4.11 Appendages

4.11.1 Algemeen

Een stoomketel moet voorzien zijn van de volgende voorgeschreven appendages:

- Tenminste twee veiligheden die dienen om het optreden van een te hoge druk te voorkomen;
- Eén hoofdstoomafsluiter en een aantal hulpstoomafsluiters om de leidingen te kunnen afsluiten, die de stoomruimte van de ketel verbinden met de werktuigen en met de eventuele andere ketels;
- Twee waterpeiltoestellen om de hoogte van het waterpeil in de ketel van buitenaf zichtbaar te maken;
- Een manometer waarmee men kan vaststellen, hoeveel de druk in de ketel hoger is dan de atmosferische druk en of men bij het stoken de toevoer van de brandstof moet doen toe- of afnemen;
- Twee voedingswater afsluiterklepkasten waarmee wordt voorkomen dat bij een breuk in de voedingswaterleiding de ketel wordt leeggeblazen. De afsluiters dienen ook om het voedingswater naar wens te verdelen over de verschillende ketels;
- De nodige spuiafsluiters om de ketel te kunnen ledigen en om de in de ketel bij het ontharden gevormde zouten en slib af te kunnen voeren.

4.11.2 Materialen voor appendages

Voor de huizen en de potten van appendages gebruikt men brons, gietijzer, gietstaal, en smeedstaal, Het zogenoemde binnenwerk van deze onderdelen, zoals zittingen, kleppen en klepstangen worden van niet roestende materialen vervaardigd, zoals brons, monelmetaal, nibrometaal en roestvaststaal. Voor de sluitvlakken van kleppen maakt men bij hoge stoomdrukken gebruik van harde metalen zoals stelliet.
Het gebruik van brons (koper met tin), messing (koper met zink) en (rood)koper mag bij stoominstallaties niet worden toegepast wanneer de bedrijfstemperatuur van de appendage hoger is dan 214 ºC.

Voor het vervaardigen van appendages is van belang:

Gietbaarheid

De gietbaarheid bepaalt in grote mate de uiteindelijke kwaliteit van het product. Het product moet glad en vrij zijn van gietgallen en slechts weinig krimpspanningen in zich hebben. Ook moet het materiaal tijdens het stollen homogeen van samenstelling blijven.

Hardheid

De hardheid is van belang bij het bewerken van het product en de slijtage tijdens gebruik. De hardheid van legeringen is meestal groter dan die van de afzonderlijke metalen waaruit de legering is samengesteld. Men ziet dat bij koper en tin, koper en nikkel en bij ijzer en koolstof.;

Treksterkte

De treksterkte neemt door legeren meestal toe. Brons, een legering van koper en tin, is qua treksterkte groter dan die van koper of tin afzonderlijk.

Weerstand tegen aantasting

Hiermee wordt bedoeld de weerstand tegen aantasting door water, dat al dan niet zouten of zuren bevat. Deze weerstand wordt door legeren van bepaalde metalen meestal groter.

Koper

Koper vaak aangeduid met roodkoper heeft een treksterkte tussen de 20 tot 25 kg/mm² en een rek van 50 %. Het is zeer zacht waardoor het zich gemakkelijk laat bewerken, maar weinig elastisch. Het is goed bestand tegen water, maar wordt aangetast door zuren. Koper is in gesmolten toestand dik vloeibaar in welke toestand veel gassen zijn opgelost die bij het stollen weer vrijkomen en gietgallen veroorzaken. Om deze redenen is koper niet geschikt voor gietwerk. Desalniettemin werden stoomleidingen van niet al te grote diameter en voedingswaterleidingen voor lage druk van roodkoper gemaakt.

Brons

Brons is een legering van ca 90% koper en 10% tin met een treksterkte van ca 30 kg/mm² en een rek van ongeveer 20%. Brons is goed gietbaar en gemakkelijk bewerkbaar en tevens uitstekend bestand tegen corrosie. De hardheid, ongeveer 90 graden Brinell, neemt toe met het tingehalte. Door de toevoeging van fosfortin wordt brons dun vloeibaar. Ook belet deze toevoeging de vorming van ongewenste oxiden tijdens het gieten. Tot een temperatuur van 214 ºC was en is brons nog steeds een veel toegepast materiaal bij stoominstallaties.

Monelmetaal

Monelmetaal is een in de natuur gevonden nikkel-koperlegering die ook geschikt is voor temperaturen hoger dan 214 ºC, namelijk tot ca. 400 ºC. Het bevat 67% nikkel , ca 29% koper en enige procenten andere stoffen. Het is met haar treksterkte van ca. 65 kg/mm² en een rek van 30% een bijzonder sterk materiaal. Voor sluitvlakken in appendages is de grote hardheid, ongeveer 60º Brinell, van dit materiaal van belang. Bovendien is dit materiaal goed bestand tegen intering. Monelmetaal is goed gietbaar en met moderne verspaningsgereedschappen goed bewerkbaar.

Nibrometaal

Nibrometaal is in tegenstelling tot monelmetaal een kunstmatige nikkel-koperlegering. De eigenschappen vertonen grote overeenkomst met die van monelmetaal. Deze legering wordt in verschillende samenstellingen gemaakt en is daardoor in verschillende hardheden, van 150 – 320º Brinell, verkrijgbaar.

Stelliet

Voor zittingen van kleppen voor hoge druk en hoge temperatuur past men tegenwoordig een opgelaste rand hardmetaal toe. Een voorbeeld hiervan is stelliet, dat bestaat uit 60% kobalt, 30% chroom en 10% wolfram. Dit materiaal is na het oplassen alleen met zeer harde slijpstenen te bewerken. Ondanks de grote hardheid, ca. 500º Brinell, is het materiaal vrij taai.

Gietijzer

Gietijzer bevat ca. 3,5% koolstof, heeft een giettemperatuur van 1250 ºC en is dun vloeibaar. Het laat zich gemakkelijk gieten maar krimpt wel na het stollen. Het heeft in gelegeerde samenstellingen een grote trekvastheid, 20 – 30 kg/mm², maar heeft praktisch geen rek en is zodoende slecht bestand tegen schokken. Hierbij moet men denken aan waterslag in stoomleidingen en aan de schokken in de voeding waterleiding veroorzaakt door de plunjer- of zuiger- ketelvoedingwaterpompen. Gietijzer gaat roesten op bewerkte vlakken en verandert in aanraking met water ook op niet bewerkte vlakken zodanig van structuur dat het zelfs op grote diepte haar sterkte geheel verliest. Door toevoeging van legeringsbestanddelen kan men gietijzer bereiden dat een grote treksterkte heeft (40 – 50 kg/mm²) en een grote rek (5 – 10 %).
Gietijzer is vanwege de hiervoor genoemde matige eigenschappen in de volgende gevallen verboden om te worden toegepast.

- In alle gevallen:
  - Voor ketels waarvoor een vergunning nodig is.
  - Voor huizen van kranen en voor delen van pijpleidingen, die men niet tot de korte verbindingsstukken rekent.
  - Voor vaten, die als een deel van de stoomleiding zijn te beschouwen, zoals stoomfilters.

- Indien de werkdruk hoger is dan 3 kg/cm² overdruk:
  - Voor tuiten, bochtstukken en andere buisvormige verbindingsstukken aan de ketel.
  - Voor huizen van afsluiters en kleppen, die de waterruimte van de ketel afsluiten.

- Indien de werkdruk hoger is dan 3 kg/cm² en tevens de som van de doorlaat in mm en zesmaal de werkdruk in kg/cm² groter is dan 150:
  - Voor huizen van kleppen en afsluiters op de stoomruimte.
  - Voor korte bocht- en verbindingsstukken, met dien verstande dat dit verbod niet geldt voor onderdelen waardoor water wordt gevoerd met een temperatuur lager dan 100°C

Gietstaal
Het voor appendages gebruikte gietstaal heeft een grotere treksterkte (40 - 60 kg/cm²) en in tegenstelling tot gietijzer, een grotere rek (ca. 14 – 20 %). Daarom is het ook geschikt voor huizen van appendages die bestemd zijn voor een hogere druk. Dit staal bevat 0,15 – 0,25% koolstof, tenminste 0,5% mangaan en 0,2% silicium, maar mag maximaal 0,05 fosfor en 0,06 zwavel bevatten. Voor toepassing bij temperaturen boven de 350°C wordt het gelegeerd met 0,5 – 1% molybdeen, om het kruipen dat gewoon gietstaal bij die temperatuur begint te vertonen tegen te gaan.

Smeedstaal
Smeedstaal, al dan niet gelegeerd om corrosie en kruipen te voorkomen, wordt veel gebruikt voor appendages met kleine afmetingen, die bestemd zijn voor zeer hoge drukken. Het staal wordt dan in de vereiste vorm gebracht door persen of smeden en daarna uitwendig afgewerkt door boren, draaien, kotteren of frezen. Ook worden appendages uit meerdere losse onderdelen opgebouwd die vervolgens door middel van lassen worden samengesteld.

4.11.3 Veiligheidstoestellen

Het eenvoudigste veiligheidstoestel is een gietijzeren of stalen pot voorzien van een bronzen zitting waarop een klep met een smalle platte rand rust, direct of indirect aangedrukt door een gewicht.
Het is moeilijk te zeggen welke voorschriften in het kader van de wetgeving voor stoominstallaties het belangrijkst zijn, maar zeker is dat de meeste moeilijkheden zich voordoen bij de keuze van de veiligheids- toestellen. Veel gestelde vragen zijn: hoeveel kleppen moet een toestel hebben en welke diameter, moeten de kleppen hebben en moeten deze veer- of gewichtsbelast zijn. In deze paragraaf zal een zo duidelijk mogelijke uiteenzetting worden gegeven met betrekking tot dit onderwerp.

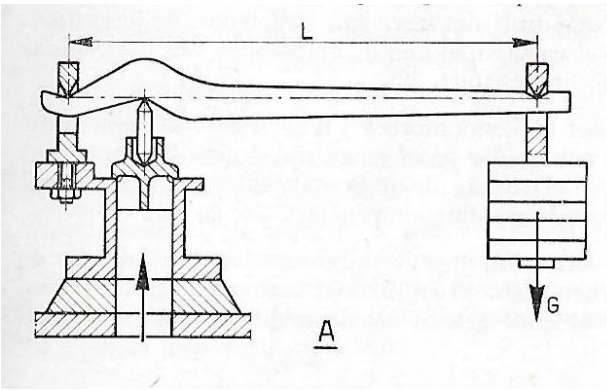
Veiligheidstoestellen, in het algemeen spraakgebruik meestal als veiligheidskleppen aangeduid, dienen om stoom uit de ketel af te voeren voor de volgende gevallen:

- Als de druk tijdens het bedrijf, bijvoorbeeld als er pomp plotseling stil valt, stijgt boven de toegestane werkdruk.
- Als men bij ernstige vervormingen of lekkage aan de ketel de druk snel wenst te verlagen, om ongevallen te voorkomen.
- Als men in korte tijd de ketel toegankelijk wil maken voor inspectie en reiniging.

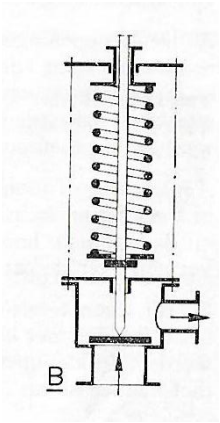
Behalve de veiligheidsklep op de stoomruimte plaatst men ook een veiligheidsklep op de afvoerzijde van de oververhitter. Deze opent bij een lagere druk dan de veiligheidsklep op de ketel zodat de ontwijkende stoom eerst de oververhitter passeert. Zo wordt voorkomen dat de oververhitter tijdens het afblazen niet wordt gekoeld en een te hoge temperatuur aanneemt.
In de eenvoudigste vorm bestaat een veiligheid uit een opening die voorzien is van een klepzitting, die wordt afgesloten door een uitwendig aangebrachte klep. Op die klep moet een dusdanige kracht werken, dat hij tot het bereiken van de werkdruk gesloten blijft, Deze kracht wordt uitgeoefend door een gewicht dat direct op de klep (directe gewichtsbelasting) dan wel via een hefboom (indirecte gewichtsbelasting) werkt. Ook kan de sluitkracht door een gespannen schroefveer op de klepstang werken (directe veerbelasting).
Gewichtsbelasting van veiligheden is verplicht gesteld voor vaste toestellen dat wil zeggen ketels en vaten die onbeweeglijk zijn opgesteld op vaste standplaatsen, zoals bij poldergemalen.
Uitzonderingen hierop zijn:

- Kleppen waarvan de middellijn kleiner dan 25 mm is; deze moeten voorzien zijn van een veerbelasting.
- Als de kracht tegen de onderzijde van de klep minder dan 25 kg of meer dan 500 kg is, mag veerbelasting worden toegepast.

Bij vaartuigen zal men geen door gewichten belaste veiligheden aantreffen omdat bij eventueel slagzij de op de klep uitgeoefende kracht vermindert, de projectie van de hefboom L wordt korter waardoor de veiligheid voortijdig afblaast.



Gewichtbelaste veiligheid



Veerbelaste veiligheid

Algemene bepalingen

Een stoomketel met een verwarmd oppervlak, groter dan 1 m² moet zijn voorzien van tenminste twee veiligheden om er ten alle tijden zeker van te zijn dat voldoende stoom wordt afgevoerd. De middellijn van de klepopening mag niet kleiner zijn dan 25 mm.

De klepopening en de toe- en afvoerleidingen van de veiligheidstoestellen moeten zo ruim zijn bemeten, dat ook bij maximale stoomontwikkeling van de stoomketel en bij gesloten stoomafsluiters de druk niet meer dan 15% boven de toegestane werkdruk kan stijgen.

Bij stoomketels met een verwarmd oppervlak, groter dan 1 m², die uit de hand (dus met steenkolen of hout) worden gestookt en met natuurlijke trek werken, worden de klepopeningen voldoende geacht als de middellijn van elke klep niet kleiner is dan:

$$\mathrm{d} = 25 + 6{,}25\,\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{p}+1}\ [\mathrm{mm}] \quad \text{indien } \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{p}+1} \text{ niet groter is dan } 4$$

$$\mathrm{d} = 25\,\sqrt{\frac{F}{p+1}}\ [\mathrm{mm}] \quad \text{indien } \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{p}+1} \text{ groter is dan } 4$$

Hierin is F het verwarmd oppervlak in m² en p de toegestane werkdruk uitgedrukt in kg/cm².

<u>Voorbeeld 1</u>

Bepaal de klepdiameter van de veiligheid van een Lancashire ketel met een V.O. van 100 m² en een werkdruk van 10 kg/cm².

Eerst moet nagegaan worden welke formule van toepassing is.

$$\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{p}+1} = \frac{100}{10+1} = 9{,}09$$

Het resultaat is groter dan 4 zodat de klepdiameter als volg berekend wordt:

$$d = 25\sqrt{\frac{F}{p+1}} = 25\sqrt{\frac{100}{10+1}} = 75\ [\mathrm{mm}]$$

Deze stoomketel moet dus van een veiligheid met twee kleppen worden voorzien, elk met een diameter van tenminste 75 mm.

Voorbeeld 2

Bepaal de klepdiameter van de veiligheid van een niet nader te noemen type ketel met een V.O. van 40 m² en een werkdruk van 10 kg/cm².

Eerst moet nagegaan worden welk formule van toepassing is.

$$\frac{F}{p+1} = \frac{40}{10+1} = 3{,}6$$

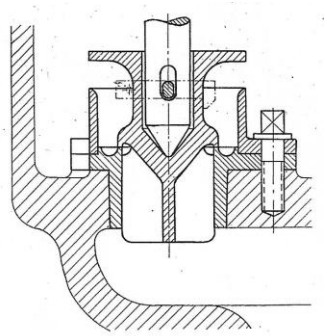
Het resultaat is kleiner dan 4 zodat de klepdiameter als volgt berekend wordt:

$$d = 25 + 6{,}25\ \frac{F}{p+1} = 25 + 6{,}25\ \frac{40}{10+1} = 47{,}72\ [\mathrm{mm}]$$

Deze stoomketel moet dus van een veiligheid met twee kleppen worden voorzien, elk met een diameter van 50 mm.

Klepconstructie

De klep van de direct belaste veiligheid op de volgende bladzijde zal bij het overschrijden van de toegestane druk de stoom stootsgewijs aflaten omdat bij een geringe drukdaling de klep door het gewicht weer op de zitting wordt gedrukt. Dit heeft niet alleen een hoogst onaangenaam geluid tot gevolg maar veroorzaakt bovendien schokgolven in de ketelconstructie en het daarmee verbonden leidingwerk. Daarom wordt de klep voorzien van een schotel en is de zitting verdiept aangebracht.



De ontwijkende stoom zal de klep meenemen en tegen de borst van het er boven geplaatste deksel drukken en dus vol openen; er zal dan de maximale hoeveelheid stoom ontwijken. De klep sluit niet voordat de keteldruk voldoende ver onder de toegestane keteldruk is gedaald. Het verschil tussen afblaasdruk en sluitdruk bedraagt bij kleppen groter dan 32 mm 4 à 5% en bij kleppen kleiner dan 32 mm 8 à 10%. Bij een aantal veiligheidstoestellen is dit verschil in te stellen met behulp van een ring om de zitting van de klep. Een en ander zoals in de hiernaast afgebeelde figuur is aangegeven.

Hooglichtende veiligheid

We noemen een dergelijke klep een hoog lichtende veiligheidsklep. Het hinderlijke met korte stoten stoom aflaten wordt hiermee voorkomen. Een tweede voordeel van een hoog lichtende veilheidsklep is, omdat ze meer stoom per tijdseenheid kunnen afvoeren, ze kleiner kunnen zijn.

Afvoer

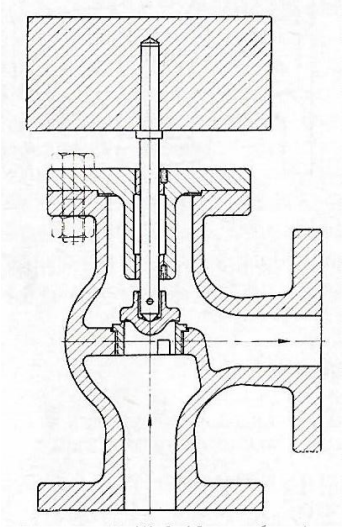
Hooglichtende veiligheden moet zijn voorzien van een doelmatige afvoerpijp, welke in de buitenlucht uitmondt. De afvoerpijp dient om te voorkomen, dat personen, die zich in de nabijheid van de veiligheid bevinden, door de grote hoeveelheid stoom welke bij het openen van de klep plotseling ontwijkt, brandwonden zouden oplopen. Een klein ketelhuis zou, indien het veiligheidstoestel niet was voorzien van een afvoerpijp, in korte tijd geheel vol met stoom staan. Het spreekt voor zich dat de afvoerpijp op een voor personen veilige plek dient uit te monden. Meestal wordt de pijp door het dak van het ketelhuis gevoerd. De afvoer moet voldoende ruim bemeten zijn zodat geen drukopbouw van betekenis optreedt

Gewichtbelaste veiligheden

Hiervoor is uiteengezet wanneer gewichtbelasting moet worden toegepast en wat de minimale klepdiameter van de desbetreffende veiligheid moet zijn. Hierna zal iets meer over deze toestellen worden gezegd, speciaal over de constructie van hefbomen en gewichten. De gewichten kunnen namelijk op twee manieren op de klepsteel van het toestel worden bevestigd.

Directe belasting

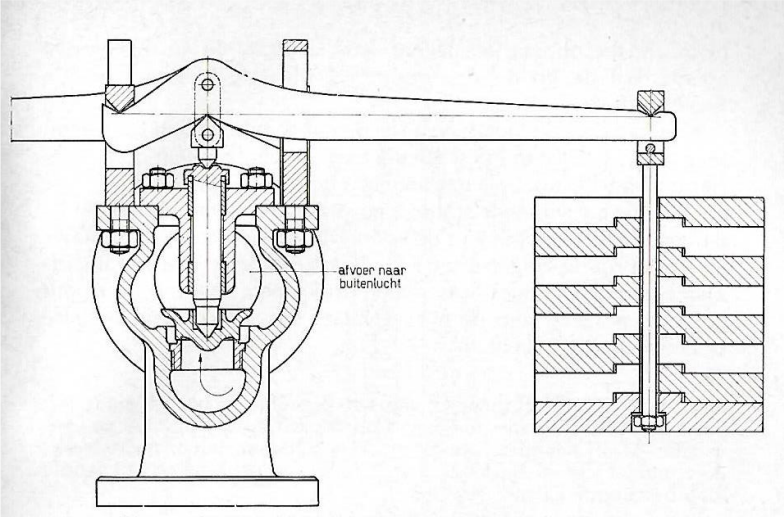
Van de direct belaste veiligheid geeft de figuur hiernaast een voorbeeld. Hier drukt het gewicht direct op de klep. Dit houdt in dat de druk niet te hoog mag zijn anders wordt het gewicht te zwaar. In het algemeen worden om die reden boven een werkdruk van 0,5 kg/cm² geen direct belaste kleppen toegepast. Op stoomketels van gemalen zal men dergelijke veiligheden dan ook niet aantreffen. Hierbij wordt aangetekend dat, hier niet getekend, de gewichten bestaan uit meerdere goed hanteerbare ronde op elkaar gestapelde gietijzeren schijven.



Direct en gewicht belaste veiligheid

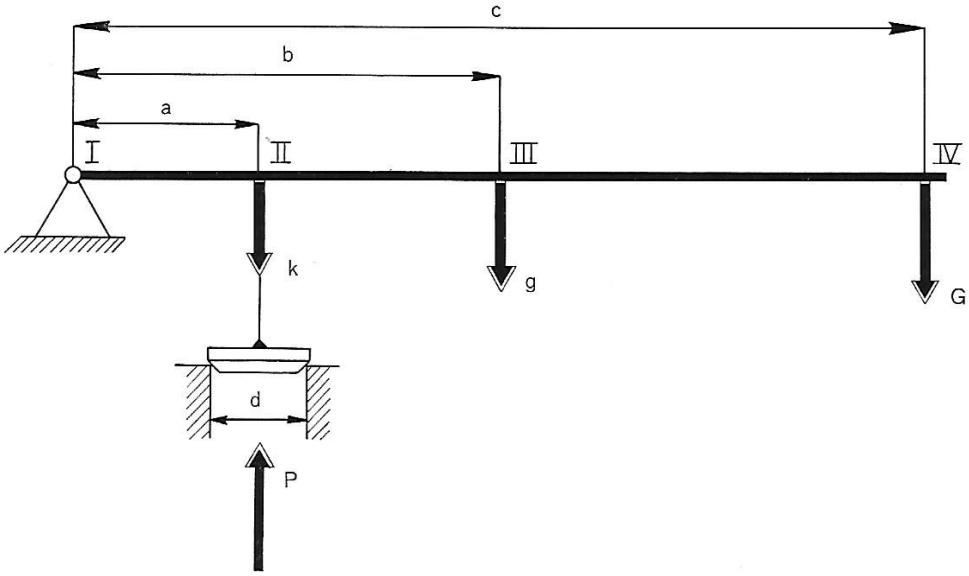
Indirecte belasting

Door gebruik te maken van een voldoende lange hefboom kan het gewicht beperkt worden en verkrijgt men eenvoudige en zeer betrouwbare veiligheidstoestellen die toepasbaar zijn op stoomketels met niet al te hoge druk



Indirect en gewicht belaste veiligheid

De lengten van de hefbomen zijn niet wettelijk vastgelegd en zijn een kwestie van fabricaat. Gezocht wordt naar een gunstige verhouding tussen de lengte van de hefboom en de gewichten. Het is nodig hiervoor de hefboom te tekenen en de optredende krachten aan te geven. Een en ander zoals hieronder schematisch is weergegeven.



Klephefboomlengtes, krachten en gewichten

Met behulp van de momentenstelling en aan de hand van de keteldruk, de klepdiameter van de veiligheid en de gegevens van de hefboom, is het gewicht G te bepalen dat aan de hefboom moet hangen.

$$P.a = G.c + g.b + k.a \text{ [kgm]}$$

Of anders geschreven en betrokken op het gewicht G:

$$G = \frac{P\,.\,a - g\,.\,b - k\,.\,a}{c}\,[kg]$$

De kracht P op de klep met een keteldruk p is:

$$P = \frac{\pi}{4}(d + 0{,}2)^2.\,p\ [kg]$$

Zodat het gewicht G berekend kan worden met:

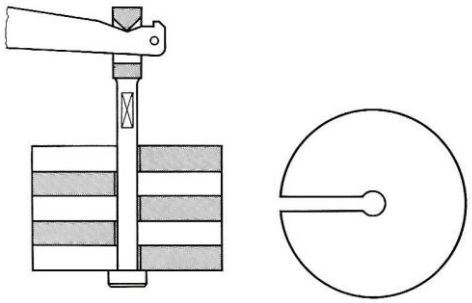
$$G = \frac{\frac{\pi}{4}(d + 0{,}2)^2.\,p\,.\,a - g\,.\,b - k\,.\,a}{c}\,[kg]$$

Voorbeeldberekening van het gewicht van een veiligheid.

Gegevens					
Gewicht klep en klepsteel	1.1	kg	Klepdoorlaat	65	mm
Gewicht hefboomarm	0,8	kg	Werkdruk	10	kg/cm²
Lengte krachtarm c	850	mm			
Lengte lastarm a	85	mm			
Lengte kracht arm tot zwaarte punt b	400	mm			

$$G = \frac{\frac{\pi}{4}(6{,}5 + 0{,}2)^2.\,10\,.\,85 - 0{,}8\,.400 - 1{,}1\,.\,85}{850} = 34.7\ [kg]$$

Een uit een stuk bestaand gewicht, waarmee de veiligheidsklep wordt belast, of elk van de schijven waaruit een gewicht is samengesteld moet massief zijn en mag niet meer wegen dan 25 kg. Dat de schijven massief moeten zijn is om te voorkomen dat deze bewust dan wel onbewust worden verzwaard, bijvoorbeeld met water, en pas bij een hogere druk afblazen. In het voorgaande voorbeeld zullen voor de gewichtsbelasting minstens twee schijven worden gebruikt. De schijven moeten van dezelfde materiaalsoort zijn gemaakt en dezelfde diameter hebben, zodat ze alleen in dikte verschillen. Zij moeten stuksgewijs van de afhangsteun afneembaar zijn, maar dat mag niet mogelijk zijn door ze uitsluitend zijdelings te verschuiven



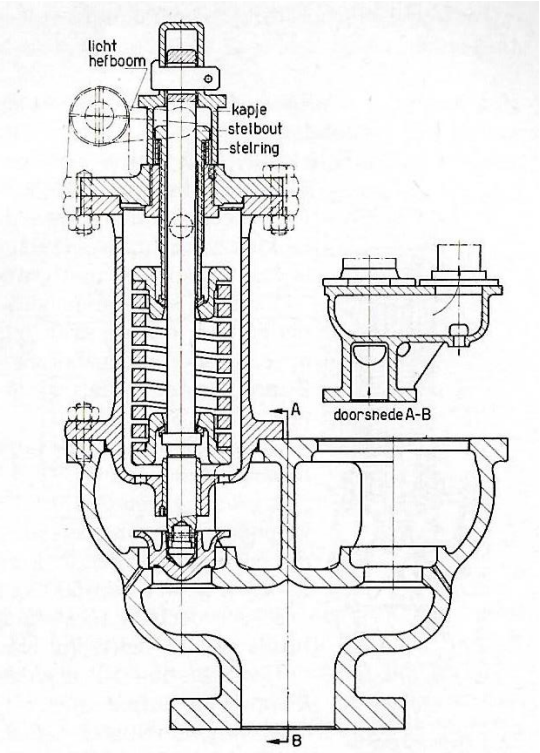
Schijfgewichten

De hefboom moet zodanig zijn ingericht, dat het gewicht aan de hefboom niet kan verschuiven. Een en ander op de wijze zoals in de hierboven afgebeelde figuur is aangegeven.

Veerbelaste veiligheden

Hiervoor is aangegeven dat vast opgestelde stoomketels van een gewichtbelaste veiligheid moeten zijn voorzien. Uitzonderingen hierop zijn veiligheden waarvan de diameter van de klep kleiner is dan 25 mm of als de druk tegen de onderzijde van de klep minder dan 25 of meer dan 500 kg is. In die gevallen mag een veerbelaste veiligheid worden toegepast.

Een voorbeeld van de direct en door een veer belaste veiligheid wordt met de hier onder afgebeelde figuur gegeven. Hier drukt de veer direct op de klep. Bij veer- belasting moet de constructie zodanig zijn dat als de veer breekt, de klep niet uit de geleiding mag worden gedrukt en er dientengevolge een overmatig grote doortocht ontstaat. Dit wordt bereikt door de klep naar boven toe een aanslag te geven. De afstand tussen de bovenzijde van de klep en de aanslag moet dus kleiner zijn dan de lengte van de klepgeleiding. Voorts moet er een mogelijkheid zijn de klep te lichten.

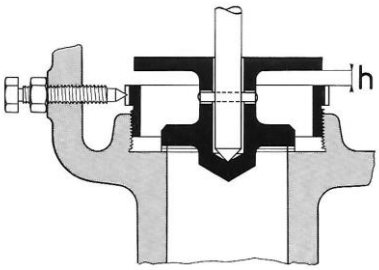


De juiste veerspanning en daarvan afgeleid de afblaas- druk moet kunnen worden ingesteld door een van schroefdraad voorziene stelbout, die op de bovenste veerschotel drukt. Nadat de klep met de juiste veerspanning is afgesteld wordt onder de boutkop een uit twee helften bestaande stelring, de zogenoemde gouvernementsring, geplaatst. Deze ring moet het verder spannen van de veer en dus het afblazen bij een hogere dan de toegestane druk voorkomen.

Veerbelaste veiligheid

De twee helften van de stelring worden verzegeld om te voorkomen dat niet geautoriseerde personen de afstelling veranderen. Het verzegelen gebeurde vroeger door de ambtenaar van het stoomwezen. Sinds 1999 vallen stoomketels onder de Richtlijn Drukapparatuur (Pressure Equipment Directive – afgekort PED), en is het stoomwezen als zodanig opgeheven. De bevoegdheden zijn ondergebracht bij onafhankelijke keuringsinstanties de zogenoemde Notified Body's (NoBo's).

Indien de hoeveelheid damp welke een veiligheidsklep kan afvoeren regelbaar is dan moet het instellen hiervan met een zodanige inrichting geschieden dat deze in de vereiste stand deugdelijk kan worden vastgezet. Daartoe bevindt zich, zoals in de figuur hier naast wordt aangegeven onder de klepschotel een stelring waarmee het afblaas traject kan worden beïnvloed. De afstand h is bepalend voor de sluitdruk. Hoe kleiner h is, des te later sluit de klep, maar hoe hoger de klep licht; er moet dus met de stelring een stand worden gezocht, waarbij de klep zo hoog mogelijk licht, en na voldoende afblazen zo snel mogelijk sluit. Maakt men h (te) groot, dan sluit de klep wel snel, maar licht hij maar weinig.

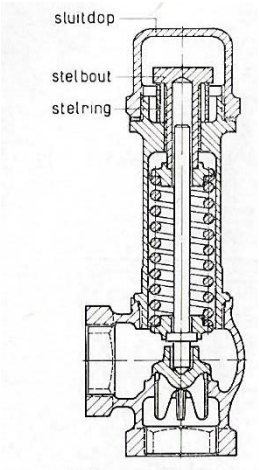


Detail stelring

Zou men de stelring helemaal naar beneden draaien dan blijft er van het hoger lichten niets over en wordt er onvoldoende stoom afgeblazen. Dit is de reden dat de stelring, overigens ook bij gewichtbelaste kleppen, vastgezet moet kunnen worden.

Veiligheidskleppen, welke zodanig zijn geplaatst, dat zij voor diegene die het stoom- of damptoestel moet bedienen niet gemakkelijk zijn te bereiken, moeten van een inrichting zijn voorzien die het mogelijk maakt vanaf een gemakkelijk bereikbare plaats de kleppen te lichten. Ook dit voorschrift geldt voor gewichtbelaste veiligheden.

Nabij veiligheidskleppen met veerbelasting moet een aansluiting aanwezig zijn, waarop een controle manometer aangesloten kan worden. Dit dient om bij het afstellen van de veiligheid de afblaas- en sluitdruk af te lezen. De aansluiting wordt op dezelfde wijze gerealiseerd als bij de manometer in de buurt van het stookfront van de ketel.



De figuur hiernaast geeft een eenvoudig geconstrueerde veiligheid weer met een klepdiameter kleiner dan 25 mm. Deze veerbelaste veiligheid is slechts toegestaan voor ketels met een zeer kleine capaciteit, dus een klein VO en of een lage druk. Deze veiligheid heeft geen hefinrichting waarmee de werking kan worden geactiveerd.

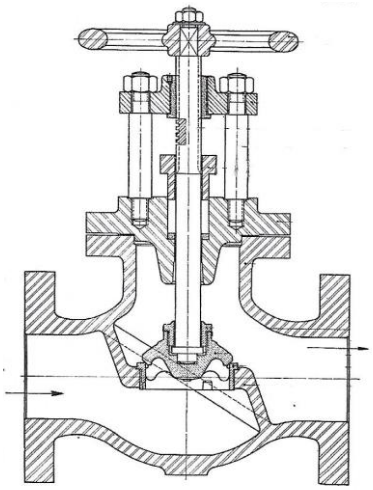
Kleine veerbelaste veiligheid

4.11.4 Hoofdstoom en hulpstoomafsluiters

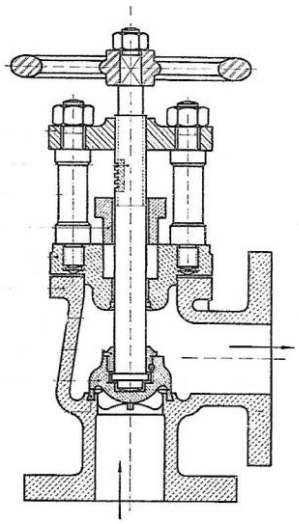
Ten behoeve van bediening, onderhoud en een veilig gebruik moet elke pijpleiding van een ketelinstallatie zo dicht mogelijk bij de ketel van een afsluiter zijn voorzien. Als afsluiters aan stoomketels mogen zowel klep- als schuifafsluiters en onder bepaalde en nader aangegeven voorwaarden ook kranen worden gebruikt. Voor de hoofd- en hulpstoomafsluiters worden meestal klepafsluiters toegepast.

Klepafsluiters

Wenst men dat de toe- en afvoer in elkaars verlengde liggen, dan gebruikt men rechte afsluiters zoals hieronder is afgebeeld. Op de ketel waar de toevoer en de afvoer meestal een rechte hoek met elkaar maken, plaatst men een haakse afsluiter. Een haakse afsluiter heeft het voordeel dat de stromingsweerstand en daarmee het drukverlies 40-50 % minder is.



Rechte stoomafsluiter

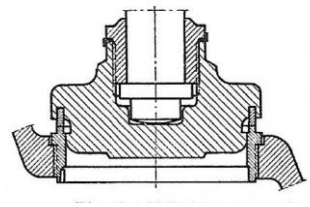


Haakse stoomafsluiter

De zitting wordt bij bronzen afsluiters dikwijls gevormd door de rand van de klepopening. In gietijzeren afsluiters bestaat de zitting veelal uit een cilindrische bus van brons en in gietstalen afsluiters gebruikt men een nikkel legering of hardmetaal bijvoorbeeld stelliet. Ook ringen van nikkel of nikkelbrons, met een rechthoekige doorsnede, geperst in een trapezium vormige groef, zoals uitgevoerd bij de hierboven afgebeelde haakse stoomafsluiter, komen vrij veel voor. Hoewel de uitzettingcoëfficiënten van nikkel en gietstaal nagenoeg even groot zijn, scheuren deze ringen toch na enige tijd als het huis door kruip wel in grootte toeneemt en de ring niet.

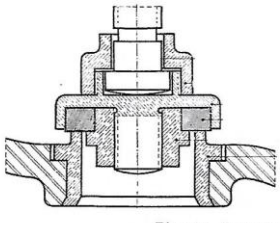
De kleppen van de afsluiters waren vroeger altijd van brons, hadden een kegelvormig sluitvlak en aan de onderzijde, zoals bij de hierboven afgebeelde rechte stoomafsluiter, vleugels voor geleiding. Deze vleugels vormden een grote stromingsweerstand en zijn daarom bij later ontwikkelde afsluiters eerst korter gemaakt en later zelfs geheel weggelaten. Een klep met een kegelvormig sluitvlak en zonder geleiding zou, indien hij zonder borst en een wartel beweeglijk aan de klepstang is bevestigd verkeerd in de klepopening kunnen worden gedrukt en daardoor niet goed sluiten. Van kleppen zonder vleugels zijn daarom de sluitvlakken niet kegelvormig maar vlak. Voor lage drukken

bestond de klep en het sluitvlak uit een stuk of werd het sluitvlak gevormd door een afzonderlijk ring. Deze ring maakt men van koper, opgevuld met pakking materiaal (vroeger asbest) dat werd opgesloten, zoals op de afbeelding hiernaast is te zien, door een moer. Zulke veerkrachtige ringen voldoen heel goed terwijl het vervangen van de dichtingsring minder tijd kost dan het opschuren van de klepzitting. Deze uitvoering wordt Jenkinsklep genoemd



Jenkinsklep (zachte zitting)

Voor hoge drukken gebruikt men soortgelijke ringen, maar dan van nikkel opgevuld met pakking materiaal. Dan wel kleppen van brons of staal met een rand van nikkel of hard nikkelbrons, die er in geperst is. Teneinde er zeker van te zijn dat de sluitvlakken van de klep precies op elkaar komen, is de klep voorzien van een zogenoemde zoeker die in de klepopening past. Hij sluit bij dalende klep bovendien al met het cilindrische vlak de opening af als er tussen de eigenlijke sluitvlakken nog vrij veel ruimte is. Het beschadigen van die sluitvlakken door het ”snijden’’ van de stoom wordt zo voorkomen.

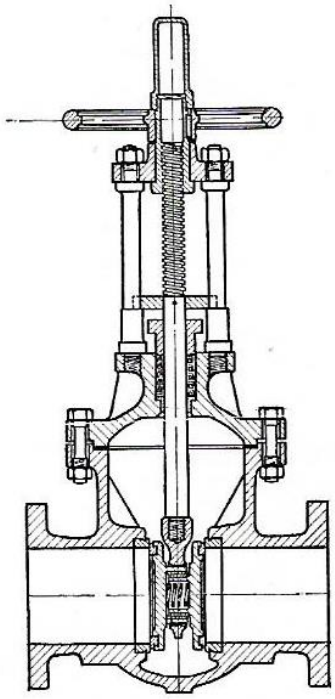


Jenkinsklep (harde zitting)

De kleppen van de stoomafsluiters worden gelicht door de klepstang met het handwiel omhoog te draaien in de draadbus van het brugstuk. Dit brugstuk is met twee kolombouten bovenop het deksel geplaatst. De schroefdraad is zodoende onttrokken aan de schadelijke inwerking van de stoom. Een nadeel van deze zogenoemde buitendraad is dat de drukpunten van de klepstang in het brugstuk en de klep verder uit elkaar komen te liggen waardoor uitzetting en de daardoor ontwikkelde sluitkrachten een grotere rol gaan te spelen. Van een stalen afsluiter die in koude toestand wordt dichtgezet zal bij verwarming de bronzen klepstang meer uitzetten dan de kolombouten van de afsluiter. De klep zal als gevolg hiervan met grote kracht op de zitting worden gedrukt en moeilijker zijn te openen. De klepstang is voorzien van rechtse rechthoekige schroefdraad omdat deze minder wrijving veroorzaakt. Om de stoom afvoer te sluiten moet men het handwiel rechtsom draaien en visa versa. De bovenkant van de wartel waarmee de klep aan de stang is bevestigd is evenals de onderkant van het deksel onder de pakkingbus van een schuine kant voorzien. Door de afsluiter helemaal open te draaien kan de pakkingkamer worden afgesloten en eventueel onder druk opnieuw worden verpakt. Ook biedt het de mogelijkheid de pakkingkamer bij lekkage af te sluiten. Gebruikelijk is een afsluiter vanuit de uiterste geopende stand een kwartslag dicht te draaien. De klep kan dan niet verkleven aan het deksel en daardoor bij het dichtdraaien de schijn wekken dat de afsluiter al gesloten is.

Schuifafsluiters

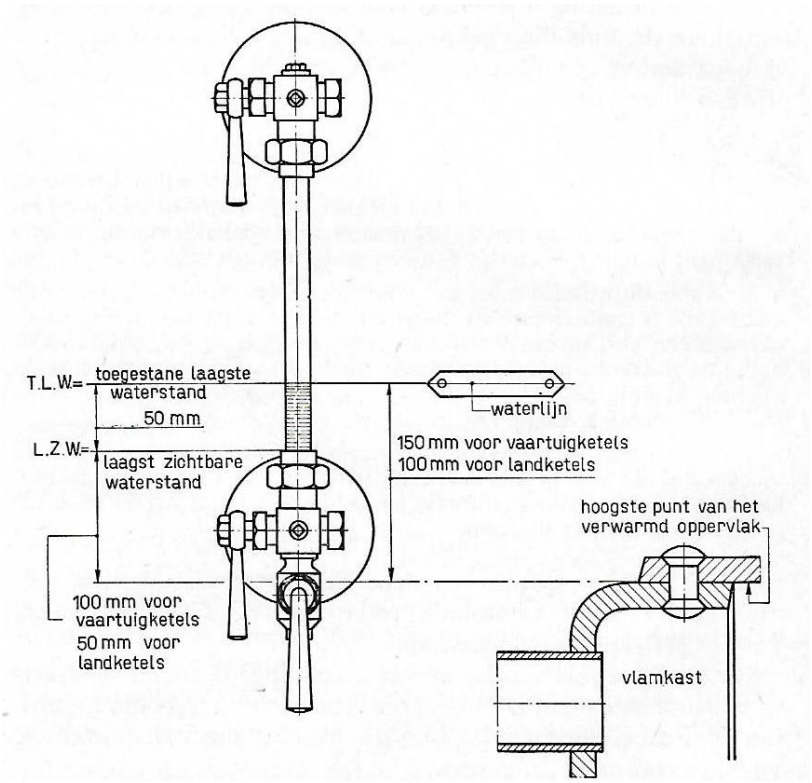
In de figuur hieronder is een zogenoemde parallelschuifafsluiter getekend met spiraalveer belaste schuiven. Het probleem dat de afdichting klemt als gevolg van het verschil in uitzetting van de verschillende materialen is hier niet aanwezig. Verder is de stromingsweerstand, omdat de volle doortocht wordt vrijgemaakt, bij dit type afsluiter belangrijk minder dan bij een rechte of haakse klepafsluiter. Voorts is een schuifafsluiter, in tegenstelling tot een klepafsluiter, gemakkelijk te openen en te sluiten. De afdichting geschiedt door twee schuifhelften, die door een drukveer (spiraalveer) uit elkaar gehouden worden. Door de stoomdruk wordt de ene schuifhelft op de zitting gedrukt, zodat de stoomdruk zelf voor de afdichting zorgt. De schuif en de zittingringen zijn veelal van het harde Nibro metaal gemaakt en zuiver glad bewerkt. De zittingen zijn hier in het huis gerold. De spindel is van roestvast chroomnikkelstaal gemaakt en wordt door de moer in het handwiel omhoog geschroefd. Sommige fabrikanten voorzien bij grote afsluiters de moer van kogellagers zodat er nog minder energie nodig is voor het openen en sluiten. Ook wordt vaak gebruik gemaakt van een omloopleiding. Met behulp van een afsluiter in deze relatief kleine leiding wordt de druk voor en achter de schuif vereffend, verdwijnt het drukverschil op de schuif en kan deze gemakkelijker worden geopend. Deze omloopleiding biedt tevens de mogelijkheid om de afvoerleiding en de daaraan gekoppelde installaties voor te warmen voordat ze daadwerkelijk in bedrijf worden gesteld.



Schuifafsluiter

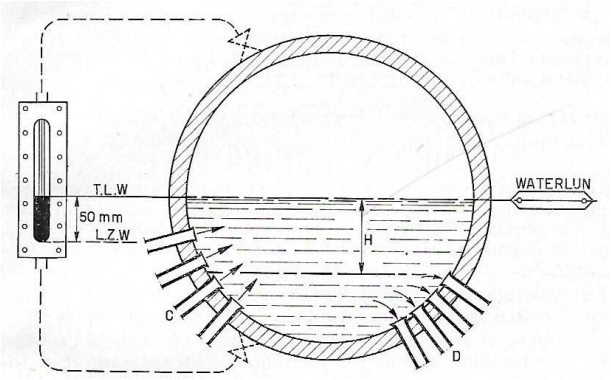
4.11.5 Peilglazen en peiltoestellen

Vast opgestelde stoomketels met een VO groter dan 5 m2 moeten zijn voorzien van twee peiltoestellen, waarvan er één een peilglas moet zijn. We zien hier dat het stoombesluit verschil maakt tussen een peilglas en een peiltoestel en wel om reden dat zij een peiltoestel minder betrouwbaar vindt. Beide geven het waterpeil in de stoomketel weer.
Er bestaat kans dat gedurende het bedrijf een peilglas springt, of dat het toestel niet de juiste stand van het ketelwater aanwijst. Om tijdens het inzetten van een nieuw glas, of tijdens het opsporen van de oorzaak voor een miswijzing, de waterstand toch te kunnen waarnemen zijn er twee peiltoestellen voorgeschreven. Bij gebruik van twee peilglazen kan men, als aan de juiste aanwijzing wordt getwijfeld, de stand en de beweeglijkheid met elkaar vergelijken.



Plaats peiltoestel op de keteldrum (Schotse ketel)

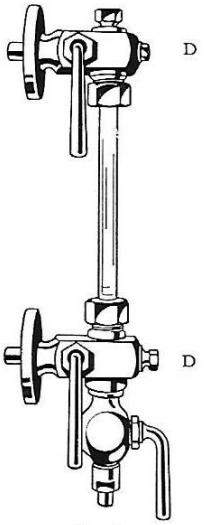
Peilglazen moeten zo geplaatst zijn, dat de laagst zichtbare waterstand (L.Z.W.) 50 mm beneden de laagst toegestane waterstand (L.T.W.) ligt. Nabij elk der peilglazen moet op de ketel een koperen strook, de zogenoemde waterlijn, zijn aangebracht. Deze waterlijn is gelijk aan de laagst toegestane waterstand (LTW) en ligt voor vuurgangketels 100 mm boven het hoogste punt van het verwarmde oppervlak. Bij vuurgangketels is dit de bovenkant van de vuurgang en bij Schotse ketels de bovenkant van de vlamkast.
Bij waterpijpketels wordt het toegestane waterpeil vastgesteld op een hoogte H die zekerheid geeft van voldoende circulatie en dus koeling van de pijpen. Hiertoe zijn, zoals in de figuur op de volgende bladzijde is aangegeven, de plaats van de valpijpen bepalend.



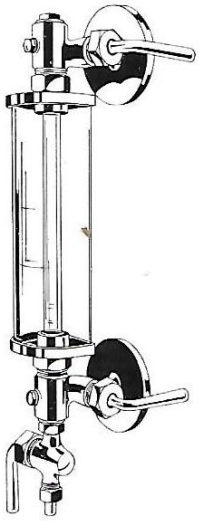
Plaats peiltoestel op de keteldrum (waterpijpketel)

Peilglazen

De werking van een peilglas berust op het beginsel van de communicerende vaten. Een peilglas bestaat in principe uit een boven- en een ondermontuur met daar tussen een cilindrische glazen buis , of bij hogere stoom drukken een in een houder geklemde vlakke glasstrip. Peilglazen zijn in diverse uitvoeringen in de handel. In de onderstaande figuren zijn de meest toegepaste uitvoeringen weergegeven.



Peilglas met cilindrisch glas



Cilindrisch peilglas met beschermglas

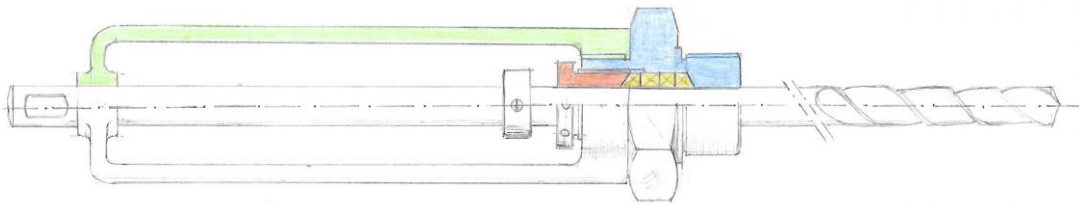
Peilglas met vlak glas

Het glas staat aan de onderzijde met de waterruimte en aan de bovenzijde in verbinding met de stoomruimte van de ketel. De meestal uit brons vervaardigde monturen zijn voorzien van kranen of afsluiters om het peilglas van de ketel af te kunnen sluiten voor onderhoud en controle op de goede werking.

Peilglazen met cilindrisch glas

In de figuur op de volgende bladzijde is een peilglastoestel getekend met kranen en een zelfsluitend watermontuur. Het onderste montuur bevat een waterkraan waarmee de waterruimte kan worden afgesloten

In het onder montuur is een waterkraan geschroefd, die dient om naar verkiezing de verbinding met de stoom- of de waterruimte door te blazen. Aan de doorblaaskraan is een pijpje bevestigd om de stoom of het water naar een veilige plek in de ketelruimte te leiden. Tijdens bedrijf staat de waterkraan open en de doorblaaskraan dicht. Van alle kranen staat dan het handel van de kraan naar beneden om te voorkomen dat de stand van de kraan door trilling veranderen kan. Een gewone tapse plug sluit, vooral na langdurig gebruik, niet goed af en gaat vast zitten. Om deze reden gebruikt men vaak de zogenoemde asbestkranen met een cilindrische plug. In het sluitvlak van het montuur zijn in de lengterichting van het gat zwaluwstaart vormige sleuven aangebracht die na het inzetten van de plug worden opgevuld met daarvoor geschikt pakkingmateriaal met een enigszins smerend vermogen. Het vroeger toegepaste asbestpluksel in combinatie met grafiet mag niet meer worden gebruikt. Door verontreinigingen in de ketel en ketelsteen kunnen de relatief kleine doortochten in de armaturen verstopt raken. Tegenover de stoom- en waterkraan zit daarom een opening die wordt afgesloten door een boutje. Door eerst de stoom- en waterkraan te sluiten en het boutje uit het montuur te nemen kan men met een zogenoemd boornaaldtoestel de verbindingen met de ketel, terwijl deze onder druk staat, doorsteken. In de figuur op de volgende bladzijde is een boornaaldtoestel getekend. Het doorsteken van de verbinding onder druk vereist enige vaardigheid en men dient daarbij voorzichtig te werk te gaan, waarbij moet worden voorkomen dat men blootgesteld wordt aan de hete stoom dan wel dat onderdelen afbreken. De doorblaas- kraan laat men hierbij open staan zodat het los geboorde vuil meteen wordt afgevoerd.



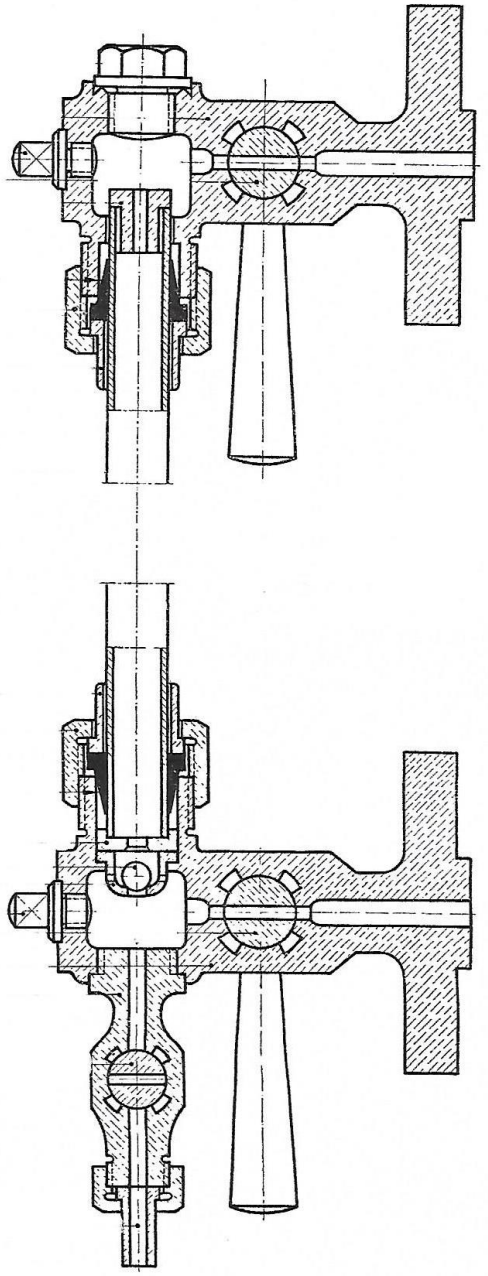
Boornaaldtoestel

De ronde glazen buis rust aan de onderzijde op de grondring die een opstaande rand heeft waar het glas in past. De waterdichte afdichting wordt verkregen met een kegelvormige rubberen ring, (“Woodite-ring”) van een speciaal rubber dat bestand is tegen hoge temperaturen. Deze ring heeft een dun uitlopende doorsnede, waarvan het buigzame ondereinde door het water of de stoom met zoveel kracht tegen het glas wordt gedrukt dat er een goede afdichting ontstaat. De Woodite-ring wordt met een bronzen ring en wartel in het desbetreffende pakkingkamertje gedrukt. De bovenkant van de drukring in het ondermontuur is tevens de laagst zichtbare waterstand (LZW). Als men niet beschikt over Woodite ringen kan men de drukring omdraaien en de pakkingkamer vullen met afdichtingskoord om toch een goede afdichting te verkrijgen.

Bij het eventueel springen van het glas stroom er uit het bovenmontuur stoom en uit het ondermontuur heet water. Van het water dat nu onder atmosferische druk komt, verandert door de druk- vermindering een deel in stoom. Deze hoeveelheid stoom is zelfs vijfmaal zo groot als die uit het boven montuur komt. De met veel gesis ontsnappende stoom, maar nog meer het rondspattende water, is zeer hinderlijk en gevaarlijk als men de kranen in het boven- en ondermontuur moet sluiten. Daarom voorziet men het ondermontuur meestal van een zelfwerkende afsluiting. Onder de grondring waar het glas op rust is daartoe een korfje aangebracht, waarin een kogeltje ligt. Tijdens bedrijf blijft de kogel liggen, echter als het glas breekt wordt het kogeltje met de waterstroom mee- gesleurd en tegen de opening in de grondring gedrukt en sluit zodoende het ondermontuur af. Het korfje is zo hoog in het montuur geplaatst dat het geen beletsel vormt bij het doorsteken van de kraan.

In het bovenmontuur kan het glas vrij uitzetten. Voor het vernieuwen van het glas is aan de bovenkant van het boven- montuur een opening met een schroefdop aangebracht. In het glas plaatst men soms een bronzen busje waarvan de opening overeenkomt met die van de stoomkraan zodat bij het breken van het glas de uitstromende hoeveelheid stoom wordt beperkt.

Het springen van het glas levert gevaar op voor het bedienend personeel van de ketel. Om wegvliegen van stukken glas te voorkomen plaatst men om cilindrische peilglazen een U-vormige bescherming van draadglas. De bescherming dient tevens voor het afschermen tegen koude lucht waardoor het glas kan springen.

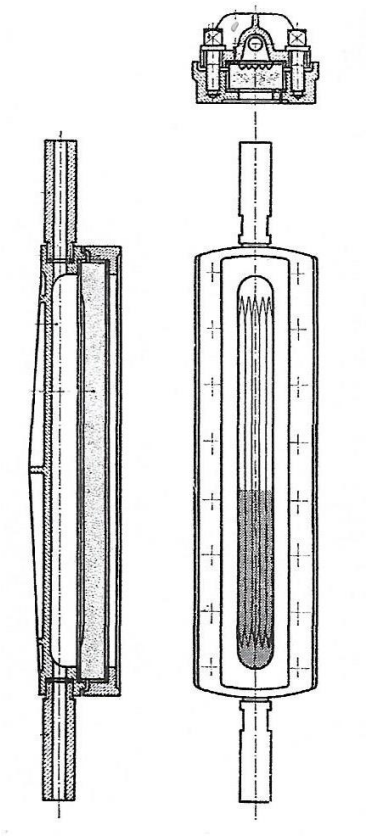


Rond peilglas met boven- en ondermontuur

Achter het glas brengt men een lat, met daarop schuin rood – wit geverfde strepen, aan. Doordat lichtstralen anders breken in water dan in stoom worden de strepen gespiegeld weergegeven en het is waterpeil duidelijker zichtbaar.

Peilglazen met vlak glas

Het herhaaldelijk voor komen van het springen van cilindrische peilglazen heeft geleid tot de ontwikkeling van het zogenoemde Klinger-peilglas waarbij gebruik wordt gemaakt van een vlakke glasstrook. Dit type peilglazen is zo samengesteld dat ze op dezelfde monturen als die voor cilindrische glazen gebruikt kunnen worden. Een kast voorzien van twee ingeschroefde pijpstukken komt op de- zelfde wijze als een glazen buis in verbinding met de stoom- en de waterruimte en vult zich, afhankelijk van het peil, gedeeltelijk met water. Aan de voorzijde is de kast bedekt met een dikke strook glas. Deze strook rust op een rand pakking en wordt aangedrukt door een deksel met boutjes zodat deze stoom en waterdicht is afgesloten. In de hiernaast afgebeelde figuur is aangegeven hoe een en ander op elkaar aansluit. In het deksel is een brede sleuf gefreesd, waardoorheen het glas zichtbaar is. Het glas is aan de binnenzijde voorzien van scherpkantige groeven in de lengterichting. Waar zich de stoom achter de glasstrook bevindt, wordt het invallende licht weerkaatst, zodat het glas daar helder wit ziet. Waar zich achter de glasstrook water bevindt gaat het licht naar de met opzet zwart geschilderde achterwand van het kastje zodat het glas zich daar zwart vertoont. De afscheiding van wit en zwart geeft de waterstand zeer duidelijk aan. Men noemt deze toestellen ”reflex”-peiltoestellen Bij gebruik van deze toestellen zijn geen pielglasbeschermers nodig.



Vlak peilglas zonder monturen

Miswijzing van peilglazen

De vloeistofspiegels in twee communicerende vaten staan op gelijke hoogte als het soortelijk gewicht, de volumieke massa, in beide vaten gelijk is en als de druk boven de vloeistofspiegels even hoog is. Bij een peilglas dat met korte pijpen verbonden is met de stoom- en de waterruimte van de ketel, zal het water in de pijp naar het ondermontuur weinig in temperatuur verschillen met het ketelwater. Tijdens bedrijf heeft het water in de ketel een hogere temperatuur dan in het peilglas en bevat bovendien een hoeveelheid dampbellen, zodat het gemiddelde soortelijke gewicht lager is dan in het aanmerkelijk koudere glas, te weten het andere been van het communicerende vat. Het waterpeil in het glas kan hierdoor 4 – 5 cm lager staan dan in de ketel.

Bij het doorblazen van het peilglas maakt het koudere water in het glas plaats voor het warmere water uit de ketel en zal daardoor direct daarna een hoger peil aanwijzen. Het doorblazen van het watermontuur is dus een methode om bij benadering de miswijzing van het peilglas vast te stellen. Als de waterkraan verstopt is blijft het water in het glas stilstaan. Stilstand van water in het glas is altijd een aanwijzing voor verstopping. met als gevolg dat het water zover afkoelt dat de stoom daarboven condenseert. Het peilglas wijst nu te hoog aan, een uiterst gevaarlijke situatie die snel kan verergeren.
Als door onachtzaamheid de kraan of de afsluiter in het bovenmontuur te weinig open staat kan de druk in het peilglas lager zijn dan in de daarmee verbonden ketel. Ook dan zal het peilglas een te hoge waterstand weergeven. Het peil in het glas moet licht op en neer bewegen; zodra dit niet het geval is moet men het glas doorblazen en vaststellen of er geen miswijzing optreedt. Bij het doorblazen moet men voorzichtig te werk gaan en plotselinge druk- en temperatuurschommelingen vermijden omdat anders het glas breekt.

Peiltoestellen
Onder peiltoestellen worden verstaan: afstandpeiltoestellen en toestellen waarmee het actuele vloeistof- niveau van de stoomketel door middel van een wijzer wordt aangegeven. Peiltoestellen worden toegepast op die ketels, waarbij het vloeistofniveau vanaf de bedieningsplaats moeilijk of in het geheel niet waarneembaar is zoals bijvoorbeeld bij sectie ketels.

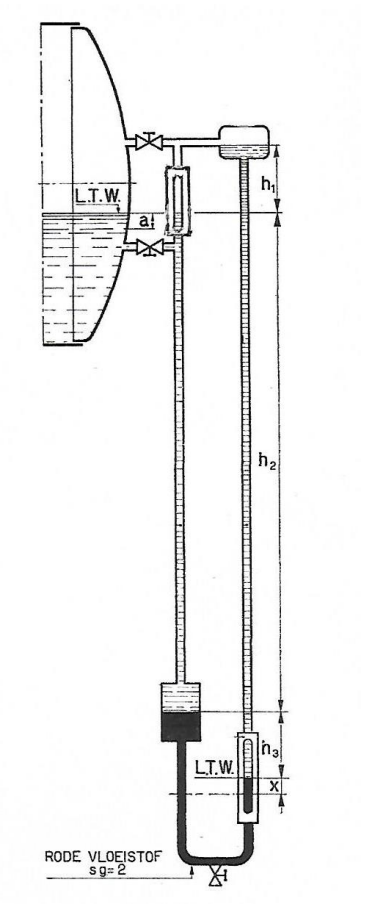
Igema afstandspeilglastoestel
Een veel toegepast type afstandpeilglastoestel voor ketels in een vaste opstelling is die van Igema waarvan hieronder een schematische weergave. Het toestel bestaat uit een U-vormige buis waarvan het linker been is verbonden met de water- en stoomruimte van de ketel.Het rechter been eindigt bovenaan in een pot die verbonden is met de stoomruimte. In deze pot condenseert voortdurend een hoeveelheid stoom, zodat het water daarin wordt bijgevuld tot eenzelfde hoogte onafhankelijk van het peil in de ketel. Aan de onderzijde is de buis gevuld met een zware roodkleurige vloeistof waarvan het soortelijk gewicht tweemaal zo groot is als dat van water. Deze aanwijsvloeistof vermengt zich zodoende niet met het water.
In het linker been, waarin ter hoogte van het onderste peilglas een klein vat is opgenomen, staat het waterpeil lager en staat de aanwijsvloeistof daardoor hoger dan in het rechterbeen. Naast het peilglas staat de Laagst Toegestane Waterstand aangegeven (LTW).
Bij het in werking stellen van het toestel giet men eerst iets te veel aanwijsvloeistof in het linkerbeen. Als de ketel in bedrijf is laat men het teveel aan aanwijsvloeistof via het aftap kraantje aan de onderkant weglopen. Dit doet men net zolang tot de LTW bij zowel het peilglas op de drum en op het afstandpeilglas aan elkaar gelijk zijn; dus h_1 is gelijk aan h_3. Ter hoogte van het L.T.W. merkteken geldt volgens de wet der communicerende vaten:

$$(h_1 + h_2 + h_3)\,.\,1 = h_2\,.\,1 + h_3\,.\,2$$

$$(h_1 + h_3)\,.\,1 = h_3\,.\,2$$

$$h_1 = h_3$$

Als nu bij voorbeeld het peil in de ketel zakt dan neemt de hoogte van de waterkolom in het linker been af. Dientengevolge zal de aanwijsvloeistof in het vat stijgen en in het glas, onderaan het rechterbeen, dalen. Maakt men de doorsnede van het vat groot ten opzichte van de doorsnede van het glas, dan stijgt het niveau in het vat zo weinig dat we dit kunnen verwaarlozen.



Bij een daling van het waterpeil in de ketel van a cm daalt het peil van de rode aanwijsvloeistof met x cm.

Dan geldt:

$$(h_2 - a).1 + (h_3 + x).2 = (h_1 + h_2 + h_3 + x).1$$

$$h_2 - a + .1 + 2h_3 + 2x = h_1 + h_2 + h_3 + x$$

$$h_3 + x = h_1 + a$$

Eerder hebben we gevonden:

$$h_1 = h_3$$

Dus:

$$x = a$$

Met andere woorden de daling van de aanwijsvloeistof in het onderste peilglas is gelijk aan de daling van het waterpeil in de keteldrum.

Igema peilglastoestel

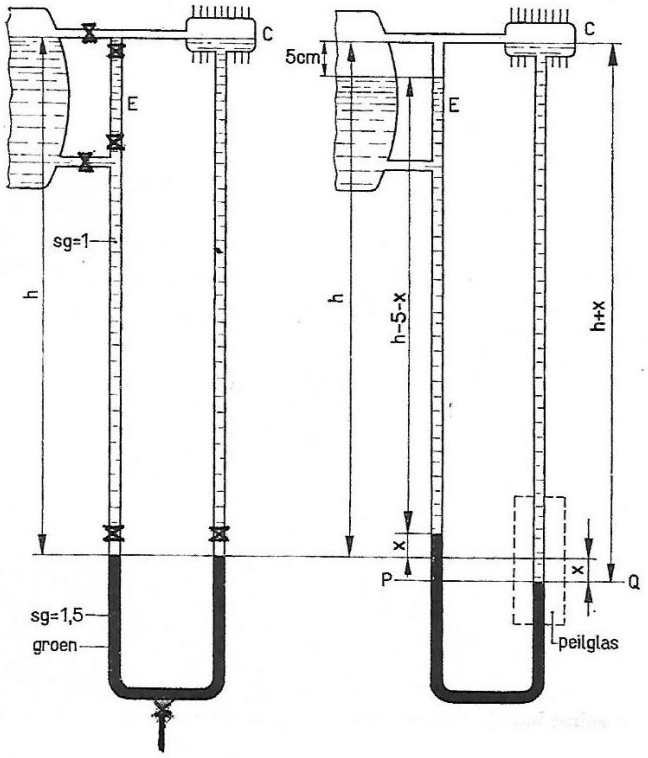
Het onderste peilglas is voorzien van een glasstrip aan de voor- en achterzijde. Achter het glas is een lamp geplaatst zodat de stand van de helrode vloeistof duidelijk zichtbaar is. Voor het afstellen van het afstandpeiltoestel dienen de instructies van de fabrikant nauwkeurig opgevolgd te worden verder dient het peil regelmatig te worden vergeleken met het peilglas op de keteldrum.

Reliance Eye-Hye afstandpeilglastoestel

Een variant op het peilglastoestel van Igema is het Eye High peilglastoestel zoals op de volgende bladzijde is afgebeeld.

Ook hier wordt gebruik gemaakt van een indicatievloeistof. In het onderste deel van dit toestel dat bestaat uit een U vormige buis , bevindt zich een groene vloeistof (Vizzene) met een soortelijk gewicht dat anderhalf keer groter is dan dat van water. De benen van de U-buis hebben overal

dezelfde doorsnede zodat het niveau van de groene vloeistof, in het ene been evenveel rijst als dat het in het andere been daalt. Naast de aansluiting op de romp voor het afstandpeilglas is hier bij E een gewoon peilglas geplaatst dat ter plaatse is af te lezen.



Afstandspeilglas

Om de werking van het toestel te verklaren , gaan we uit van de constante waterstand in het vat C. Op dit vat zijn koelribben aangebracht die er voor zorgen dat steeds voldoende stoom condenseert om dit gevuld te houden. Als de waterstand zoals in de afbeelding op de vorige bladzijde is aangegeven, in beide benen even hoog is dan staat ook de groene vloeistof in beide benen even hoog.
Daalt nu het water bijvoorbeeld 5 cm zoals in de rechter figuur is getekend dan stijgt de indicatievloeistof in het linkerbeen x cm en daal deze in het rechterbeen over een gelijke afstand. Beide benen hebben immers een gelijke doorsnede. De hydrostatische druk in het vlak P-Q is dan gelijk en geldt de volgende vergelijking:

$$(h - 5 - x) \,.\, 1 + 2x \,.\, 1{,}5 = (h + x) . 1$$
$$h - 5 - x + 3\,x \;= h + x$$
$$x \;= 5$$

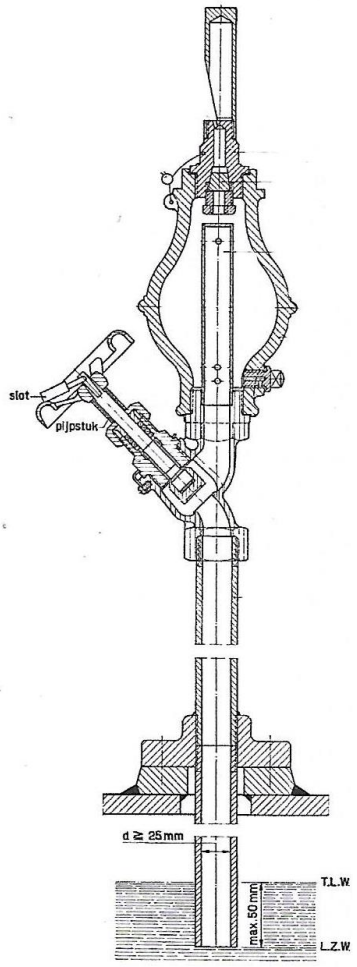
Met andere woorden: de daling van de aanwijsvloeistof in het linker been is precies gelijk aan die van het waterpeil in de stoomketel.

4.11.6 Niveau-beveiliging

Als het waterniveau in een stoomketel te laag is, raken, afhankelijk van het type stoomketel, de materialen van eerst de vlampijpen oververhit en bij het nog verder dalen van het waterniveau ook de materialen van de vuurgang oververhit en bezwijken deze. Het gevolg is een ketelexplosie met vaak ernstige gevolgen voor het bedienend personeel in de directe omgeving van de ketel en schade aan installaties en gebouwen.
Artikel 35 van de stoomwet en stoombesluit, die op de stoominstallaties van een aantal gemalen nog van toepassing is, schrijft voor, dat het toestel dat eventueel vloeistofgebrek in een ketel kenbaar moet maken zodanig moet zijn ingericht, dat het een geluidsignaal voortbrengt als het vloeistofpeil is gedaald tot een stand van ten hoogste 50 mm beneden het laagst toegestane vloeistofpeil.

Blackfluit

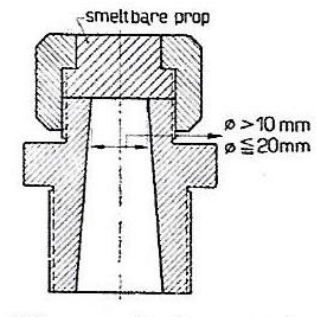
De meest gebruikelijke uitvoering van een alarmtoestel bedoeld in dit lid is de zogenoemde Black's fluit. Het toestel bestaat uit een metalen bol, met lucht gevuld en door een afsluiter verbonden met een pijp die volgens voorschrift tot 50 mm boven het laagst toegestane vloeistofpeil of vuurlijn reikt. Boven op de bol is een stoomfluit bevestigd. De verbinding tussen de bol en de fluit is onder normale omstandigheden afgesloten door een prop van gemakkelijk smeltbaar metaal. Tijdens bedrijf perst de stoomdruk ketelwater in de standpijp, zodat de lucht in de ballon wordt samen geperst en het hete ketelwater of de stoom de smeltprop niet kan bereiken en doen smelten. Wordt de waterstand in de stoomketel te laag dan valt het water uit de standpijp en komt er hete stoom in de bolvormige ruimte, waardoor de prop smelt en de fluit in werking treedt.
In de standpijp is net onder de bol een afsluiter aangebracht. Deze afsluiter moet worden gesloten bij spuien van de ketel. Uiteraard moet zodra de ketel weer gevuld is en weer in bedrijf wordt gesteld de afsluiter worden geopend omdat anders het alarm niet werkt.. Om te voorkomen dat de afsluiter door onbevoegden wordt dichtgedraaid is deze voorzien van een hangslot. Verder is de bol voorzien van een geperforeerde binnenpijp die aan de bovenkant is gesloten om te voorkomen dat gesmolten materiaal op de zitting van de afsluiter valt. Ook is de lengte van de aansluitpijp van belang. Bij een te lange pijp smelt de prop te laat en bij een te korte pijp te vroeg.



Blackfluit

Smeltprop

Een variant op het hiervoor geschetste alarmsysteem is die van de smeltprop. De smeltprop waarvan hiernaast een afbeelding, wordt in het bovenste deel van de vuurgang of vuurkist aangebracht. Zodra het waterniveau onder de prop daalt smelt deze en wordt er stoom in de vuurgang of vuurkist geblazen. Het (kolen)vuur wordt gedoofd. Het is een weinig elegante maar wel een adequate manier om ketelexplosie te voorkomen. De proppen, ook wel loodnagels genoemd, zijn verzilverd om aantasting door het ketelwater te voorkomen. De proppen worden in een speciale houder in het plaatmateriaal van de vuurgang of -kist geschroefd. Dit gebeurt water- of vuurzijdig, waarbij in verband met mogelijk verbranden van de houder de waterzijdige variant de voorkeur verdient. In alle gevallen moet de ketel uit bedrijf worden genomen en afkoelen voor een nieuwe nagel geplaatst kan worden

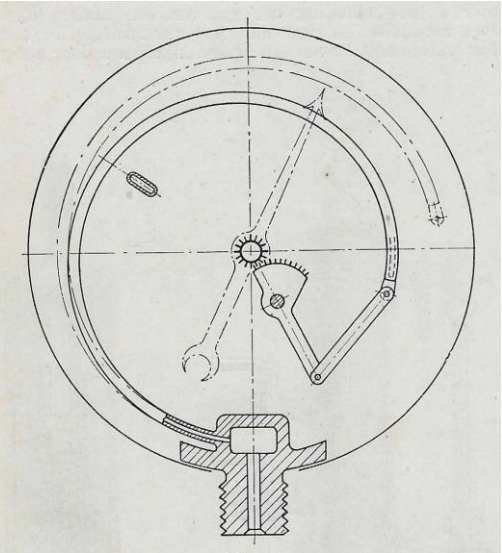


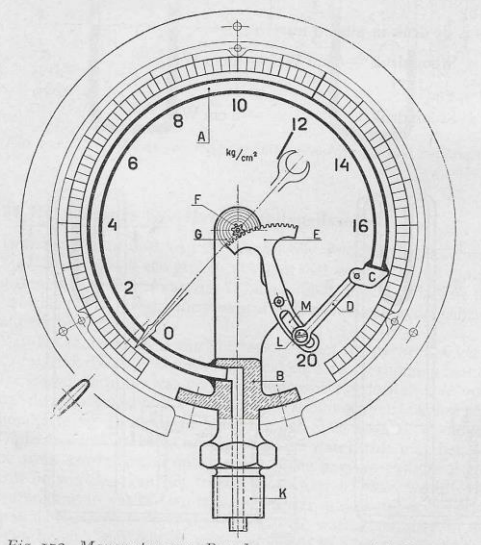
Smeltprop

Het smeltpunt van de metaallegering van de prop moet iets hoger zijn dan die van de verzadigde stoomtemperatuur van de desbetreffende ketel. Dit betekent dat elke ketel zijn eigen smeltproppen heeft die niet zondermeer uitgewisseld kunnen worden. De proppen worden meestal uit tin, lood en bismut samengesteld, waarbij de smelttemperatuur, of ook wel het eutectische punt, van de hoeveelheid van elk metaal in de legering afhangt. Voor een stoomdruk van 4 kg/cm² is de temperatuur van de verzadigde stoom 142,9 ºC. Kiest men uit een legering van 0,8 l bismut, 1,6 l lood en 1,2 l tin dan zal het smeltpunt bij 145,5 ºC liggen. Voor andere samenstellingen gelden andere smeltpunten.

4.11.7 Manometer

Een manometer dient om druk weer te geven. Dat kan de druk van de stoom in de stoomketel zijn maar ook die van bijvoorbeeld het water dat naar de stoomketel wordt gevoerd. Het principe waarop de manometer werkt wordt aan de hand van de hierbij afgebeelde figuren uitgelegd.



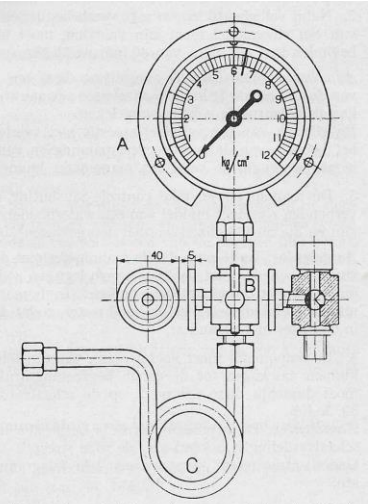


Manometer constructie

Het instrument bestaat uit een platte gebogen buis – de buis van bourdon- welke aan het ene einde gesloten is en aan het andere einde in een gegoten koperen kastje is gesoldeerd. Het koperen kastje vormt een geheel met de opstand voor de wijzer en de nippel waarmee de meter in de meterkraan wordt geschroefd. De buis is gemaakt van een veerkrachtig materiaal en enigszins spiraalvormig gebogen en wordt daarom ook wel buisveermanometer genoemd. Het inwendige van de buis staat in verbinding met de ruimte waar we de druk willen meten. De doorsnede van de platgedrukte buis zal door een toenemende inwendige druk steeds ronder worden. Daardoor zal de gebogen buis zich strekken wat met de gestippelde lijnen in de figuur is aangegeven. Neemt de druk weer af dan keert de buis terug in de vorm die bij die druk hoort. De beweging van het uiteinde van de buis is dus een maat voor de druk in de ruimte waarmee de meter verbonden is. Deze beweging wordt met een trekstangetje en een getand kwadrant overgebracht op een klein rondsel. Op het asje van het rondsel is de wijzer bevestigd, die zich kan bewegen over een wijzerplaat met een lineaire schaalverdeling. Op het asje van het rondsel- hier niet getekend - zit een fijne spiraalveer bevestigd die er voor zorgt dat de speling tussen de tanden van het rondsel en het kwadrant steeds naar een richting wordt geduwd zodat hierdoor geen miswijzing ontstaat. Aan het koperen kastje is de ronde meterkast bevestigd die het geheel omsluit en waarin de wijzerplaat is ondergebracht. Het geheel is afgeschermd met een ronde glazen plaat. De aansluiting van de manometer bestaat meestal uit ½ G met rechte draad, aangeduid BSP (Britisch Standard Pipe). De afdichting met deze schroefdraad vindt plaats met koperen ringen. De tegenhanger van deze Engelse schroefdraad is de BSPT – de T staat voor ”taper”- deze schroefdraad loopt taps toe en wordt gebruikt voor fitwerk. De afdichting bij dit soort schroefdaadverbindingen vindt plaats met hennep en een smeer- en conserveringsmiddel of tegenwoordig met teflon tape of -koord. De spoed van beide draadsoorten is bij een gegeven diameter hetzelfde maar deze kunnen desondanks niet door elkaar gebruikt worden. Daarenboven kan verwarring ontstaan met metrisch gesneden schroefdraad. De schroefdraad soort M 22 komt qua diameter en spoed nagenoeg overeen met ½” G.

Bepaling manometer op een stoomketel

Een stoomketel moet zijn voorzien van een manometer. Deze manometer moet op het hoogste gedeelte van de stoomruimte worden aangesloten en voorzien zijn van een manometerkraan met controleflens. Op deze flens kon vroeger de ambtenaar van het stoomwezen, tegenwoordig de bevoegde medewerker van de geautoriseerde keuringsinstantie zijn ijkmanometer bevestigen tijdens ketelbeproevingen. Met de manometerkraan, ,een drieweg- kraan, kan de manometerleiding worden doorgeblazen, het 0-punt van de manometer worden gecontroleerd en de druk in de ketel in verbinding worden gebracht met de ijkmanometer. Ook kan men met de manometerkraan tijdens het opstoken de lucht uit de ketel laten ontwijken. De manometer mag niet aan de hoge temperatuur van de stoom worden blootgesteld en is daarom aangesloten via een waterhoudende buis of syphon buis. In deze buis condenseert de stoom uit de ketel. De buis moet zodanig zijn geplaatst dat het condensaat niet terug kan stromen de ketel in.



Manometeropstelling

In de manometer wordt de druk dan uitgeoefend door betrekkelijk koud water, zodat de buigzaamheid van de buis niet wordt beïnvloed.

De manometer wijst overdruk aan. Staat de manometer in verbinding met de buitenlucht dan staat de wijzer ook wel naald genoemd op 0. Wijst de meter bijvoorbeeld 13 kg/cm² aan dan is bij een barometer stand van 760 mm kwik = 1.033 kg/cm² de absolute druk 14 kg/cm². Moderne manometers hebben een wijzerplaat die de druk aanwijzen in bar. De eenheid bar komt qua orde grootte overeen met de tot 1980 gebruikte eenheid atmosfeer. Ook de tot 1978 gebruikte eenheid kg/cm² komt, zoals in de hierna volgende tabel wordt aangegeven, nagenoeg overeen met die van de bar.

1 kg/cm²	=	98,0665 kPa	=	0,980665 bar
1 m H_2O (meter waterkolom)	=	9,80665 kPa	=	0,0980665 bar
1 mm Hg (millimeter kwikkolom)	=	133.322 Pa	=	1,333322 mbar
1 lbf/ In^2 (pounds per square inch)	=	6,89476 kPa	=	0,0689476 bar
1 at (technische atmosfeer)	=	98,0665 kPa	=	0,980665 bar
1 atm (normale atmosfeer)	=	101,325 kPa	=	1,01325 bar

Vergelijkingstabel verschillende drukeenheden

De manometer moet voorzien zijn van een schaal in kg/cm², tegenwoordig in bar, en minstens de eerste beproevingsdruk kunnen aanwijzen. De toegestane werkdruk moet duidelijk door een merk: rode streep, op de schaalverdeling van de wijzerplaat worden aangegeven. De manometer moet geijkt zijn waarvan bij keuring de ijkcertificaten moeten kunnen worden overlegd. De manometer

moet zodanig zijn geplaatst dat de stoker de wijzerstand gemakkelijk kan waarnemen. Hierbij hoort ook dat deze behoorlijk moet zijn verlicht.

Definities

Men verstaat onder:

- De **werkdruk**: de hoogste absolute druk in kg/cm² die in het hoogste punt in een stoomtoestel tegen de wand kan ontstaan, verminderd met 1 kg/cm².
- De **persdruk**: de absolute druk in kg/cm², die in een stoomtoestel bij de beproeving tegen de wand kan ontstaan, verminderd met 1 kg/cm².

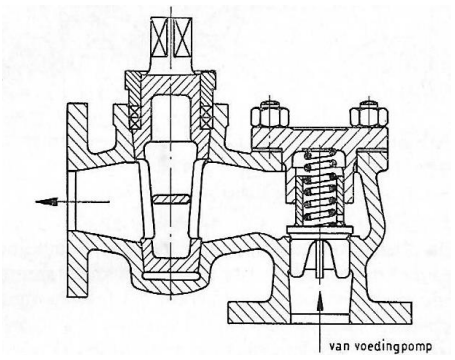
4.11.8 Voedingswater-afsluiterklepkasten en -kraanklepkasten

Stoomketels in vaste opstelling met een VO groter dan 25 m² moeten met minstens twee voeding toestellen zijn verbonden. Deze toestellen, anders dan bij vaartuigketels, hoeven niet afzonderlijk op de ketel te zijn aangesloten al bestaat tegen een dubbele aansluiting geen enkel bezwaar. Aan het einde van elke voedingsleiding moet een terugslagklep worden geplaatst die van de ketel moet kunnen worden afgesloten. Terugslagklep en afsluitorgaan zijn gewoonlijk in een en dezelfde behuizing ondergebracht. De terugslagklep dient om te voorkomen dat het ketelwater bij een breuk van de voedingswaterleiding uit de ketel stroomt. De klep moet nagezien kunnen worden, terwijl de ketel onder druk staat. Daarom moet de kraan of afsluiter tussen de ketel en de klep geplaatst worden en wel zodanig dat de keteldruk, als een afsluiter is toegepast, onder de klep staat.

De met de vloeistofruimte verbonden afsluitorganen mogen bij een werkdruk groter dan 3 kg/cm² niet van gietijzer zijn gemaakt. Men ziet vaak gietstaal, smeedstaal en beneden de temperatuur van 214° C of een werkdruk van 20 kg/cm² brons toegepast.

Kraanklepkasten

Kranen zijn niet toegestaan als de werkdruk hoger is dan 3 kg/cm² en als de doorlaat in mm en zesmaal de werkdruk groter is dan 150. Kranen kunnen zo vast zitten, dat de kracht, nodig om de plug te draaien, alleen door hamerslagen tegen de sleutel geleverd kan worden. Door de hierdoor optredende schokken kan breuk ontstaan en dus gevaar ontstaan. Bij een werkdruk van 14 kg/cm² en een doorlaat van 2½" of 165 mm zou men volgens de volgende berekening nog net een kraan mogen toepassen.



Kraanklepkast

$$(6 \text{ x } 14) + 65 = 149$$

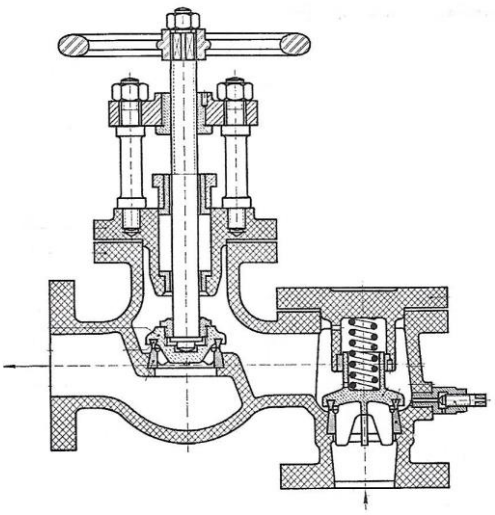
Een kraanplug moet met pakking worden afgesloten als de doorlaat groter is dan 20 mm. De plug moet bij het breken van de bouten die met behulp van de pakkingdrukker de pakking aandrukken opgesloten blijven, als de middellijn van de doorlaat groter is dan 32 mm.

Het kraanhuis is daartoe voorzien van een deksel die voorkomt dat de plug uit het huis wordt gedrukt. In het deksel bevindt zich de pakkingkamer met het drukstuk. Verder moet de steel van de kraanplug van een groef zijn voorzien, die de loop van de kanalen in de plug aangeeft zodat duidelijk is of de kraan geopend of gesloten is.

Afsluiterklepkasten

De bezwaren die er tegen het gebruik van kranen bestaan zijn oorzaak dat men in plaats van een kraan een afsluiter toepast. Dan gebruikt men voor aansluiting van de voedingswaterleiding de op de volgende bladzijde getekende appendage. Hiervan is het huis van gietstaal en het binnenwerk van brons of een ander roestvast materiaal. In dit geval zijn de zittingen van het tamelijk harde nibrometaal evenals de sluitranden van de beide kleppen. De zittingen zijn in het huis bevestigd door uitrollen; de klepranden zijn in de kleppen geperst.

In de afsluiter moet de keteldruk onder de klep staan. De klepstang is met enige speling aan de klep verbonden door middel van een kraag op de klepstang en een wartel. De speling is nodig om enige uitlijnfouten te kunnen opvangen. De bovenkant van de klepwartel en de onderkant van het deksel zijn zo afgewerkt, dat de klep in haar hoogste stand tegen de grondring van de pakkingkamer rust en deze afsluit. Theoretisch is het dan mogelijk om de pakkingbus die als waterdichte doorgang dient, onder stoom opnieuw te verpakken. De klepstang is buiten het huis van schroefdraad en een vierkant gedeelte voorzien waarop het handwiel is geplaatst. Als men de terugslagklep wil nazien en daartoe de afsluiter dicht draait kan het gebeuren dat deze als gevolg van een vuiltje lekt.



Afsluiterklepkast

Door een proefkraantje naast de terugslag klep kan men voordat men het klephuis opent vaststellen of het gedeelte tussen de afsluiter en de klep drukloos is en men veilig kan werken

Hetzelfde effect wordt overigens bereikt door het deksel boven de klep voorzichtig te lossen door de moeren iets los te draaien en na te gaan of er water ontsnapt.

4.11.9 Spui-inrichtingen

Ketels moeten van een of meer spui-inrichtingen zijn voorzien. Het doel van de spui-inrichting is een mogelijkheid te hebben een ketel te ledigen voor inspectie of onderhoud en om het tijdens het bedrijf ontstane bezinksel af te voeren of het gehalte aan opgeloste stoffen te beheersen. wat betreft het aantal toe te passen spui-organen bestaat geen vaste regel, dit is afhankelijk van de constructie dan wel het keteltype. Een gewone tankketel zal doorgaans met één spui-inrichting zijn uitgerust terwijl een waterpijpketel op meerdere plaatsen moet kunnen worden gespuid. Elke pijpleiding aan een ketel, zo ook die van de spui-inrichting, moet zo dicht mogelijk bij de ketel van

een afsluiter voorzien zijn. In plaats van afsluiters mogen kranen gebruikt worden echter met dezelfde restrictie en redenen zoals die genoemd zijn bij de voedingswaterkraanklepkast.
We onderscheiden de volgende afsluitorganen:

- Spuikranen (plugconstructie)
- Spuiafsluiters (schuifconstructie)
- Spuiafsluiters (klepconstructie)
- Continu-spuiafsluiter (penconstructie)

Een spui-inrichting moet, voor de afvoer van het spuiwater, van een zodanige pijpleiding zijn voorzien dat geen gevaarlijke situatie kan ontstaan bijvoorbeeld door opspattend heet water. Als er een gemeenschappelijke afvoer is voor twee of meer ketels dan moet er na elke afsluiter of kraan een terugslag klep worden geplaatst. De terugslagklep moet voorkomen dat er heet spuiwater naar bijvoorbeeld een ketel die in onderhoud is wordt afgevoerd en onderhoudsmedewerkers treft.
Bij klepafsluiters met sluitvlakken, die haaks op de hartlijn van de klepstang staan kunnen tijdens het dichtdraaien harde stukjes ketelsteen tussen de klep en de zitting klem raken. Een lekkende spuiafsluiter en een gevaarlijk lage waterstand in de ketel kunnen hiervan de gevolgen zijn. Als de sluitvlakken over elkaar schuiven, zoals bij een schuifafsluiter, wordt het achtergebleven vuil eraf geschoven en heeft men een grotere zekerheid van een goede afdichting.
Spuikranen en schuifafsluiters worden veiligheidshalve zo uitgevoerd dat de bedieningssleutel er alleen afgenomen kan worden als de kraan of de afsluiter gesloten is. Daartoe is deze zogenoemde soksleutel voorzien van een nok die bij gesloten stand kan passeren door een uitsparing in een bij de pakkingbus geplaatste ring. Ziet men die sleutel naast de afsluiter op het ketelschot hangen dan weet men dat de afsluiter dicht is.

Ketels moeten van een of meer spui-richtingen zijn voorzien. Het doel van de spui-inrichting is een mogelijkheid te hebben een ketel te ledigen voor inspectie of onderhoud en om het tijdens het bedrijf ontstane bezinksel af te voeren of het gehalte aan opgeloste stoffen te beheersen. Omtrent het aantal toe te passen spui-organen bestaat geen vaste regel en is afhankelijk van de constructie danwel het keteltype. Een gewone tankketel zal doorgaans met één spui-inrichting zijn uitgerust terwijl een waterpijpketel op meerdere plaatsen moet kunnen worden gespuid. Elke pijpleiding aan een ketel zo ook die van de spui-inrichting moet zo dicht mogelijk bij de ketel van een afsluiter voorzien zijn. In plaats van afsluiters mogen kranen gebruikt worden echter met dezelfde restrictie en redenen zoals die genoemd zijn de voedingswaterkraanklepkast.
We onderscheiden de volgende afsluitorganen:

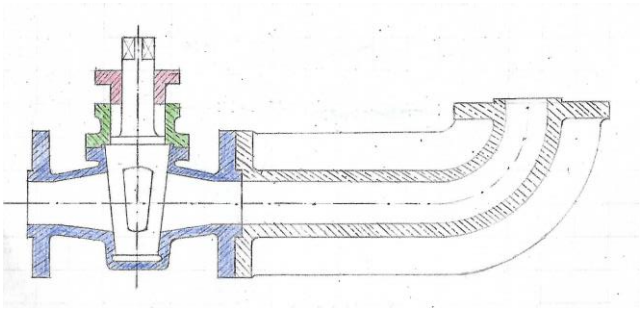
- Spuikranen (plugconstructie)
- Spuiafsluiters (schuifconstructie)
- Spuiafsluiters (klepconstructie)
- Continu-spuiafsluiter (penconstructie)

Een spui-inrichting moet, voor de afvoer van het spuiwater, van een zodanig pijpleiding zijn voorzien dat geen gevaarlijke situatie kan ontstaan bijvoorbeeld door opspattend heet water. Als er een gemeenschappelijke afvoer is voor twee of meer ketels dan moet er na elke afsluiter of kraan een terugslag klep worden geplaatst. De terugslagklep moet voorkomen dat er heet spuiwater naar bijvoorbeeld een ketel die in onderhoud is wordt afgevoerd en onderhoudsmedewerkers treft.

Bij klepafsluiters met sluitvlakken, die haaks op de hartlijn van de klepstang geplaatst zijn staan kunnen tijdens het dichtdraaien harde stukjes ketelsteen tussen de klep en de zitting klem raken. Een lekkende spuiafsluiter en een gevaarlijk lage waterstand in de ketel kunnen hiervan de gevolgen zijn. Als de sluitvlakken over elkaar schuiven, zoals bij een schuifafsluiter, wordt het achtergebleven vuil er af geschoven en heeft men een groter zekerheid van een goede afdichting.
Spuikranen en schuifafsluiters worden veiligheidshalve zo uitgevoerd dat de bedieningssleutel er alleen afgenomen kan worden als de kraan of afsluiter gesloten is. Daartoe is deze zogenoemde soksleutel voorzien van een nok en die bij gesloten stand kan passeren door een uitsparing in een bij de pakkingbus geplaatste ring. Ziet men die sleutel naast de afsluiter op het ketelschot hangen dan weet men dat de afsluiter dicht is.

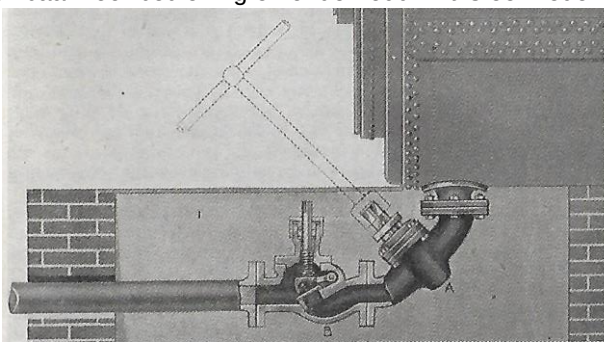
Kranen

Spuikranen zijn veelvuldig toegepast op eenvoudige tankketels zoals de Cornwall en de Lancashire. Ze hebben echter belangrijke nadelen zoals moeilijk draaibaar zijn, vooral bij grotere afmetingen en als ze niet vaak worden gebruikt. Er treedt snel beschadiging van de sluitvlakken op, waardoor lekkage ontstaat met een continu waterverlies. Soms wordt om die reden een extra afsluiter geplaatst in de afvoer van de spuileiding, hetgeen de installatie duur en gecompliceerd maakt.



Spuikraan met ketelaansluiting

Evenals bij kraanklepkasten moet bij spuikranen de kraanplug met pakking worden afgesloten. Ook hier moet het kraanhuis voorzien zijn van een deksel die voorkomt dat de plug uit het huis wordt gedrukt. Verder moet de kraan, hier niet getekend, zijn uitgerust met een bedienings- sleutel die er alleen uitgenomen kan worden als de kraan gesloten is.
De aansluiting van de spui-inrichting zit noodzakelijkerwijs op het laagste punt van een ketel en is daardoor in de meeste gevallen moeilijk bereikbaar voor bediening en onderhoud. Dit is een reden dat men de spuiaansluiting met behulp van een kort pijpstuk en een bocht, buiten de contour van de romp brengt. In de bovenstaande figuur wordt een voorbeeld gegeven van een dergelijke aansluiting. Soms wordt gebruik gemaakt van speciaal op de situatie afgestemde aansluitingen en afsluitmiddelen zoals in de afbeelding hiernaast is aangegeven.

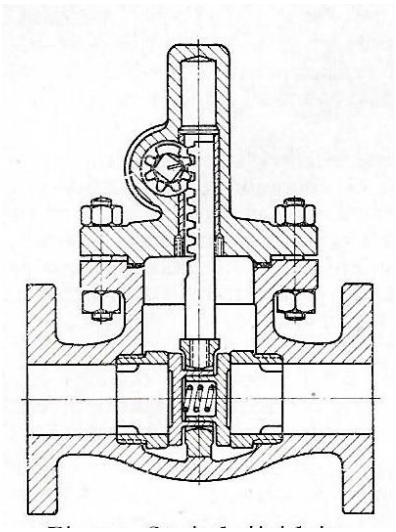


Spuikraanaansluiting

Bij deze geklonken tankketel is de kraan in een bochtstuk verwerkt en is tevens een terugslagklep, die kan worden gekneveld, in de spuileiding geplaatst. Hiermee wordt voorkomen dat er van een andere ketel (heet) spuiwater kan worden aangevoerd terwijl eventuele lekkage van de plugkraan kan worden opgeheven door de klep met behulp van de erboven geplaatste draadstang te knevelen.

Schuifafsluiters

In plaats van spuikranen gebruikt men vooral bij ketels met hogere drukken schuifafsluiters. In de figuur hieronder is aangegeven hoe een dergelijke schuif is samengesteld. In het huis zijn twee zittingen geschroefd. Twee schuiven die door een slappe veer uit elkaar gedrukt worden kunnen met behulp van een tandheugel op en neer worden bewogen. In de getekende situatie wordt de van de ketel afgekeerde schuif door de keteldruk tegen de zitting gedrukt. Met een sleutel, passend op het vierkante einde van de tandsector wordt de tandheugel geleid in de bus omhoog of omlaag bewogen. Het aantal tanden van de tandsector is zo gekozen dat de schuif in zijn hoogste stand de opening in de zitting volledig vrij maakt, maar zodanig dat deze niet voorbij de zitting kan komen. In de hoogste stand stuit de tandheugel in de kop van de geleiding. In de laagste stand stuit het oog waarin de twee schuifdelen zijn opgehangen tegen een nok in de onderzijde van het huis. Vuil dat na het spuien op de zitting achterblijft wordt bij het sluiten eraf geschoven.



Spui-schuifafsluiter

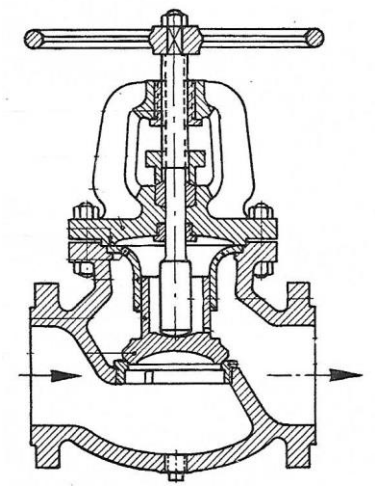
Omdat de zittingen evenwijdig aan elkaar zijn geplaatst en de schuiven door een lichte veer van elkaar worden gedrukt kan het krimpen of uitzetten van het huis geen klemmen van de schuif veroorzaken.

Klepafsluiters

In de figuur hier onder is een zogenoemde Edward- klepafsluiter getekend die veel wordt toegepast bij waterpijpketels voor het spuien.

De keteldruk staat onder de losse klep die met een schuine kant op de zitting afdicht. Eerder is aangegeven dat bij de klep van dit type spuiafsluiter bij het dichtdraaien vuil bekneld kan raken en lekkage optreedt. Afhankelijk van de zorg die wordt besteed aan de ketelwater- behandeling zal vervuiling en daardoor lekkage in zekere mate optreden en acceptabel zijn. Op oude tankketels zal men daarom dit type afsluiter niet gauw aantreffen. De klep van deze afsluiter is aan de bovenzijde voorzien van een zuigertje dat voor de geleiding zorgt. De bus waarin het zuigertje zich beweegt, zit vastgeklemd onder de centreerrand van het deksel en is voorzien van een opening om de vrije beweging van de klep te waarborgen. De verdikking op de klepstang sluit in de hoogste stand de spleet naar de pakkingbus goed af. De draadbus voor de klepstang is bevestigd in een met het

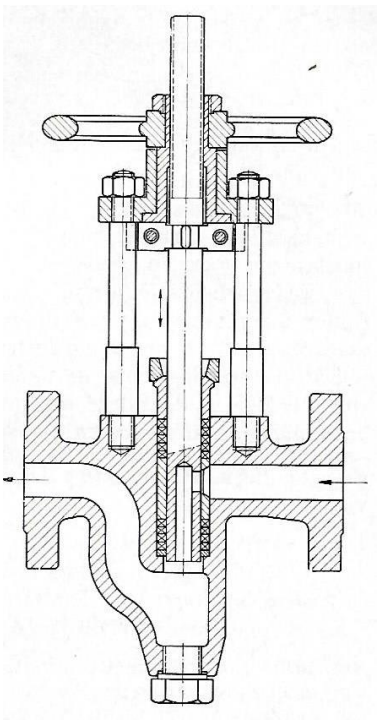
deksel tot één stuk gegoten brugstuk De draadstang is zodoende zuiver in één lijn met het gat in het deksel en met de klepzitting



Spui-klepafsluiter

Continu-spuiafsluiters

De continu-spuiafsluiter wordt gebruikt om te hoge concentraties zouten in het met chemicaliën behandelde ketelwater af te voeren en is niet bedoeld en van wege zijn capaciteit ook niet geschikt om de ketel te ledigen. Naast de continu-spuiafsluiter moet de ketel daarom ook zijn uitgerust met een van de hiervoor besproken spuiafsluiters of kraan. De afsluiter, waarvan met de figuur hiernaast een voorbeeld wordt gegeven, bestaat uit een gedeeltelijk uitgeboorde spindelstang die met een handwiel op en neer kan worden bewogen. Bij deze beweging van de spindel wordt met een hierin overdwars aangebrachte boring de doortocht van de afsluiter geheel of gedeeltelijk vrijgemaakt en ketel- water afgevoerd. De spindel wordt afgedicht met een lange stopbus waar tussen de pakkingringen een hoge lantaarnring is geplaatst. Als de spindel geleiding in zijn bovenste stand staat is de doortocht maximaal geopend. Door met het handwiel de spindel naar beneden te draaien wordt de doortocht steeds kleiner om uiteindelijk geheel afgesloten te worden. De verstelinrichting biedt de mogelijkheid de continu af te voeren hoeveelheid ketelwater binnen bepaalde grenzen te regelen en daarmee te beperken tot het noodzakelijke minimum. De af te voeren hoeveelheid volgt steeds uit de resultaten van de ketelwateranalyses.



Continue spuiafsluiter

Het voordeel van dit type spuiafsluiter is dat de snijdende werking van het water en eventuele stoom geen invloed heeft op de goede afdichting van de afsluiter. Ook eventuele vaste verontreinigingen worden evenals bij een schuifafsluiter van het dichtingsvlak geschoven.
Dit type continu-spui-afsluiter is echter ongeschikt voor de toepassing bij ketels met een minimale ketelwaterbehandeling vanwege de relatief kleine doortocht van de spindelboring en de kans op grove vaste verontreinigingen.