

Defecte condensor oktober 2016

Tijdens één van de draaidagen in oktober 2016 trad een defect op bij de condensor van de stoommachines C en D van het gemaal. Een neveneffect van deze storing openbaarde zich met het met veel kabaal in werking treden van de ontlastkleppen en het ontsnappen van hete stoom bij de stoommachines A en B. Het lawaai en de ontsnappende stoom was niet alleen voor de bezoekers en rondleiders maar ook de dienstdoende machinisten een ongewone en spannende, zelfs angstige ervaring.

Aan de hand van de werking van de condensor en een paar constructiedetails zal hieronder worden ingegaan op dit voorval.

Verdampen en condenseren

In een stoomketel wordt water omgezet in stoom, we noemen dat verdampen. In een condensor vindt het omgekeerde plaats en dat heet condenseren. In de stoomketel voeren we door middel van verbranding van stookolie (warmte) energie toe en bij een condensor voeren we een deel van die energie weer af met koelwater. Dit doen we om de in de stoom opgeslagen energie in de stoommachine optimaal te kunnen benutten. Hoe groter namelijk het verschil in temperatuur is van de stoom die wordt toegevoerd ten opzichte van de stoom die wordt afgevoerd, hoe hoger het rendement van de machine is. Energie vernietigen om een hoger rendement te verkrijgen komt vreemd over en zal daarom in een ander college worden uitgelegd.

Je kunt stoom op twee manieren condenseren. De eerste manier is door water in de stoomwolk te spuiten, de stoom koelt dan zover af dat zij van damp in vloeibare vorm over gaat. Men spreekt dan over "injectiecondensatie". Een ander manier en toegepast bij het Woudagemaal, is om stoom tegen een koud vlak te laten botsen. Deze methode noemt men "oppervlaktecondensatie". De omzetting van stoom in water vindt plaats in een gesloten vat die we condensor noemen.

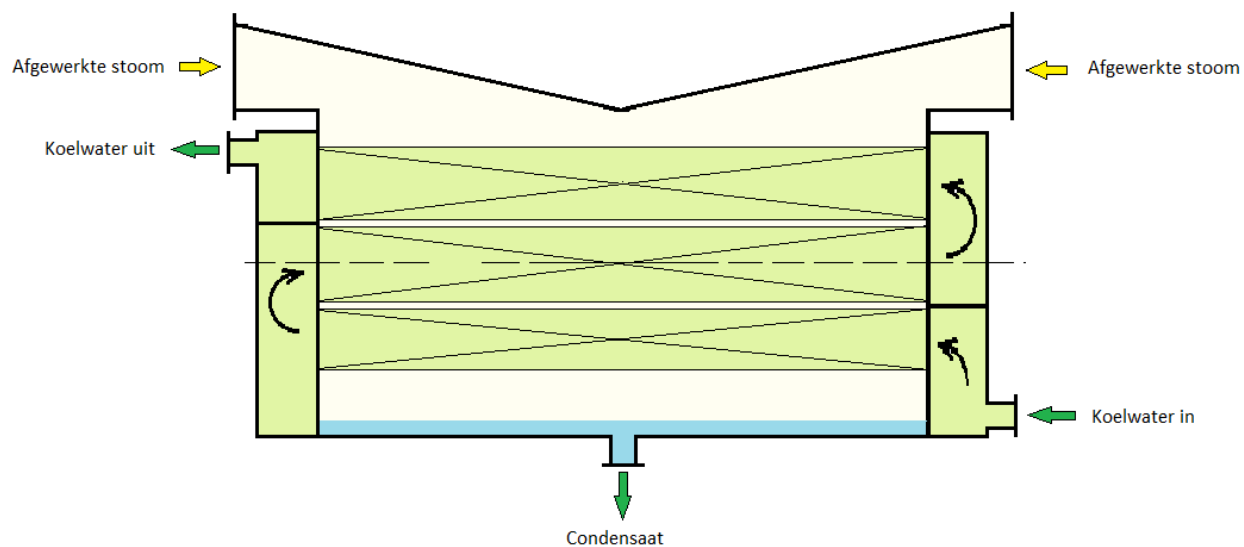
Condensor-inrichting

Bij het Woudagemaal is indertijd voor oppervlakte condensatie gekozen omdat het water in de omgeving van het gemaal brak dan wel zout was en bij injectie condensatie ongeschikt om samen met het condensaat weer naar de stoomketels te worden gevoerd. Zout water heeft vervuiling maar nog meer het zogenoemde opkoken van de ketels tot gevolg. Hierdoor bestaat de kans dat natte stoom, dus water naar de stoommachine wordt gevoerd en deze ernstig beschadigd.



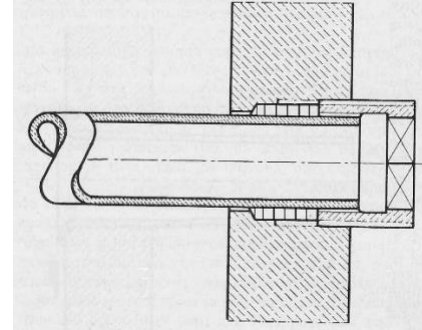
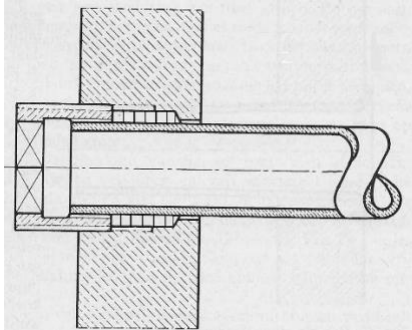
Oppervlaktecondensator in D.F. Woudagemaal

Als gevolg van condensatie ontstaat een onderdruk in de condensator, hetgeen wordt verklaard door het enorme verschil in volume van water en stoom. 1700 liter stoom geeft bij atmosferische druk ongeveer 1 liter water. Dus elke 1700 liter afgewerkte stoom die naar de condensator wordt gevoerd neemt als gevolg van de condensatie een volume aan, in de vorm van water, van 1 liter.



Schematische voorstelling van de condensator

De oppervlaktecondensator bij het ir. D.F. Woudagemaal bestaat uit een drietal pijpenbundels met in totaal 1096 Cupro-nikkelen pijpjes. Cupro-nikkel is een legering van koper en nikkel en is bestand tegen zout water. Door deze pijpjes wordt met behulp van de door de kleine stoommachine aangedreven centrifugaalpomp, oppervlaktewater gepompt. De buitenkant van de aldus gekoelde pijpjes vertegenwoordigen het koude oppervlak dat zorgt voor de condensatie van de afgewerkte stoom. De pijpjes zijn in de pijpplaten bevestigd met een soort pakking bus zoals hieronder is aangegeven.



Detail van de condensor pijpbevestiging in de pijpplaat

De circulatieruimten, de fronten van de condensator, zijn zodanig ingericht dat het koelwater drie keer de condensator passeert. Hierbij past men het tegenstroom principe toe. Dat wil zoveel zeggen dat het warmste koelwater via de condensatorpijpjes in contact komt met de heetste stoom of damp. De pijpenbundels zijn in een gietijzeren omhulling opgenomen. Deze omhulling vormt gelijk de ruimte waarin de stoom overgaat in water.

Het water dat in de condensator wordt gevormd noemt men condensaat. Dit relatief warme condensaat wordt na te zijn afgeroomd (olie) en gefilterd naar de stoomketel gevoerd en opnieuw omgezet in stoom.

Als gevolg van onderdruk en lekkage, bijvoorbeeld langs de zuigerstang van de stoommachine, wordt ook lucht met de stoom meegevoerd. Deze lucht condenseert niet, verzamelt zich in de condensator en belemmert de condensatie van stoom. De machinist van de stoominstallatie zal dat merken aan het oplopen van de condensordruk, anders gezegd, het wegvallen van het zogenoemde vacuüm of ijdel. De natte-luchtpomp onder de condensator, de naam zegt het al, zuigt naast het condensaat ook de lucht weg uit het vat en voorkomt dit euvel.

Een ander oorzaak voor het wegvallen van het ijdel cq het oplopen van de druk in de condensator is onvoldoende of het geheel wegvallen van de koeling. Er wordt dan geen stoom meer gecondenseerd terwijl deze wel door de draaiende stoommachine wordt aangevoerd. De drukopbouw zet zich door naar de stoommachine. Eerst naar de lage drukzijde en al snel ook naar de hoge drukzijde hiervan. De desbetreffende stoommachine zal als er niet wordt ingegrepen nauwelijks of geen energie meer leveren en uiteindelijk stilvallen.

Technische gegevens condensors

Specificatie	Detail
Aantal	2
Fabricaat	Jaffa
Koelend oppervlak	152 m ²
Aantal condensorpijpen	1096
Pijpmateriaal	Cupro Nikkel (corrosiebestendig)
IJdel (vacuüm)	65 cm kwikkolom (0,133 bar (abs) of 86 %)

Ontlastkleppen

Om te voorkomen dat in de cilinders van een stoommachine te hoge drukken ontstaan, door wat voor oorzaak dan ook, worden deze voorzien van ontlastkleppen. Je kunt deze veer belaste ontlastkleppen vergelijken met de veiligheidskleppen op de stoomketels met dien verstande dat op de stoomketels van het Woudagemaal gewicht belaste veiligheidskleppen zijn toegepast. De werking is echter hetzelfde, namelijk het voorkomen van een te hoge druk in de ruimte waar deze op zijn aangesloten. De ontlastkleppen van de stoommachines zijn op onderstaande foto aangegeven.



Ontlastkleppen bij de stoommachines (de pijlen wijzen naar HD en de twee LD ontlastkleppen)

Reconstructie van het voorval

Op 4 oktober 2016 gaf het peilglas van de tweede condensorinstallatie aan dat er geen of te weinig koelwater in de condensor aanwezig was. Daarop is besloten om de hierop aangesloten machines C en D stil te zetten en te onderzoeken wat de oorzaak hiervoor was. Het condensor-koelwatersysteem is aan elkaar gekoppeld en leidt onder normale omstandigheden naar beide condensoren. Door de achteraf vastgestelde lekkage in condensor 2 kreeg condensor 1 niet voldoende koelwater waardoor de condensordruk op liep. Door deze drukverhoging traden de ontlastkleppen van de op deze condensor aangesloten stoommachines A en B in werking. Dit veroorzaakte op haar beurt een hard blaffend geluid als gevolg van het ontsnappen van stoom. Deze machines zijn ook stopgezet, waarna het blaffen stopte. De koelsystemen zijn daarna gescheiden doormiddel van het dichtdraaien van de hiervoor bedoelde afsluiters. Machines A en B zijn vervolgens weer opgestart en hebben verder probleemloos gedraaid.

Door het wegnemen van de condensorfronten en het opvullen met schoon water is vastgesteld dat er een condensorpijp was gescheurd. Koelwater wordt in zo'n situatie vermengd met het condensaat en met de natte-luchtpomp afgevoerd naar de filterbakken. De defecte condensorpijp is razendsnel vervangen door een reserve exemplaar, waarna de installatie weer in bedrijf kon worden genomen.

Omdat we bij het Woudagemaal te maken hebben met zoetwater worden kleine lekkages niet opgemerkt anders dan dat er minder ketelvoedingwater aan het systeem hoeft te worden toegevoegd of dat er zelfs een overschot ontstaat. Als het polderwater brak of zout zou zijn geweest, zoals dat tot omstreeks 1936 het geval was, had dit geleid tot ernstige vervuiling van het ketelvoedingwater en (wanneer niet tijdig opgemerkt) tot ketelsteenvorming en opkoken.