

Parsons stoomturbine

In 2005 waren mijn vrouw en ik in Ierland en als een break na alle natuur, Keltische monumenten en Ierse muziek reden we naar het plaatsje Birr, om de enorme telescoop op het landgoed van William Parsons, derde graaf van Rosse, te zien. De amateur astronoom



Lord Rosse bouwde hem in 1845 en het was tot 1917 met zijn 183 cm spiegel de grootste ter wereld. In Birr Castle zelf was een expositie over de bijzondere familie Parsons te zien. Zijn vrouw was een bekend amateur fotografe en de jongste van hun drie zonen was erg geïnteresseerd in techniek. Zijn naam: Charles Algernon Parsons (1854 – 1931). En hij had iets met stoomturbines...

De Laval

In het Stoommachine museum staat een kleine 5 pk Laval stoomturbine, uit 1925. Door een straalpijpje wordt stoom op een enkelvoudig schoepenrad geblazen en dat krijgt dan een snelheid van ongeveer 30.000 toeren per minuut. Dit is een turbine van het *impuls* type, omdat de druk van de stoom in deze turbine meteen sterk verlaagd is.

De Zweed Gustav de Laval vond dit type stoomturbine in 1883 uit. De reden was zijn centrifuge om de room van de melk te scheiden. Die draaiden 7000 tot 9000 tpm en met een stoommachine was dat lastig. Een stoomturbine zat qua snelheid veel dichterbij het gewenste toerental.

De volle 8 bar stoomdruk werd op het enkele schoepenrad losgelaten wat leidde tot een op zich onbruikbaar hoge snelheid die een tandwiel reductie noodzakelijk maakt. Dat kon beter, dacht Parsons.

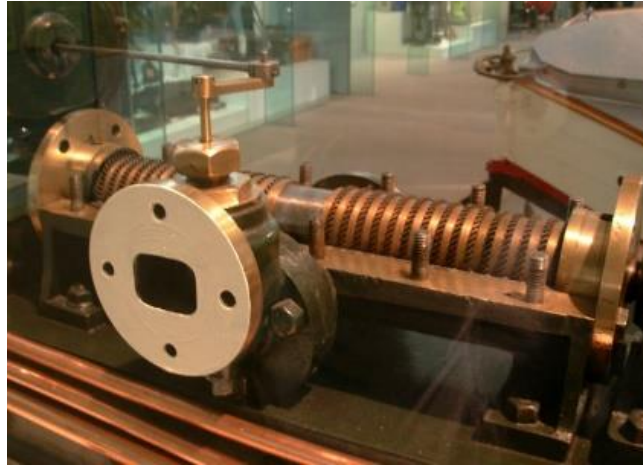
Charles Parsons



Hij kreeg thuis privéonderwijs, kon naar in alle vrijheid experimenteren in het grote kasteel en Lord Rosse kreeg veel interessante wetenschappers over de vloer. Een van Charles' uitvindingen was een barometrische dieptemeter voor het jacht van zijn vader. Hij studeerde later wiskunde in Dublin. Vervolgens kwam hij bij Armstrong in het Britse Newcastle te werken, erg ongebruikelijk voor de zoon van een graaf. Hier deed Parsons zijn eerste experimenten met stoomturbines.

Na Armstrong werkte hij bij *Kitson's* in Leeds aan raket aangedreven torpedo's. In 1884 kwam hij terecht bij de scheepsbouwers *Clarke, Chapman & Co*, bij Newcastle. Daar werd hij hoofd van de afdeling die de elektrische uitrusting voor schepen ontwikkelde. Bij hen ontwikkelde hij zijn stoomturbine verder. Die turbine werd daarna gebruikt voor een door Parsons

zelf ontwikkelde elektrische generator. In 1911 vertelde hij in een lezing over zijn turbine: *“Het leek mij belangrijk dat bescheiden oppervlaktesnelheden en draaisnelheden belangrijk waren om de turbine motor geaccepteerd te krijgen. Daarom besloot ik om de drukval van de stoom in een aantal stapjes over een groot aantal turbinewielen te verdelen, zodat de snelheid van de stoom nergens groot zou zijn... Ik was ook bezorgd over het bekende eroderende effect van hogesnelheid stoom op metalen delen”.*



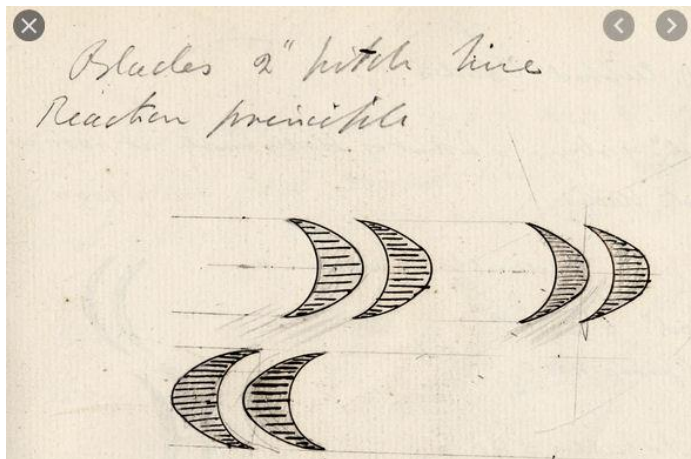
De foto toont de 10 pk stoomturbine van Parsons uit 1884. Wat opvalt is dat de turbinewielen allemaal even groot zijn. Wat ook opvalt, is dat deze turbine dubbel is uitgevoerd. De stoom wordt toegevoerd vanuit het midden en loopt dan naar links en rechts parallel aan de as. Dit is de *parallele stroming*. Bij een enkele turbine zorgen de axiale krachten ervoor dat de as met schoepenwielen naar één kant wordt geduwd. Hier heffen deze krachten elkaar op en dat spaart een druklager uit. De stoom stroomt erg snel door een relatief kleine turbine, waardoor warmteverliezen klein zijn.

Een turbine heeft een draaiend deel met daarop kransen met turbinebladen. Het stilstaande deel in het turbinehuis bevat de leischoepen die de stoom op de turbinebladen richten. De turbinebladen zijn op een schijf gemonteerd en vormen een krans. Er zijn meerdere kransen achter elkaar op een solide as of holle trommel gemonteerd.

De ruimten tussen de turbinebladen en de leischoepen is erg klein, evenals die tussen de tips van de turbinebladen en het turbinehuis om hiermee de lekkage van stoom te beperken. Als de twee helften van het turbinehuis op elkaar gemonteerd zijn vormen alle kransen met leischoepen ook één geheel.

Bij Parsons' turbine is bij elke turbinekrans de druk aan de entreezijde hoger dan aan de uittreezijde, daarom wordt het ook wel een *overdruk turbine* genoemd. Dat drukverschil wordt omgezet in een snelheidsvermeerdering van de turbinekrans, vandaar dat we dit een *reactieturbine* noemen. De stoomturbine is het meest efficiënt als de *drukval* over verschillende *druktrappen* wordt verdeeld. Elke druktrap bestaat uit een leischoepenkrans en een turbinekrans.

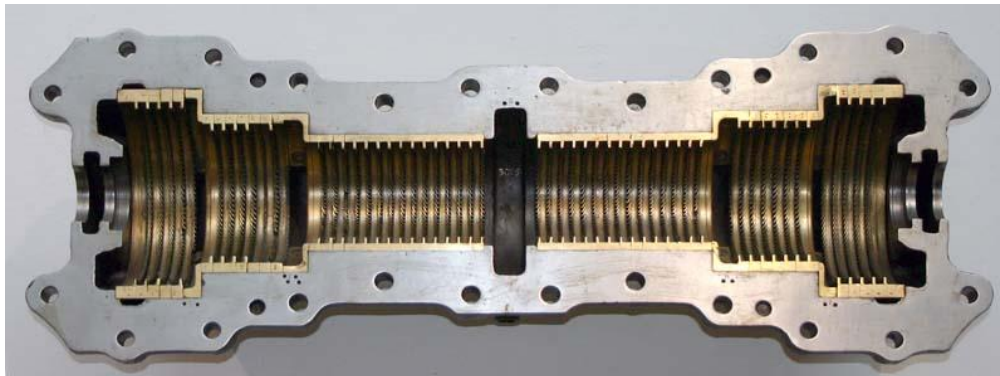
Parsons gebruikte stoom met een druk van 8 bar en verdeelde die druk over 15 druktrappen. De stoomdruk werd dus geleidelijk lager. De restdruk na de turbine was 1 bar.



De originele tekening van Parsons laat zien hoe de stoom zigzaggend door de turbinebladen en de leischoppen stroomt. Het valt bij deze eersteling op dat de Parsons nog geen gebruik maakte van de expansie van stoom.

Onderstaande foto van een later turbinehuis laat de leischoppen duidelijk zien. Hier heeft Parsons wel de expansie van stoom toegepast, maar daarover later meer.

Als hij bij Clarke, Chapman & Co werkt wordt er in 1884 patent aangevraagd op zijn naam, maar in bezit van de firma. Dat zou later problemen opleveren.



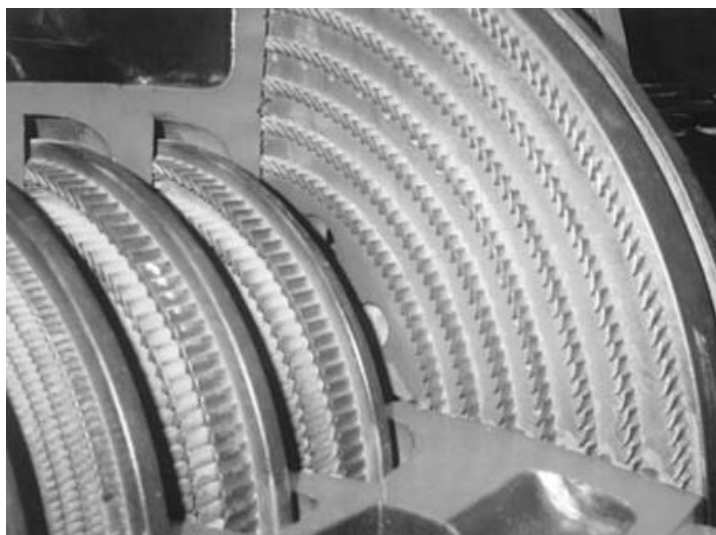
Parsons was getuige van de snelle opkomst van elektriciteitscentrales. Die werden allemaal aangedreven door reciproke (heen- en weergaande) machines. Vanwege de hogere snelheid waarmee een dynamo (gelijkstroom) of generator (wisselstroom) moet draaien kon men met riemen en poelies de snelheid omhoog brengen, net als bij onze Iserlohner en de kleine Stork in het museum, maar een elegante oplossing is dit niet. Zijn droom was een direct aangedreven generator. Hij dacht dat een stoomturbine qua kracht en aantal omwentelingen per minuut de perfecte aandrijving voor generatoren zou zijn. Moderne stoomturbines draaien op een snelheid van 3000 tpm (voor 50Hz wisselspanning). De negentiende-eeuwse generators draaiden op 1200 tpm. Zijn eerste kleine turbine zat daar met 18.000 tpm nog ruim boven. Maar hij kreeg het voor elkaar met zijn speciale turbine generator. De combinatie van stoomturbine en generator noemde hij "turbo-generator".

In 1888 draaiden er al 200 turbo-generators, van 4 t/m 32 kW, voornamelijk op schepen. Vanwege zijn succes verliet hij Clarke, Chapman & Co en startte met hulp van vrienden zijn *C.A. Parsons & Company*.

Het ontwikkelen van stoomturbines was risicovol, want er moest met grote precisie gewerkt worden en de toleranties waren klein, zelfs naar onze huidige maatstaven. Het nauwkeurig vervaardigen van de profielen van de turbinebladen vormde een grote uitdaging.

De elektriciteitscentrales waren nog huiverig voor de stoomturbine, dus samen met vrienden richtte hij de *Newcastle & District Electric Lighting Co* op, om op die manier de voordelen van stoomturbine te bewijzen. De centrale was uitgerust met twee 75 kW turbines.

Zijn patenten waren nog steeds in handen van Clarke, Chapman & Co, waardoor hij zijn stoomturbines nog niet zo efficiënt kon bouwen. In 1894 lukte het hem om ze terug te krijgen.



Tot zo lang moest hij zich behelpen met een andere, minder efficiënte uitvoering, de turbine met *radiale stroming*. De stoom loopt daarbij telkens van de rand van de turbineschijven naar de as.

compounding

De eerdere foto van het turbinehuis laat zien dat Parsons op zeker moment *compounding* ging toepassen. Het stoomvolume wordt naarmate de stroom door de turbine stroomt steeds groter en tegelijkertijd wordt de druk minder. Daarom wordt de lengte van de turbinebladen steeds ook steeds groter. Parsons heeft dit trapsgewijs gedaan en beperkte zich tot drie verschillende maten. Nog mooier zou het zijn als elk turbineblad een andere afmeting heeft, maar dat is veel duurder om te fabriceren. Toch doen we dat tegenwoordig (zie hiernaast).



Een voordeel van compounding is dat de rotorsnelheid omlaag gaat en de efficiëntie verbeterd wordt.

Turbinia



Parsons zag ook een toepassing van de stoomturbine als aandrijving voor schepen. Stoomturbines zijn klein en krachtig en bovendien zijn smering en stoom gescheiden, zodat er geen olie in de gebruikte stoom zit. Om zijn idee te testen richtte hij -weer met hulp van vrienden- de *Marine Steam Turbine Company* op en maakte plannen voor de 30 m lange *Turbinia*. Parsons was geen ontwerper van schepen dus om de beste vorm te bepalen deed hij in een vijver proeven met modellen.

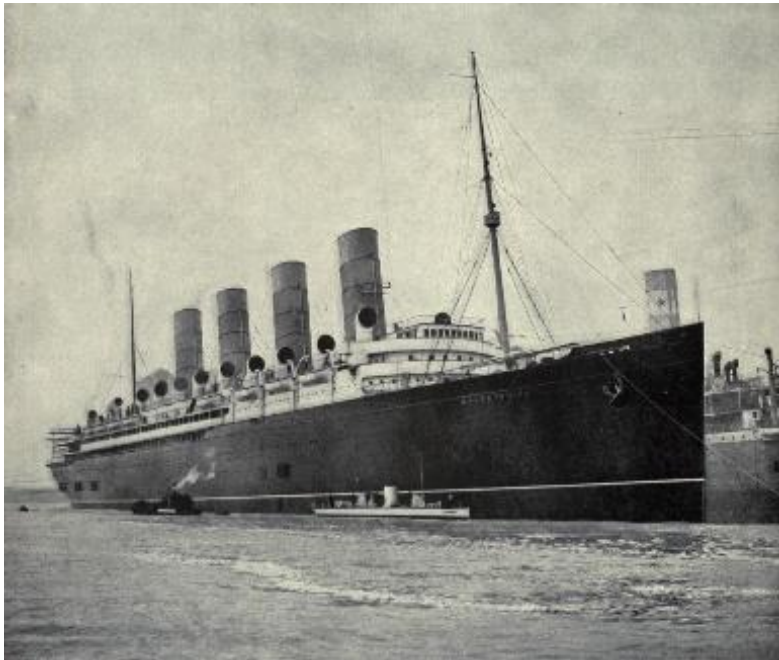
Hij wilde vooral het gedrag van de golven weten, omdat het dek vrij laag boven het water moest komen te liggen. Bovendien was het schip smal en daardoor potentieel snel. Het werd gebouwd door de technici van zijn turbinebedrijf. De Turbinia werd in augustus 1894 te water gelaten en de snelheid van 36 km/h viel hem tegen. De speciale schroef die direct aan de 2400 tpm stoomturbine was gekoppeld, had last van cavitatie. Maar dat probleem kon hij oplossen. De enkele radiale turbine van 960 pk werd vervangen door drie efficiëntere axiale machines met totaal 2300 pk. Elke as kreeg 3 schroeven, dus 9 in totaal en dat bracht de snelheid van de Turbinia op 64 km/h.

Parsons was voorstander van lage snelheid en lage belasting. De turbine van de Turbinia bestond uit 71 druktrappen. De inkomende stoomdruk was 10,8 bar en het vacuümzijde was daar nog 0,14 bar van over. Dat kwam per trap neer op een bescheiden drukval van ongeveer 0,16 bar.

Het schip functioneerde uitstekend, maar de Britse Marine had geen interesse. "Tijd voor een stunt", dacht Parsons. In 1897 zat Koningin Victoria 60 jaar op de troon en er werd daarom op de Solent bij Portsmouth een grootse vlootshow gehouden met in totaal 165 slagschepen, destroyers en alles er tussenin. Naast 38.000 officieren waren ook de gekroonde hoofden van Europa aanwezig. En toen, uit het niets, kwam daar opeens Charles Parsons met de Turbinia aanzetten. Zigzaggend voer hij tussen de marineschepen door. Patrouilleboten probeerden hem te bereiken maar ze hadden geen enkele kans. Parsons had zijn punt gemaakt. Er kwamen geen repercussies, want Prins Hendrik van Pruisen feliciteerde hem en vroeg om nog een demonstratie te geven.

Al in 1898 bestelt de Navy een stoomturbine voor een torpedoboot. Acht jaar later krijgt ook het slagschip *Dreadnought* een stoomturbine aandrijving. Vier turbines produceren samen 23.000 pk en het vermogen van stoomturbines zal snel verder stijgen.

Dan komt het moment waarop het grote succes voor de commerciële scheepvaart begint.



1907, de "Mauretania" met de Turbinia langs zij

De "Mauretania" en de "Lusitania" van Cunard Line hadden elk twee hogedruk en twee lagedruk turbines, totaal 76.000 pk. De Lusitania kreeg op de Atlantische route de "Blue Riband" voor de snelste oversteek in handen en na de torpedering van dit schip hield de

Mauretania de Blue Riband voor maar liefst 20 jaar. De totale efficiëntie van de turbines was 11,5%. Moderne grote stoomturbines zijn inmiddels veel efficiënter.

Parsons was geen voorstander van tandwiel reducties, waardoor de snelheid van de turbine en de direct aangedreven schroef nooit volledig op elkaar afgestemd waren. Met de komst van de langzamere vrachtschepen kwamen er vanaf 1910 ook tandwiel reducties.

De bescheiden Sir Charles Parsons was een echte “family man” maar vond toch ook de tijd om 300 patenten op zijn naam te zetten en dat lang niet altijd met betrekking tot de stoomturbine. Op zijn oude dag begon hij met het kopen van firma's die optisch glas en instrumenten maakten. In de jaren '20 produceerde zijn fabrieken de grootste telescoopspiegel van Europa. En daarmee is de cirkel rond...

Hans Walrecht