## 4.2.2.2.1. Het onderdeel moet worden getest volgens de onderstaande procedure:

- a) breng het onderdeel met droge lucht, stikstof, helium of waterstof op de nominale werkdruk en onderwerp het bij omgevingstemperatuur aan 96 % van het totale aantal testcycli overeenkomstig tabel 4.2.2. Een complete testcyclus moet plaatsvinden binnen een periode van niet minder dan  $10 \pm 2$  seconden. Wanneer de klep zich in de gesloten stand bevindt, moet de stroomafwaartse druk dalen tot 0,5 maal de nominale werkdruk van het onderdeel of minder. Het onderdeel moet voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5) bij deze temperatuur;
- b) het onderdeel moet gedurende 2 % van het totale aantal testcycli bij de minimumtemperatuur van het materiaal overeenkomstig punt 2.7.5.1 en na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, in werking worden gesteld. Het onderdeel moet voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5) bij deze temperatuur;

- c) het onderdeel moet gedurende 2 % van het totale aantal testcycli bij de maximumtemperatuur van het materiaal overeenkomstig punt 2.7.5.1, na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, en bij 1,25 maal de nominale werkdruk in werking worden gesteld. Het onderdeel moet voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lekttests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5) bij deze temperatuur.

Tabel 4.2.2

**Testcycli voor kleppen**

Onderdeel	Aantal testcycli
Automatische klep	1,5 maal het aantal bedrijfs- of vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 of 2.7.7, al naargelang het gebruik van de klep.
Handbediende klep	100
Terugslagklep	2,0 maal het aantal bedrijfs- of vulcycli overeenkomstig punt 2.7.6 of 2.7.7, al naargelang het gebruik van de klep.

4.2.2.2.2. *Fittings*

Fittings moeten aan 25 aankoppel-/afkoppelcycli worden onderworpen.

4.2.2.2.3. *Flexibele brandstofleidingen*

De lengte van het flexibele deel van de flexibele brandstofleiding, inclusief alle fittings, dat bij de volgende test moet worden gebruikt, wordt berekend als volgt:

$$L = 4,142R + 3,57D$$

waarin:

L = lengte van het flexibele deel van de flexibele brandstofleiding

R = minimale buigstraal, zoals gespecificeerd door de fabrikant

D = buitendiameter van de flexibele brandstofleiding.

De flexibele brandstofleiding moet op de in figuur 4.2.2 beschreven wijze worden gebogen en in die positie op een testopstelling worden bevestigd met de fittings waarmee zij moet worden goedgekeurd. Eén uiteinde van de flexibele brandstofleiding moet worden bevestigd op een heen-en-weerbewegend spuitstuk en het andere uiteinde op een vast spuitstuk dat verbonden is met een hydraulische toevoer. De flexibele brandstofleiding moet door middel van een snelopenende elektromagnetische klep snel op druk worden gebracht, zodat één cyclus bestaat in het handhaven van de druk op 1,25 maal de nominale werkdruk gedurende  $10 \pm 1$  seconden (behalve voor flexibele brandstofleidingen met een vereiste materiaalt temperatuur van 120 °C, waarbij de handhavingsdruk 1,37 maal de nominale werkdruk moet bedragen) en dan het verminderen van de druk tot minder dan 0,1 maal de nominale werkdruk gedurende  $5 \pm 0,5$  seconden. Het totale aantal testcycli moet gelijk zijn aan 2,0 maal het aantal vul- of bedrijfscyclus overeenkomstig punt 2.7.6 of 2.7.7, naargelang het gebruik van de flexibele brandstofleiding. In voorkomend geval moet 50 % van de testcycli bij de minimale en de resterende 50 % bij de maximale materiaalt temperatuur worden uitgevoerd overeenkomstig punt 2.7.5.1.

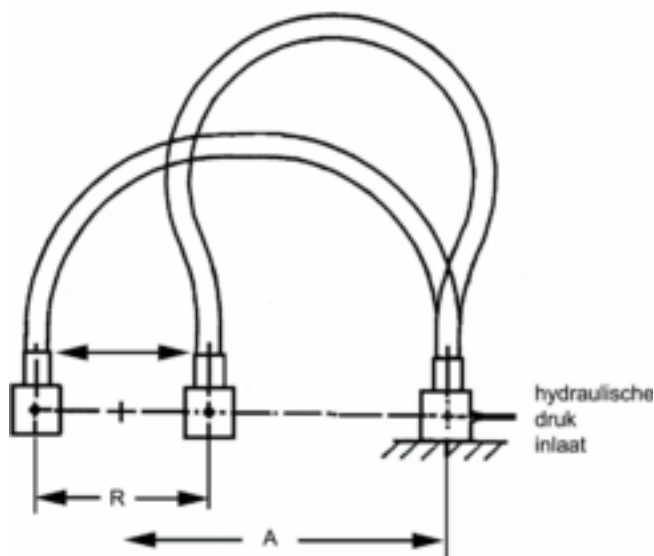
Op de hydraulische drukwisselingen is een buigcyclus gesuperponeerd. De buigfrequentie moet  $6 \pm 2$  % van de hydraulische drukwisselfrequentie bedragen, zodat de flexibele brandstofleiding zich bij elke opeenvolgende drukwisselimpuls in een andere configuratie bevindt. De testopstelling wordt getoond in figuur 4.2.2, waarbij de afstand A als volgt wordt berekend:

$$A = 1,75R + D$$

De flexibele brandstofleiding mag geen zichtbare tekenen van schade vertonen.

Figuur 4.2.2

## Testopstelling voor buigimpulsen



## 4.2.2.2.4. Drukregelaars

- a) De drukregelaar moet op een bron van lektestgas bij nominale werkdruk worden aangesloten en moet aan drukwisselingen worden onderworpen gedurende 95 % van het overeenkomstig punt 2.7.7 berekende aantal bedrijfscycli. Eén drukwisseling moet bestaan uit een gasstroom totdat een stabiele uitlaatdruk is bereikt, waarna de gasstroom door een snelsluitende klep na de drukregelaar wordt afgesloten totdat een stabiele sluitdruk is bereikt. De drukregelaar moet dan voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij omgevingstemperatuur;
- b) De inlaat van de drukregelaar moet gedurende 1 % van het aantal bedrijfscycli worden onderworpen aan drukwisselingen van de nominale werkdruk tot 0,5 maal de nominale werkdruk of minder. Vervolgens moet de drukregelaar voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij omgevingstemperatuur;
- c) De drukwisselprocedure onder a) moet worden herhaald bij de maximale materiaalt temperatuur overeenkomstig punt 2.7.5.1 en bij 1,25 maal de nominale werkdruk gedurende 1 % van het aantal bedrijfscycli. Vervolgens moet de drukregelaar voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij de maximale materiaalt temperatuur;
- d) De drukwisselprocedure onder b) moet worden herhaald bij de maximale materiaalt temperatuur en bij 1,25 maal de nominale werkdruk gedurende 1 % van het aantal bedrijfscycli. Vervolgens moet de drukregelaar voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij de maximale materiaalt temperatuur;
- e) De drukwisselprocedure onder a) moet worden herhaald bij de minimale materiaalt temperatuur overeenkomstig punt 2.7.5.1 en bij de nominale werkdruk gedurende 1 % van het aantal bedrijfscycli. Vervolgens moet de drukregelaar voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij de minimale materiaalt temperatuur;
- f) De drukwisselprocedure onder b) moet worden herhaald bij de minimale materiaalt temperatuur en bij de nominale werkdruk gedurende 1 % van het aantal bedrijfscycli. Vervolgens moet de drukregelaar voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (punt 4.2.4, respectievelijk 4.2.5), uitgevoerd bij de minimale materiaalt temperatuur.

## 4.2.2.2.5. Overdrukvoorzieningen

- a) Kruiptest

De overdrukvoorzieningen moeten hydrostatisch op een druk van 1,25 maal de nominale werkdruk worden gebracht en gedurende 500 uur op die druk worden gehouden bij een temperatuur (TL) die wordt berekend met de volgende formule:

$$TL = T (0,057) (0,34 \log(T/T_f))$$



waarin:

TL = testtemperatuur in °C

Tf = activeringstemperatuur van de overdrukvoorziening, °C

T = 82 °C

Log met grondgetal 10.

De overdrukvoorzieningen mogen geen tekenen van vervorming door kruip vertonen en moeten voldoen aan de voorschriften van de inwendige lekttest (punt 4.2.4) na aan bovengenoemde test te zijn onderworpen;

b) Activeringstemperatuur

Na de kruiptest onder a) moeten de overdrukvoorzieningen met droge lucht, stikstof, helium of waterstof op de nominale werkdruk worden gebracht. Vervolgens moeten de overdrukvoorzieningen aan een progressieve temperatuurwisseling vanaf de omgevingstemperatuur worden blootgesteld met een ritme van niet meer dan 10 °C per minuut totdat de gespecificeerde activeringstemperatuur min 10 °C is bereikt, en dan met een tempo van niet meer dan 2 °C per minuut totdat de overdrukvoorzieningen in werking treden. De activeringstemperatuur moet binnen een marge van ± 5 % liggen ten opzichte van de door de fabrikant aangegeven activeringstemperatuur. Na de activering mogen de overdrukvoorzieningen geen sporen van fragmentatie vertonen.

4.2.2.2.6. *Overdrukkleppen*

Breng de overdrukklep gedurende 25 cycli op druk. Een testcyclus bestaat erin dat de overdrukklep op de activeringsdruk wordt gebracht, zodat zij opengaat en ontluicht. Zodra de overdrukklep ontluicht, moet de inlaatdruk worden verminderd, zodat de klep weer dichtgaat. De cyclustijd moet  $10 \pm 2$  s bedragen. Voor de laatste cyclus moet de activeringsdruk worden geregistreerd; deze moet overeenkomen met de door de fabrikant aangegeven activeringsdruk, met een tolerantie van ± 10 %.

4.2.2.2.7. *Aansluitpunten*

De aansluitpunten moeten aan driemaal zoveel aankoppel-/afkoppelcycli worden onderworpen als het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli. Voor elke cyclus moet het aansluitpunt op een druk van 1,25 maal de nominale werkdruk worden gebracht.

4.2.2.2.8. *Sensoren voor waterstofsysteem*

Als een sensor bedoeld is om in een onderdeel van een waterstofsysteem te worden geïnstalleerd en hij aan hetzelfde aantal bedrijfs- of vulcycli wordt onderworpen, moet hij ook dezelfde duurttest ondergaan als dat onderdeel.

4.2.2.2.9. *Verbinding voor een verwijderbaar opslagsysteem*

Een verbinding voor een verwijderbaar opslagsysteem moet aan driemaal zoveel aankoppel-/afkoppelcycli worden onderworpen als het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli. Voor elke cyclus moet de verbinding op een druk van 1,25 maal de nominale werkdruk worden gebracht. Vervolgens moet de verbinding voor het verwijderbare opslagsysteem voldoen aan de voorschriften van de uitwendige lekttest (punt 4.2.5), wanneer de op het voertuig en op het verwijderbare opslagsysteem gemonteerde delen van die verbinding worden afgekoppeld en ook wanneer ze opnieuw worden aangekoppeld.

4.2.2.3. Resultaten

De resultaten van de test moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

4.2.3. *Hydraulische drukwisseltest*

4.2.3.1. Bemonstering

Aantal te testen onderdelen: 3.

4.2.3.2. Procedure en eisen

#### 4.2.3.2.1. *Overdrukvoorzieningen*

Overdrukvoorzieningen moeten worden onderworpen aan 1,5 maal het overeenkomstig punt 2.7.6 berekende aantal vulcycli bij zowel de minimale als de maximale materiaaltemperatuur overeenkomstig punt 2.7.5.1.

De druk moet periodiek wisselen van 2 MPa tot 1,25 maal de nominale werkdruk met een frequentie van niet meer dan 6 cycli per minuut, behalve wanneer wordt getest bij de minimale materiaaltemperatuur, waarbij de maximale testdruk de nominale werkdruk is.

Als smelbaar metaal wordt gebruikt in een overdrukvoorziening, mag het geen andere zichtbare sporen van uitvloeiing vertonen dan die welke het aanvankelijk al had.

#### 4.2.3.2.2. *Andere onderdelen dan overdrukvoorzieningen*

Vóór de hieronder beschreven wisseltest moeten de onderdelen worden onderworpen aan een hydraulische testdruk van 1,5 maal de nominale werkdruk of de maximaal toelaatbare werkdruk, al naargelang het geval. De onderdelen mogen geen tekenen van permanente vervorming of zichtbare lekken vertonen.

De onderdelen moeten worden onderworpen aan 3 maal het aantal vul- of bedrijfscycli, berekend overeenkomstig punt 2.7.6 of 2.7.7.

De druk moet periodiek wisselen van 2,0 MPa tot 1,25 maal de nominale werkdruk voor onderdelen vóór de eerste drukregelaar, of van 0,1 maal de maximaal toelaatbare werkdruk tot de maximaal toelaatbare werkdruk voor onderdelen na de eerste drukregelaar, met een frequentie van niet meer dan 6 cycli per minuut.

Vervolgens moet het onderdeel voldoen aan de voorschriften van de inwendige en uitwendige lektests (de punten 4.2.4 en 4.2.5).

#### 4.2.3.3. Resultaten

De resultaten van de tests moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

#### 4.2.4. *Inwendige lektest*

##### 4.2.4.1. Bemonstering

Aantal te testen onderdelen: 3.

##### 4.2.4.2. Procedure

De onderdelen moeten met lektestgas worden getest en op druk worden gebracht bij de inlaat van het onderdeel in zijn normale gesloten stand en met de uitlaatpoort open.

De onderdelen moeten onder de volgende omstandigheden worden getest:

- a) bij omgevingstemperatuur en bij 0,02 maal de nominale werkdruk en bij de nominale werkdruk. Als ook een uitwendige lektest (punt 4.2.5) vereist is bij deze temperatuur, mag hij vóór de volgende fase van deze test worden uitgevoerd;
- b) bij de minimale materiaaltemperatuur overeenkomstig punt 2.7.5.1, na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, en bij 0,02 maal de nominale werkdruk en bij de nominale werkdruk. Als ook een uitwendige lektest (punt 4.2.5) vereist is bij deze temperatuur, mag hij vóór de volgende fase van deze test worden uitgevoerd;
- c) bij de maximale materiaaltemperatuur overeenkomstig punt 2.7.5.1, na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, en bij 0,02 maal de nominale werkdruk en bij 1,25 maal de nominale werkdruk, behalve voor onderdelen met een vereiste materiaaltemperatuur van 120 °C, waarbij de hoogste testdruk 1,37 maal de nominale werkdruk moet bedragen.

Het onderdeel moet met de uitlaatpoort open op lekkage worden gecontroleerd. De lekkage kan worden bepaald met een debietmeter aan de inlaatzijde van het onderdeel of met een andere testmethode waarvan de gelijkwaardigheid is aangetoond.

## 4.2.4.3. Eis

Wanneer het onderdeel onder druk wordt gezet, mag het gedurende drie minuten geen bellen vertonen en mag het bij een debiet van meer dan 10 Ncm<sup>3</sup> per uur niet inwendig lekken.

## 4.2.4.4. Resultaten

De resultaten van de test moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.

4.2.5. *Uitwendige lektest*

## 4.2.5.1. Bemonstering

Aantal te testen onderdelen: 3.

## 4.2.5.2. Procedure

De onderdelen moeten onder de volgende omstandigheden met lekttestgas worden getest:

- a) bij omgevingstemperatuur en bij 0,02 maal de nominale werkdruk;
- b) bij omgevingstemperatuur en bij de nominale werkdruk;
- c) bij de minimale materiaalteratuur overeenkomstig punt 2.7.5.1, na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, en bij 0,02 maal de nominale werkdruk en bij de nominale werkdruk;
- d) bij de maximaal vereiste materiaalteratuur overeenkomstig punt 2.7.5.1, na voldoende conditioneringstijd bij deze temperatuur om de thermische stabiliteit te garanderen, en bij 0,02 maal de nominale werkdruk en bij 1,25 maal de nominale werkdruk, behalve voor onderdelen met een vereiste materiaalteratuur van + 120 °C, waarbij de hoogste testdruk 1,37 maal de nominale werkdruk moet bedragen.

Voor warmtewisselaars mag deze test alleen op het waterstofcircuit worden uitgevoerd.

## 4.2.5.3. Eisen

Tijdens de hele test mag het onderdeel niet via de afdichting van de as of het huis of via andere verbindingen gaan lekken en mag het geen tekenen van porositeit van het gietsel vertonen, aangetoond door middel van een tensioactieve stof zonder dat er in 3 minuten tijd bellen worden gevormd, of gemeten met een gecombineerde lek- en permeatiesnelheid van minder dan 10 Ncm<sup>3</sup> per uur (voor flexibele brandstofleidingen slechts 10 Ncm<sup>3</sup> per uur per meter), of het moet worden getest met een methode waarvan de gelijkwaardigheid is aangetoond. De toegestane leksnelheid is alleen van toepassing op tests met 100 % waterstof. De toegestane leksnelheid voor andere gassen of gasmengsels moet worden omgezet in een leksnelheid die gelijkwaardig is aan die voor 100 % waterstof.

## 4.2.5.4. Resultaten

De resultaten van de test moeten in een testoverzicht worden gepresenteerd.