



Zeewater in de stoomketel

Ik was op zoek naar informatie over de schepen, ontworpen door Isambard Kingdom Brunel. Zijn tweede schip, de *SS Great Britain*, was opgebouwd met geklonken smeedijzeren platen. Het eerste ijzeren stoomschip in de geschiedenis en ook nog de eerste oceaanstomer die niet door schoepraderen werd voortbewogen, maar door een zesbladige schroef. De *Great Britain* werd in 1843 te water gelaten.

Het schip beschikte over een stoommachine met een vermogen van 1000 pk en een gewicht van 340 ton. Het was een verbeterde versie van een patent van Sir Marc Brunel. De stoommachine bestond uit twee cilinders van 220 cm diameter en een slag van 180 cm. Beide cilinders stonden onder een hoek van 60° en draaiden met 18 omwentelingen per minuut.

Stoom werd opgewekt in drie 10 m lange, 6,7 m hoge en 3 m. brede “vierkante” zoutwater ketels bij een absolute druk van 1,33 kg/cm². Er werd ook een condensor gebruikt. De beweging naar de schroef werd versneld door het grote vliegwiel via een ketting met het kleinere tandwiel op de schroefas te verbinden, zodat de zesbladige propeller 52 toeren maakte bij een snelheid van 22 km/h.

De ketels bevatten 200 ton zeewater en de voorraad steenkool bedroeg 1200 ton.

Nou, door dat zeewater moest ik even de ogen uitwrijven. Het stond er echt!

Dus ik ben op zoek gegaan en vond een tekst in het archief van de A&C Society, Ontario. De tekst heet *Salt in Marine Boilers* en komt uit het boek *Steam and the Steam Engine*, van *Henry Evers* en is in 1873 uitgegeven door William Collins, Sons and Company. De schrijver was professor in de wiskunde en toegepaste wetenschappen op de Science School in Plymouth.

Zout in mariene ketels

Wie er zin in heeft om het hele stuk te lezen, het is hier te vinden:

http://navalmarinearchive.com/research/salt_in_marine_boilers.html

Ik pik er wat interessante zaken uit.

De tekst begint met: “Aan mariene ketels worden in het algemeen zout water toegevoerd”. (Dus ook nog in 1873).

De schrijver spreekt over het condenseren om op die manier zuiver water te krijgen. Maar meer als een wens, want kennelijk waren de condensors in die tijd nog niet capabel genoeg om al het condenswater terug te winnen.

Zeewater bevat zout, of natriumchloride, maar niet altijd in dezelfde hoeveelheid. De Middellandse Zee is zouter dan de Atlantische Oceaan en die weer zouter dan de Stille Oceaan. De gordel tussen 22° Noord en 17° Zuid is weer zouter dan de andere regionen, vanwege de grotere verdamping rond de evenaar. De Oostzee is weer minder zout, door de toevoer van rivierwater.

Elke 1000 delen zeewater bevat 34,4 delen vaste stoffen, dus ongeveer 1/30.

Van die 34 delen bestaan er 24 uit zout, 4 delen magnesium chloride, 4 delen natriumsulfaat en 1 deel koolzure kalk (calciumcarbonaat) en 1 deel kiezelaarde.

En dan nog sporen van broom, jodium, boor, zilver, koper, ijzer, potas, etc.



Kookpunt van zout water

De specifieke dichtheid van het water in de noordelijke Atlantische Oceaan is 1,0266 en bijvoorbeeld in de Middellandse zee 1,0289.

Door de grotere dichtheid kost het meer warmte om zeewater te koken dan zoet water uit een bron, of rivier. Bij het genereren van stoom zal het zeewater in de ketel steeds zouter worden. Uiteindelijk wordt het pekkel. Het zout gaat niet mee in de stoom en naar mate de dichtheid van het zeewater in de ketel groter wordt, zal er ook steeds meer warmte nodig zijn om de stoom te produceren.

Dan komt er een moment dat het water in de ketel verzadigd raakt met zout en zodoende geen extra zout meer kan bevatten. Op dat punt slaat het neer in de ketel, waarbij water en ijzer van de ketel gescheiden worden. Het ijzer wordt dan roodgloeiend en zacht, het recept voor een ketel xplisie.

Het onderstaande geldt bij een atmosferische druk op zeeniveau en in een open bak.

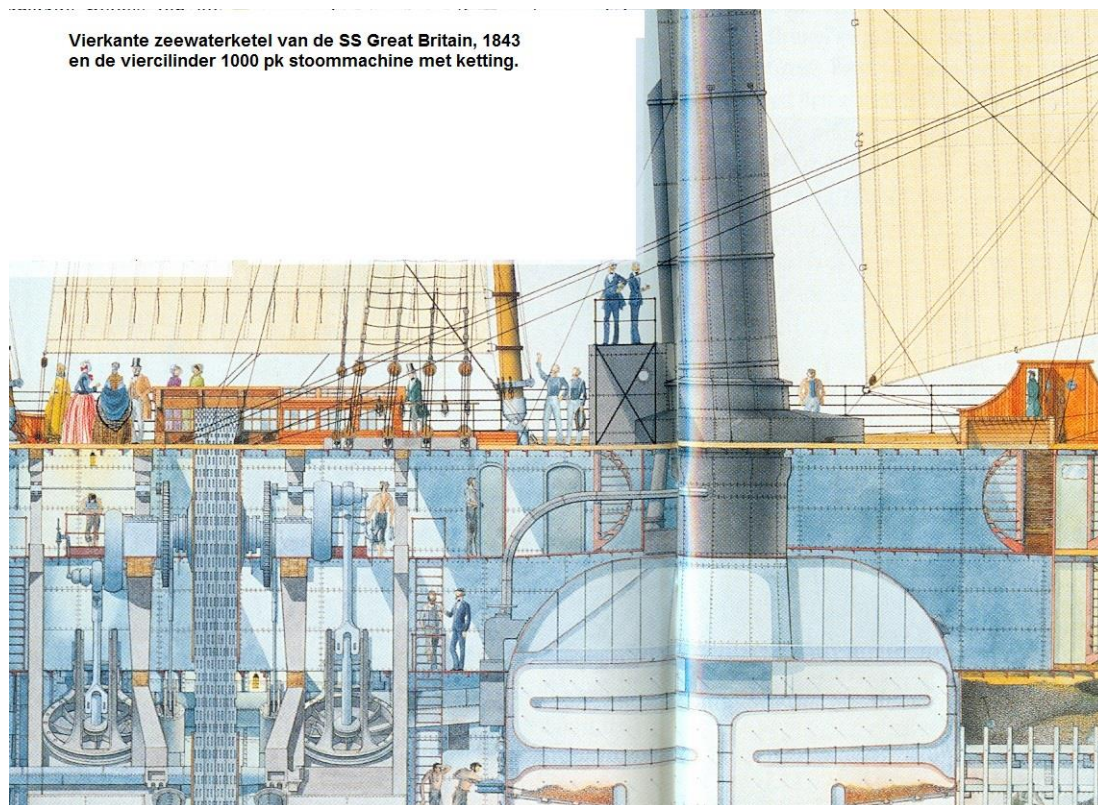
Bij een zoutgehalte van 1/30 wordt het kookpunt 100° en $2/3$ (dus zeg maar $100,66^\circ$ Celsius)

Bij de dubbele hoeveelheid ($2/30$) zout wordt dat $101^\circ 1/3$.

Bij $4/30$ zoutgehalte is dat al $102^\circ 2/3$.

$12/30$ gehalte aan zout is het verzadigingspunt. Het bijbehorende kookpunt is $107^\circ 7/9$.

Hierna wordt het zout snel neergeslagen.



Spuien

Normaal gesproken wordt het zout niveau beneden $3/30$ of $4/30$ gehouden. Als dit punt is bereikt, dan wordt de pekkel gespuid via kranen onderin de ketel.

Dit moet elke twee uur gebeuren, maar meestal vaker. Hierbij gaat veel warmte verloren.

Door een pomp te gebruiken die bij elke slag van de machine pekkel onder uit de ketel wegpompt, kan men het zout niveau redelijk constant houden.



Hans Walrecht

De pomp om vers zeewater in de ketel te pompen moet een grotere capaciteit hebben omdat er ook stoom gegenereerd wordt.

Vreemde stoffen in het ketelwater willen altijd naar de oppervlakte drijven en verhinderen daar niet alleen het opkoken (*ebullition*), maar ook de vorming van stoom. Met een spuikraan op het waterniveau kan men daar de ongerechtigheden laten wegstromen.

Men ontkomt er niet aan om de ketel af en toe schoon te maken. Zoutafzetting laat zich gemakkelijk met water verwijderen, maar kalk moet toch echt afgebikt worden. Sommigen lieten de ketels na het stoppen van de machines leegstromen, terwijl de rookkanalen nog heet waren. De bedoeling was dat dat de kalk dan los sprong van de ketel. Maar het was ook een goede manier om de ketel te ruïneren.

Bepalen van het zoutgehalte.

Dat kan met een thermometer. Men weet de druk en de bijbehorende temperatuur. Dat geeft een indicatie van het zoutgehalte.

Het kan ook met een hydrometer, die de dichtheid van het water meet. Het doet aan een dobber denken, maar je moet hierbij wel de druk weten.

De Salinometer bestond uit een thermometer en een hydrometer en dit apparaat werkte betrouwbaarder.

Op internet vond ik ook nog een andere methode:

Een Ier vertelde dat hij water uit de ketel aftapte in een emmer en gooide er dan een aardappel in. Als die bleef drijven, moest de ketel gespuid worden. En het werkte ook nog.

Hans Walrecht