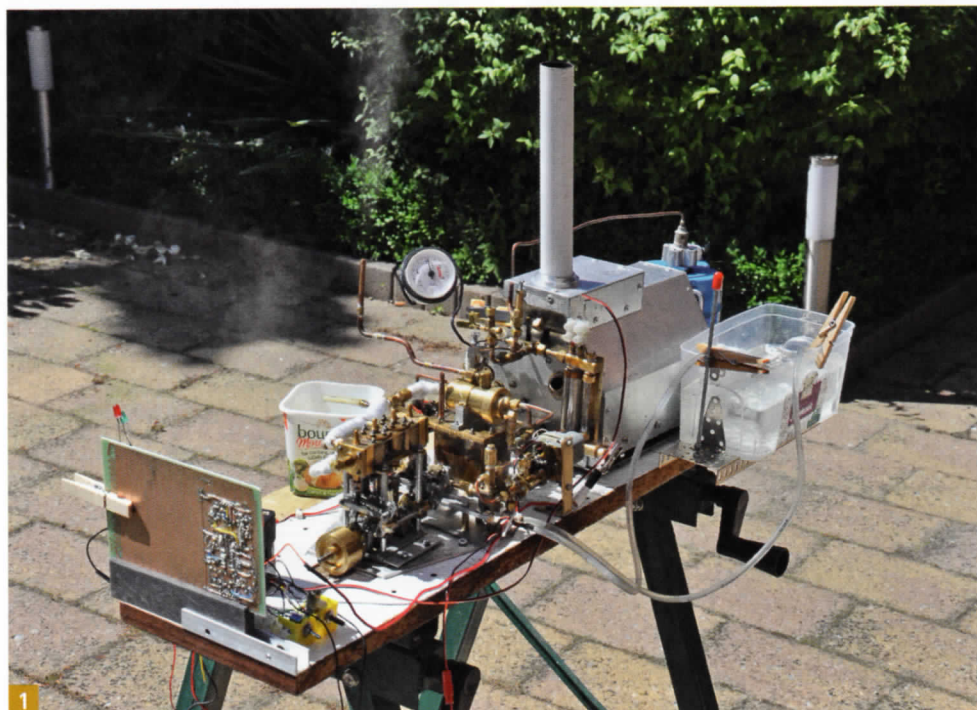


Samenbouw van stoominstallatie voor varend scheepsmodel

Henk Valkhof



Voortgang

In de Modelbouwer nrs 9 en 10(2014) heb ik de meeste onderdelen van de stoominstallatie voor het door mij te bouwen scheepsmodel beschreven. Onderdelen maken is eenvoudig, maar als de stoommachine niet werkt is alles ter vergeefs. Dat de machine met lucht werkt, was naar tevredenheid vastgesteld. Maar nu onder stoom? Dat het uiteindelijk is gelukt, ziet U op Foto 1. (Tijdens ons bezoek in juli van dit jaar, stond de installatie prima te draaien, stoomredactie HP) Maar voor het zover was, moesten nog heel wat horden worden genomen. Stoom is een heel ander medium dan lucht en stelt veel meer eisen aan de bouwwijze en -nauwkeurigheid van de machine. Omdat de ketel nog niet operationeel was, moest ik voor het onder stoom testen naar een alternatieve stoomopwekking omzien.

Alternatieve stoomopwekker

Ik zag op de website van de heer Peter Fallaschek, een Duitse stoombouwer, www.dampfundmehr.de, het gebruik van een Dampfente. Dit is niets anders dan een huishoudelijke stoomreiniger, die een stoomdruk van 3 bar levert.

De uitgebreide beschrijving en toepassing staan in het artikel Vlamloos stoom aanmaken in de Modelbouwer nr. 5(2015) Bij navraag gaf mijn echtgenote aan, dat zij deze vaak gebruikte voor verwijderen van hardnekkige vlekken. Dus, na verkregen toestemming, per direct een aansluiting voor de machines gemaakt. Ik spreek hier in meervoud, daar ik zowel de scheepsmachine en de als leerobject gebouwde dubbelwerkende enkelvoudige stoomvoedingspomp volgens het boek "Model Stoommachines" van Rob van Dort en Joop Oegema, wilde testen.

Testen met behulp van stoomgenerator

Met de stoomdruk uit de stoomgenerator heb ik de beide machines onder stoom getest. Tijdens het testen bleek, dat de beide machines aanvankelijk mooi draaiden op stoom, maar binnen enkele minuten een zeer grote lekkage langs de zuigerafdichting vertoonden. Met lucht had ik al vergelijkbare resultaten verkregen. De zuigerafdichtingen moeten dus veranderd worden. Deze aanpassing wordt hierna behandeld.

Zuigerveren

De stoomvoedingspomp is ontworpen met een zuigerveer uit massief stafbrons en de scheepsmachine met een zuigerafdichting uit getwijd Teflon snoer. Beide machines heb ik in eerste instantie uitgevoerd met een zuigerafdichting uit het genoemde snoer. Aanvankelijk voldeed dit op lucht, maar in mijn geval naar 3 of 4 testen op lucht werd de lekkage langs de zuiger steeds groter en met stoom was dit nog slechter.

Voor de oplossing van de problemen heb ik het advies opgevolgd van een Belgische stoombouwer, die ervaring had met afdichtingen uit getwijd teflon snoer. Hij vertelde mij zijn oplossing voor het maken van zuigerveren. Wat nu volgt is voor de puriteinen onder de stoombouwers misschien een gruwel.

Je hoort een zuigerveer uit één stuk te maken, op een bewerkelijke wijze door te zagen en op een doorn, onder voorspanning met gesloten zaagsnede, op te spannen en op de juiste cilindermaat met een beperkte voorspanning/overmaat af te draaien. De slijtageovermaat is dus heel beperkt. De Belgische stoombouwer toonde mij echter een zuigerveer, die er uitzag als een spiraalveer met vlakke draden/windingen. Hij gaf aan, dat de zuigerveergroef dieper moest zijn en dat de buitendiameter van de veer niet kritisch was en tot een mm overmaat toepasbaar was. Door oprollen in de diepere zuigerveergroef kan men binnen de cilinderdiameter komen. Gevolg, de zuigerveer bestaat uit diverse windingen achter elkaar. Naast een hogere slijtageovermaat werken de afzonderlijke windingen ook als een soort labyrint.

Zuigerveer fabricage

Na het raadplegen van diverse opmerkingen/raadgevingen op het Internet, www.modelbouwforum.nl, werd mij duidelijk, dat de meest ideale kunststof voor zuigerveren, het materiaal PEEK van firma Eriks zou moeten zijn. Maar er stond ook een nuchtere opmerking bij:

De meeste modelstoommachines, ondanks naverhitter, werken praktisch onder (bijna)verzadigde stoom. Dus de gewone witte PTFE (Teflon) zou moeten voldoen. Tijdens de Techno stoombeurs in Wijchen(2013) kon ik een mooi stuk PTFE bemachtigen met een diameter geschikt voor het maken van zuigerveren voor mijn beide machines.

Nu eerst een stukje veiligheid. Teflon lijkt niet gevaarlijk maar is het wel. Teflon, ofwel Poly Tetra Fluor Ethyleen, bevat dezelfde elementen als het gifgas "Fosgeen". Bij verhitting kan dit uiterst giftige gas ontstaan. Vele oudere modelbouwers roken zelf gedraaide sigaretten uit shag, dan is vervuiling met draaistof niet uit te sluiten. Dus rustig bewerken en NIET ROKEN.

Nu ik een andere oplossing had gekozen voor de zuigerveren, nl. de Teflon spiraalveer, moest ik de zuigers van de beide machines opnieuw met een diepere veergroef maken. Bij een zuigerveer overmaat van 1mm en een dikte van 2mm, betekent dit, dat de inwendige diameter van zuigerveergroef ruim 4mm kleiner moet zijn, dan de zuigerdiameter. In mijn geval zelfs 4,5mm.

Het maken van de zuigerveerwindingen

Na het afdraaien van de gewenste buitendiameter en uitdraaien/boren van de binnendiameter ben ik begonnen met het snijden van de afzonderlijke windingen. Het verdient aanbeveling om de te bewerken lengte, ter voorkoming van doorbuiging, te beperken tot ongeveer 8 á 10mm.

Het snijden van de windingen heb ik uitgevoerd, net als het draadsnijden, met de voeding van de draaibank. Gekozen heb ik voor een spiraaldikte van 0,5mm. Dus, de verhouding van de wisselwielen aanpassen en in mijn geval het verdraaien met de hand uitvoeren. Reden, minimum toerental van mijn draaibank is circa 120 omw/min, dus met een spoed van 0,5mm zit ik binnen 2 á 3 sec. in de klauwplaat. Dan maar met de hand! Het snijden van de zuigerveerwindingen heb ik gedaan met een scalpelmessje uit een goedkoop setje. Het mesje liet ik een beetje uitsteken en heb ik gespannen in een parallelklem en vastgezet in de beitelhouder van de draaibank. Het resultaat voor zuiger en zuigerveer ziet U op Foto 2, links voor de pomp van van Dort en Oegema, rechts voor mijn stoommachine.

De meest gelijkvormige windingen verkreeg ik, als ik het mesje op circa 0,5mm van het begin in het materiaal drukte en dan met handaandrijving de klauwplaat ronddraaide. Waarom beginnen op circa 0,5mm van de rand? Een mes heeft bij het zijdelings invoeren in het materiaal een negatieve spaanhoek en wordt door het materiaal weggedrukt. Dus kans op breuk van het mesje of een ongecontroleerd begin van de eerste en daarmee ook de overige windingen. Vermeld dient nog te worden, dat ik voor het maken van de eerder beschreven gasregelenheid, een handzwengel had gemaakt, die ingeklemd in de holle as van de hoofdspil het voor- en achteruit draaien bij ingeschakelde langvoeding gemakkelijker en beter beheersbaar maakte. Deze handzwengel gebruikte ik ook voor het snijden van de afzonderlijke windingen van de zuigerveer. Wat voorkomen moet worden, is dat bij het lossnijden de spiralen omlaag vallen en tot een onbruikbare kluwen worden gereduceerd. Daarom moet er bij het lossnijden een opvangen, ingespannen in de losse kop, gebruikt worden.

Montage van de nieuwe zuigerveren

Na het aanmaken van de nieuwe zuigers, aangepast voor de nieuwe zuigerveren, kon ik met de montage van de nieuwe zuigerveren beginnen. Eigenlijk zou het mooiste zijn indien er gebruik kon worden gemaakt van zuigerveer inspangereedschap, zoals bij automotoren. Helaas, dit heb ik voor mijn zuigertjes niet. In mijn geval zijn de veergroeven breed: stoompomp 4mm, scheepsmachine 2,5mm. Dus naar verwachting, kunnen er in de stoompomp 8 windingen van 0,5mm dikte en in de scheepsmachine 5 windingen van 0,5mm dikte worden geplaatst.

Echter, in verband met de voorspanning is de buitendiameter van de zuigerveer groter. Daarom moet de veer tot een

kleinere diameter worden opgerold. Na het oprollen bleek dat voor de stoommachine er maar 4,5 of zelfs minder windingen in de groef pasten. Rest nog, dat bij voortdurend draaien van de zuiger, de zuigerveer winding voor winding moet worden ingevoerd in de cilinder. Vaak blijkt dan dat er teveel windingen worden ingevoerd en het geheel niet past. Het is een kwestie van geduld, vasthoudendheid en regelmatig het aantal windingen, of deel van een winding, aanpassen. Lichtpunt is, dat men bij het vernieuwen van de zuigerveren precies weet hoeveel windingen er gebruikt dienen te worden.

Systeem test

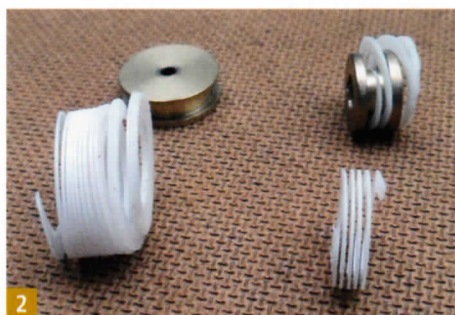
Nu de beide machines van een nieuwe zuigerafdichting waren voorzien, heb ik eerst de stoompomp in de stoominstallatie ingebouwd. De ketel gevuld met water, brander ontstoken en binnen enkele minuten had ik voldoende stoomdruk om de stoompomp aan te drijven. Deze draaide en pompte het voedingswater prachtig rond. Maar er kwam geen druppel in de ketel.

Probleem

In mijn artikel "Bouw van ketelinstallatie Deel 1" in de Modelbouwer nr. 9(2014) had ik mijn oplossing beschreven voor de detectie van het ketelwater niveau.

Zoals toen beschreven, kwam ik, na diverse gesprekken met bouwers van een onder stoom varende scheepsmodel, de heren Teus Visser en Pieter van Werkhoven, tot de conclusie dat het bouwen van dat systeem niet tot mijn mogelijkheden behoorde. Zij hebben beiden een perfect functionerend autonoom vlotter gestuurde ketelniveau besturing gebouwd. Ik kon geen vlotter maken, die drukvast en toch voldoende drijfkracht had. Daarom ging ik op zoek naar een alternatief systeem.

Ondertussen had ik nog een extra wens: indien er geen voedingswater gevraagd werd, moest het systeem drukloos werken. Alleen tijdens het voeden van de ketel moest de pomp tegen de keteldruk in het water verpompen. Dus geen vermogensverlies bij geen voedingswaterbehoefte. Uiteindelijk kwam ik toen terecht bij het principe van een fotocel, eigenlijk een lichtsluis die het ketelwaterniveau detecteert en vervolgens een afsluiter



of elektrische voedingspomp aanstuurt. Een lichtsluis is niets meer, dan een soort U, waarin in het ene been een lichtbron en in het andere been een fotocel zit.

De toenmalige gedachte was, verkort weergegeven:

Het peilglas moet voldoen aan twee voorwaarden:

- 1 Optische/afleesbare informatie geven over het ketelwaterniveau.
- 2 Plaats geven aan de 2 stuks lichtsluizen voor aan/uit schakelen van de voedingswaterregelafsluiter en 1 stuk voor laagwater alarm.

Deze twee voorwaarden zijn niet verenigbaar op één peilglas.

Daarom had ik een peilglastoestel met twee glazen gemaakt:

- Buitenste, zover mogelijk verwijderd van de hitte van de ketel, voor plaatsing van de lichtsluizen met een vlotter voor de licht onderbreking.
- Binnenste, volledig doorzichtig ter optische controle van het ketelwaterniveau.

Om een lang verhaal kort te maken, de detectie van het ketelwaterniveau met de lichtsluizen op het buitenste glas werkte niet betrouwbaar. Ten eerste, de vlotter voor het onderbreken van het lichtsignaal bleef onderweg plakken tegen de glaswand. De plaats van de vlotter in het peilglas werd dus verstoord. Ten tweede, door condensatie van de stoom in het peilglas werd de lichtstroom in de fotosluis onderbroken.

Resultaat, onbetrouwbare ketelwater niveauregeling, jammer van de geïnvesteerde tijd, en het vele werk.

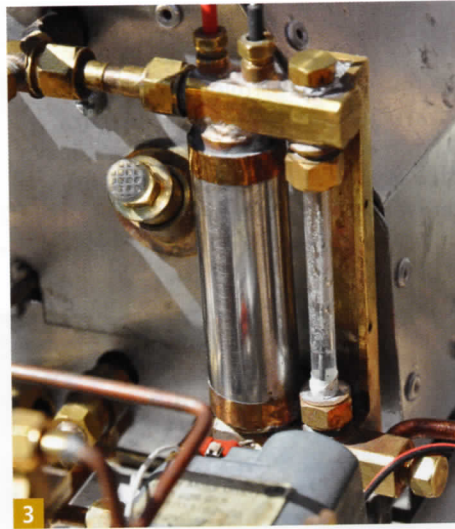
Aangepaste ketelwater niveau regeling

Nu bestaan er vele systemen om niveaus te meten. Maar door de bijbehorende inbouwafmetingen blijft er voor een modelbouwer weinig over.

Mijn volgende optie was het meten van het ketelwaterniveau met behulp van geleidendheid.

Deze meetmethode gebruikt een meetsensor, die in contact met water een weerstandverandering geeft. Bij geen contact met water is de weerstand zeer hoog, in contact met water wordt de weerstand lager, water geleidt nu eenmaal elektriciteit in bepaalde mate.

Deze verandering in weerstand kan met een elektronische schakeling gedetecteerd worden.



Maar ook aan deze wijze van niveaumeting kleven problemen:

- Het water moet geleidend zijn. Demi-water is NIET geleidend, daar alle metaal/zoutionen verwijderd zijn. Overigens is het gebruik van demi-water in de ketel niet zonder risico. Het demi-water is agressief voor metaal en lost vooral de soldeerverbindingen op.
- Geleidendheid meten van water kan niet met gelijkstroom. De elektroden zullen het water ontleden in O_2 , zuurstof, en H_2 , waterstof. De gasbellen op de elektroden zullen de meting van de weerstand verhinderen. Rest het meten met een wisselspanning op de meetsensoren, zodat er geen gasbellen op de sensoren blijven plakken.

Na meten en testen is het mij gelukt om een ketelniveau meting te maken, die als een hotelschakeling werkt. Laagwater is pomp aan, hoogwater is pomp uit.

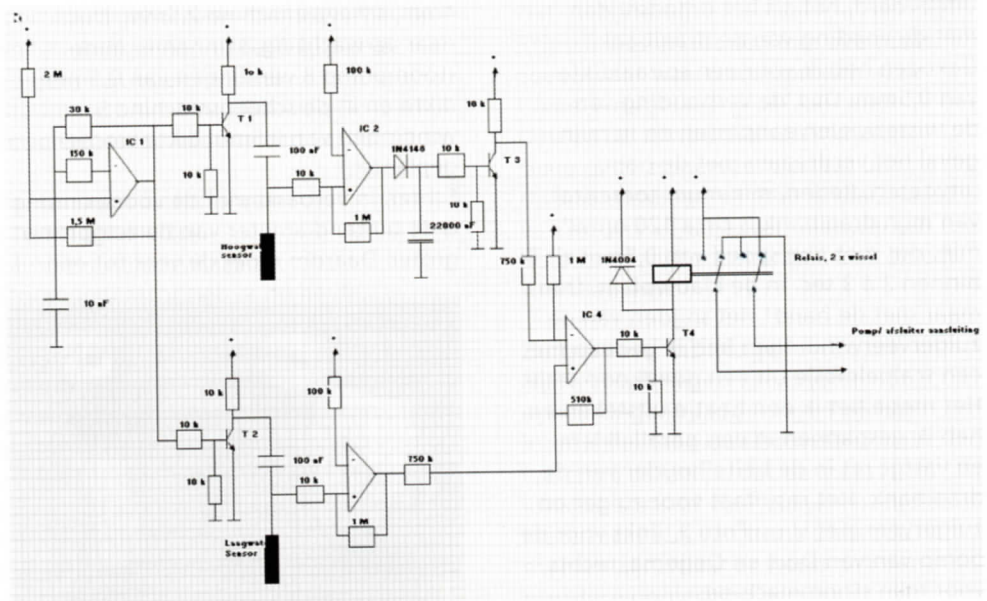
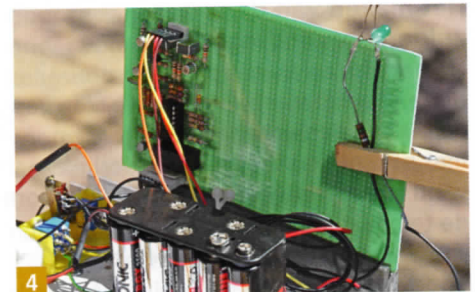
Terugkomend op de constructie van het dubbele peilglas.

Een mens moet soms ook geluk hebben. Het bleek, dat de afstand tussen de twee glazen zodanig was, dat ik het binnenste glas(d.w.z. dichtst bij de ketel) kon vervangen door een RVS vat, diameter 19mm, met de 2 meetsensoren voor hoog- en laagwater. Zoals ik reeds eerder heb aangegeven, vind ik het hergebruik van materiaal nuttig. Dit RVS meetvat is gemaakt uit het handvat van een PIZA snijder.

De nieuwe niveaubewaking met behulp van sensoren bestaat uit vier hoofdonderdelen:

- 1 De sensoren voor de detectie van laag- en hoog water. Zie Foto 3.
- 2 De oscillator schakeling voor het aansturen van de sensoren.
- 3 De versterker schakelingen voor omzetten van het signaal van de laag- en hoogwater sensoren.
- 4 De aan/uitschakeling, deze werkt als een soort hotelschakeling. Laag niveau is pomp "Aan", hoog niveau is pomp "UIT". Onderdelen 2, 3 en 4 zijn onder gebracht op een print, zie Foto 4.

Voor de elektronisch geschoolden onder ons is het schema en de bijbehorende beschrijving (hieronder cursief) bijgevoegd.



Beschrijving en uitleg van de ketelniveau regeling

De niveau regeling bestaat uit 4 hoofddelen (zie het bijgevoegde schema):

- 1 Oscillatorschakeling, IC1.
- 2 Laagwaterdetectie, IC 3.
- 3 Hoogwaterdetectie, IC 2
- 4 Aan- uitschakeling IC 4, laagwater is voedingspomp aan, hoogwater is voedingspomp uit.

Ad. 1 Oscillatorschakeling, IC 1, genereert een blok golf, die via T1 en T2 voor de laag- en hoogwaterdetectie versterkt wordt. De beide meetcircuits belasten hierdoor de oscillator niet.

Ad. 2 Laagwaterdetectie, IC 3. Transistor T2 genereert door condensator C3 een krachtige wisselende spanning op de elektrode voor de laagwaterdetectie. Bij geen contact met het waterniveau zal IC 3 positieve piekimpulsen geven. De pompsturing zal bekrachtigd worden. Resultaat: Pompsturing AAN. Bij contact met het water, piekspanning C3 wordt lager en het uitgangssignaal van IC 3 gaat naar 0 Volt, geen aansturing meer op "AAN poort" van IC4. Laagwaterdetectie kan de pompschakeling alleen aanzetten. Uitzetten kan alleen via de "Hoogwaterdetectie".

Ad. 3 Hoogwaterdetectie, IC 2. Transistor T1 genereert door condensator C2 een krachtige wisselende spanning op de elektrode voor de hoogwaterdetectie. Bij geen contact met het waterniveau zal IC 2 positieve piekimpulsen geven. Bij contact met het water, piekspanning C2 wordt lager en het uitgangssignaal van IC 2 gaat naar 0 Volt. Daar nu gewenst is, dat de pompsturing uitgeschakeld wordt, moet het afschakelen van IC2 naar 0 volt omgezet worden naar een positief stuursignaal om het IC 4, op de "UIT" poort aan te sturen. Hiervoor is de omkeerschakeling met uitgangssignaal detectie van IC2 en bijbehorende tijdvertraging van T3 gebruikt. Bij detectie van "Hoogwater" gaat er nu een positieve puls naar de uitschakelpoort van IC 4.

Ad. 4 Aan-, uitschakeling IC4. Dit is niets meer, dan een schakeling met twee ingangen, één ingang is voor "AAN", de andere voor "UIT" (set- reset flipflop). Op de "AAN" ingang is de laagwaterdetectie aangesloten, het pompcircuit wordt bekrachtigd. Op de "UIT" ingang wordt de hoogwaterdetectie aangesloten. Bij hoogwater wordt het pompcircuit uitgeschakeld.

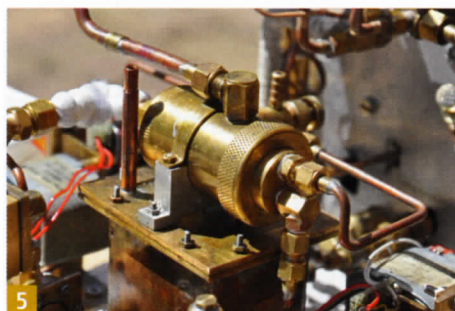
Opmerking: Het IN- en UIT schakelen van het pompcircuit gebeurt alleen door de schakelpunten "LAAG"- en "HOOG water". Tussentijdse waterniveauwisselingen hebben geen invloed op de schakelstanden van de regeling.

Na het testen onder stoom werkte de niveauschakeling, zoals gehoopt. Maar na enkele minuten moest ik de test afbreken, omdat na enkele cycli de pakking in de ketelwatervoorverwarmer het begaf. De voedingspomp vulde vervolgens alleen de condensaatopvangtank, hetgeen duidelijk niet de bedoeling is.

Voedingswatervoorverwarmer

Zie Foto 5. Gelukkig ben ik in het bezit van het leerboek "Zuigerstoomwerktuigen" deel 2 van J.P.P. Morré en W. Moré, uitgave 1962. In dit leerboek worden de inwendige afdichtingsproblemen van een condensor beschreven en uitgelegd. Mijn voedingswatervoorverwarmer is ontworpen volgens het principe van een condensor en blijkt nu, alhoewel in het miniatuur, een van de beschreven problemen te hebben. Het probleem was een te klein afdichtingsvlak tussen het huis van de voorverwarmer en de pijpenplaat met de waterpijpen. De pakking werd door de druk van de voedingspomp, die hoger is dan de keteldruk, weggeblazen.

Als oplossing heb ik besloten een betere ondersteuning te maken voor



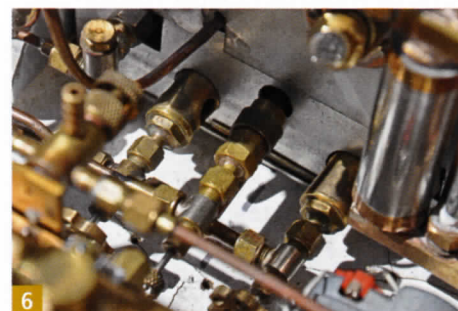
de pakking tussen het huis en de pijpenplaat, namelijk een in het huis ingesoldeerde flens.

Door deze aanpassing ging de breedte van de afdichting tussen het huis en pijpenplaat van 0,5mm naar ruim 2,5mm. Als pakkingmateriaal, tussen de nieuwe flens, de pijpenplaat en het aansluitdeksel, heb ik siliconenrubber toegepast, dikte ca. 1,5mm met een temperatuurbestendigheid tot ca. 245 °C. Dit betrouwbare afdichtingsmateriaal is niets meer dan de dunne siliconenbakplaat voor het bakken van koekjes(!)

Brandertest en aanpassing

Het volgende probleem bij het testen, waren de branders.

Nu een stukje historie. In de Modelbouwer nr. 10(2014) had ik de brander constructie en de brandertest beschreven. De waakvlam en de bewaking gaven geen problemen, maar het vlambeeld was nogal onrustig, flakkerde heel erg. Bij de eerdere testen van de installatie onder stoom, had ik dit probleem niet opgemerkt, omdat er wel een ander machinedeel voortijdig uitviel. De destijds gemaakte gassproeiers, gebaseerd op de sproeiers van een (oude)bromfiets, hadden een schroefdraad M4 en een gaatje/boring van 0,3mm. Daar ik geen gassproeiers met een kleinere doorlaat kan maken, had ik uit voorzorg sproeiers met een kleinere doorlaat van 0,2mm gekocht. Deze sproeiers worden geleverd door de firma Regner Dampftechnik, website www.regner-dampftechnik.de, bestelnummer 50812 met schroefdraad M4. De gassproeier met doorlaat van 0,3mm heb ik gewisseld voor doorlaat 0,2mm. Het vlambeeld was zeer rustig, namelijk geen vlammen! Dus dit werkte niet. Nu moet gezegd worden, dat deze gassproeier ontworpen is om op de volle gasdruk van de gasfles te werken. Daar ik een branderregeling met reduceer gebruik, is in mijn geval de voordruk onvoldoende voor het aanvoeren van het benodigde gas voor de branders. Vervolgens nieuwe gassproeiers gemaakt met een doorlaat





van 0,4mm en deze geïnstalleerd. Na opnieuw aansluiten van de gasfles en -leidingen, het geheel op lekkages gecontroleerd, en opnieuw doorgedaan met de systeemtest. Nu gaven de hoofdbranders wel een goede en rustige vlam. Op Foto 6 zien we onderaan het front van de ketelbehuizing links en rechts van het midden de nieuwe hoofdbranders. Foto 7 laat de hoofdbrander zien gemonteerd (boven) en als exploded view (onder)

De vlam van de hoofdbranders was nu goed, maar de waakvlam was nu een ramp. Eerst een stukje geschiedenis. In de Modelbouwer nummer 10 uit 2014 staan diverse foto's van de brander installatie. Op foto 9, blz. 12 staan de beide hoofdbranders en in het midden de regelafluiser en houder voor de waakvlam. Op foto 12, blz. 15, staan de branders met ontstoken waakvlam met een prachtige oranje vlam. Wat niet te zien is, dat deze ontzettend walmden. Binnen de kortste keren zag de witte inwendige bekleding van de ketelbehuizing er uit of er vetkolen waren verbrand. Door het vragen van advies bij een ervaren stoombouwer leerde ik, dat ook bij een waakvlam er vooraf verbrandingslucht moet worden toegevoegd. Bij de beide hoofdbranders had ik dit wel toegepast, zie de zijdelingse openingen bij de hoofdbranders.

Hierop heb ik de houder van de waakvlam gemodificeerd en deze aangepast, zoals een laboratorium Bunsenbrander. Dus ook voorzien van een gassproeier en een luchtregelring. De oorspronkelijke naaldafsluiter is gebleven. Door de luchtregelring kan ik nu de waakvlam zonder roetvorming afstellen, zodat deze ook een mooie en rustige vlam geeft en betrouwbaar het thermokoppel van de gasbewaking verwarmt. De nieuwe uitvoering is gemaakt met een gassproeier, doorlaat 0,3mm, en een luchtschuif voor het afregelen van de toegevoerde lucht. Op Foto 6 zien we in het midden de nieuwe waakvlam aansluiting, iets boven het niveau van de beide hoofdbranders.



Vervolg systeemtest 1

Alvorens de test te beschrijven, eerst nog even de aanpassingen/modificaties die ondertussen zijn uitgevoerd:

- Zuigerafdichting, getwijnd Teflon snoer vervangen door Teflon zuigerveren, spiraalveer met vlakke draden/windingen.
- Ketelwater niveauregeling met lichtsluizen, vervangen door niveaumeting gebruik makend van geleidendheid van het water.
- Voedingswater voorverwarmer, modificatie van de inwendige afdichtingspakking.
- Branders, voorzien van andere gassproeiers.
- Waakvlam voorzien van gassproeier en luchtschuif.

Ketelbehuizing

Nu de branders een goede en rustige vlam gaven ontdekte ik, dat de openingen voor toevoer van de verbrandingslucht vergroot moesten worden. In de Modelbouwer nummer 10 uit 2014 heb ik de ketelbehuizing en constructie beschreven. Constructie technisch is het belangrijkste, dat de ketelbehuizing ontworpen is als een soort hoed zonder het ketelfront, gecentreerd door paspennen en los over de ketel staat. De behuizing is gemaakt uit aluminium plaat, dikte 1mm. Als isolatie materiaal is een hoogwaardige geblazen SiO_2 isolatie materiaal toegepast. Volgens de leverancier van dit materiaal zou dit goed te verlijmen zijn met waterglas. Daar ik deze lijm niet kende, heb ik eerst het betreffende veiligheidsblad opgezocht en gelezen. Hier werd ik niet vrolijk van. Waterglas is een sterke base en kan aanleiding geven tot ademhalingsproblemen.



Verder door de chemische agressiviteit is het gebruik op aluminium af te raden. Als oplossing heb ik, voor het vastlijmen van het isolatie materiaal, gekozen voor het gebruik van een asbestvrije keramische lijm, geschikt tot 1000 °C, Risilon 1000. Tevens heb ik deze lijm gebruikt voor het dichtn van de naden tussen de verschillende wandbekledingen. Voor de zekerheid heb ik het isolatiemateriaal ook mechanisch met een strekmateriaalrooster bevestigd. Ondertussen is het geen geheim meer, dat ik soms "vreemde" materialen toepas. Het betreffende strekmateriaal is het rooster van een weggooibare barbecue. Foto 8 laat de binnenzijde van de ketelbehuizing zien. Het front zit er aan vast en bevat de aansluitingen voor het voedingswater, stoomafvoer, peilglas aansluitingen en een doorvoeropening om met behulp van een keukenaansteker de waakvlam te kunnen ontsteken.

Op Foto 9 staat het front er nog naast en zijn de aansluitingen en doorvoeropeningen goed te zien. Na ontsteken van de waakvlam wordt deze, om de waakvlam te kunnen blijven zien, met een doorvoer met kijkglas afgesloten. De ketelbehuizing kan dus door paspennen op de ketelmontage plaat en geleide pennen van het ketelfront eenvoudig verwijderd worden. In de ketelmontage plaat zijn de verbrandingslucht toevoergaten gemaakt. In het te bouwen schip, zal de ketelmontage plaat met afstandsbussen van voldoende hoogte op de machinekamervloer gemonteerd worden.

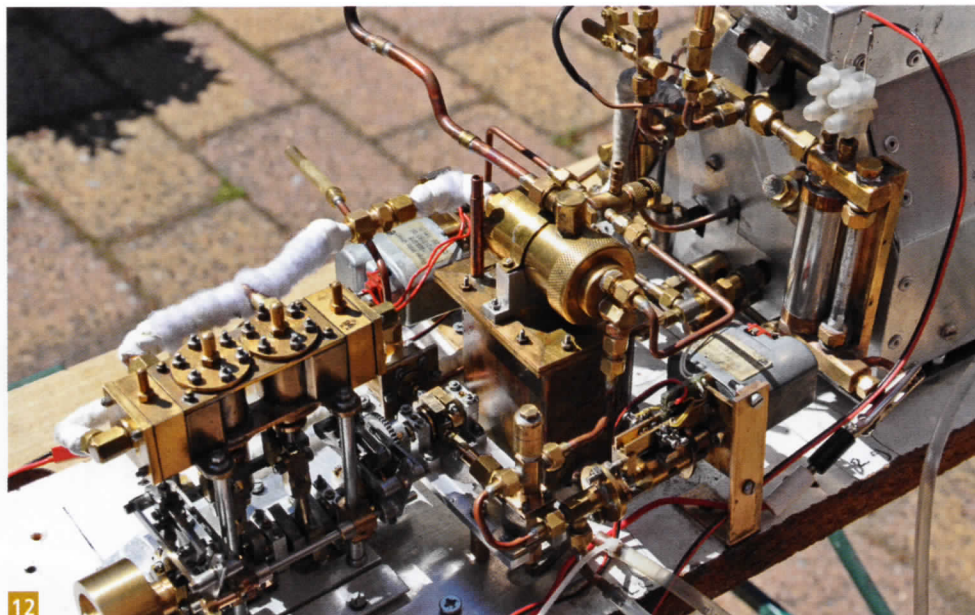
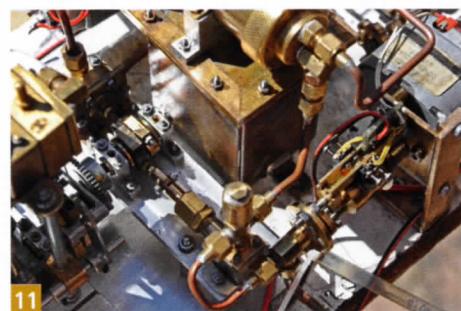
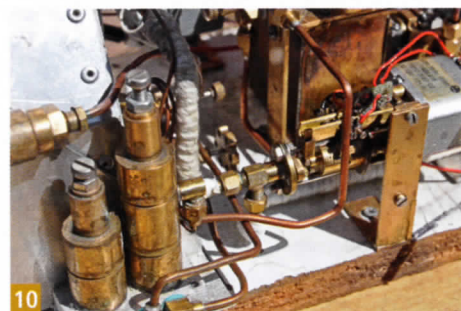
Vervolg systeemtest 2

Nadat alle veranderingen en modificaties zijn aangebracht, is het gehele systeem nogmaals onder stoom gebracht en getest. Zie voor het stoomschema in de Modelbouwer nr. 10 uit 2014.

Het gehele systeem inclusief gas-, ketelwaterregeling en bijbehorende elektronica bestaat uit:

- Yarrowketel met dubbele hoofdbranders en waakvlam.
- Veiligheidsventiel.
- Manometer.
- Stoomfluitafsluiter.
- Automatische elektronische ketelwater niveauregeling.
- Gasbewaking met thermokoppel.
- Gas regelenheid, door keteldruk gestuurd.
- Motor gestuurde stoom regelklep naar machine. Zie Foto 10 met links de beide membraanunits van de gasdrukregeling, door mij beschreven in de Modelbouwer nr 9(2014)
- Stoommachine met voedingspomp. Zie Foto 11 links.
- Voedingswater afsluiter, aangestuurd door automatische ketelwater (bypass)niveauregeling. Zie Foto 11 rechts.
- Voedingswater voorverwarmer.
- Dubbel peiltoestel, het dichtsbij de ketel het vat met de meetdetectoren voor de elektronische niveauregeling, aan de buitenkant het peilglas voor optische controle (voorzien van draad ter voorkoming van luchtbellens).

Foto 12 laat zien, dat de machinekamer er mag zijn! Vervolgens heeft het hele systeem, onder tijdig vullen van het voorraadvat voor het ketelwater,



zonder verdere ingrepen, bijna een vol uur gedraaid, totdat het gas in de butaan/propana patroon op was. Problemen opgelost! Na alles wat ik onderweg ben tegen gekomen, mag dit toch echt wel een succes worden genoemd. Derhalve: Systeemtest, na diverse pogingen, succesvol afgesloten!

Rest nog het maken van enkele onderdelen, die voor de test niet belangrijk waren, bijvoorbeeld de stoomfluit. Verder moest de voetplaat van de gasregelenheid veranderd worden: de plaats van de gasaansluitingen is te kwetsbaar, dus is deze verplaatst.

Voortgang van het project "Bouwen van een varend scheepsmodel".

Omdat ik een onder stoom varend schip wil maken, heb ik meer gelet op de rompinhoud en eenvoud van het schip, dan het uiterlijk. Uiteindelijk heb ik gekozen voor het bouwen van de "Dockyard IV". De tekeningen, NVM nr. 16.14.045, zijn vanaf de start van het project in mijn bezit. De lengte van het werkelijke schip is 24,88m. Oorspronkelijke plan was om het model te bouwen op schaal 1:25, dus modellengte 995mm. Na samenbouwen en testen van de stoominstallatie,



kwam ik er achter, dat ik in de lengte richting ruimte te kort had, ca. 2cm. Maar indien ik het schip bouw op schaal 1:24, modellengte 1.037mm, heb ik een lengte winst van meer dan 4cm. Dit is dus ruim voldoende, zodat ik nu kan beginnen met de bouw van het schip. Daarover hoop ik U later te kunnen berichten. Het "spantenplan", dat ik U liet zien in de Modelbouwer nr 9(2014), heb ik overeenkomstig aangepast. Zie Foto 13 met daarin aangegeven de benodigde ruimte voor de stoominstallatie.

Opmerking m.b.t. het ruimtegebrek: Een stoominstallatie vraagt door zijn vele onderdelen een bepaalde ruimte. Comprimeren gaat ten koste van de ruimte, die men nodig heeft voor onderhoud. Een stoommachine is een levende machine, die onderhoud en smering vraagt. Ook moet gelet worden op de mogelijkheden om de machine voor onderhoud te kunnen uitbouwen.

Een laatste redactionele opmerking: tijdens ons bezoek in juli van dit jaar, hebben wij kunnen constateren dat de stoominstallatie niet alleen prima werkt, maar ook snel op druk is: Foto 14. (stoomredactie(HP))

