



De rotatiemotor

Een rotatiemotor is een sternmotor waarvan de krukas stil staat en de motor draait. De propeller is dan ook vast aan de motor gemonteerd. Die motor is eigenlijk alleen in de Eerste Wereldoorlog gebruikt en op heel grote schaal nog wel. Er moest wel een groot probleem zijn om zo iets te bedenken. En dat was er ook: koeling.

Men moest zich in de luchtvaart aanvankelijk behelpen met zware watergekoelde motoren van het lijn- of V-type. De heersende gedachte was: "Alle goede auto's hebben watergekoelde motoren".

Er was ook luchtkoeling maar die werd vooral voor goedkopere motoren gebruikt.

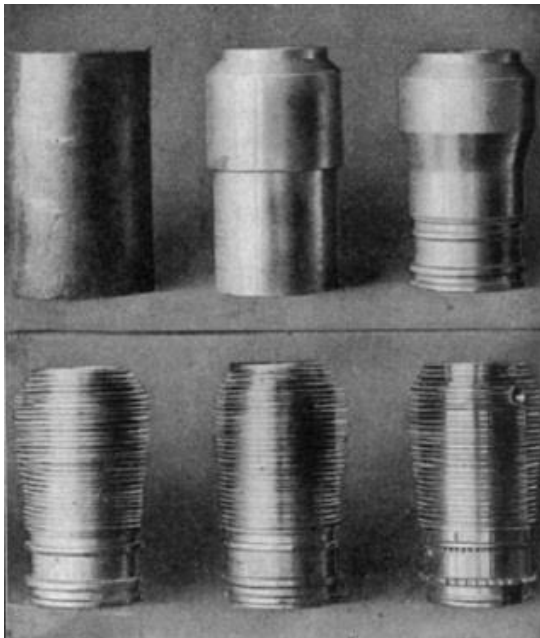
Die eerste watergekoelde motoren werden vaak te heet, omdat de gietijzeren zuigers en cilinders de warmte niet goed afvoerden. De luchtgekoelde sternmotor was ook al bekend maar vanwege de eveneens gietijzeren cilinders hadden die hetzelfde probleem als de watergekoelde motoren.

Bovendien kon men bij deze gietstukken de koelribben nog niet dicht op elkaar krijgen, waardoor het koeloppervlak onvoldoende was. Louis Blériot kon erover mee praten, toen hij in 1909 over het Kanaal vloog. Zijn driecilinder Anzani motor raakte oververhit, maar dankzij een onverwacht regenbuitje koelde die genoeg af om Blériot eeuwige roem te brengen met zijn landing bij Dover.

Vanwege die koelingsproblemen ontstond aan het eind van de 19^e eeuw de rotatiemotor, niet te verwarren met de Wankel motor. De Fransman Félix Millet kreeg in 1888 een patent op deze motor en in 1889 bouwde hij die in het achterwiel van een motorfiets. Omdat de motor zelf steeds ronddraait is de koeling prima.

Gnome rotatiemotor

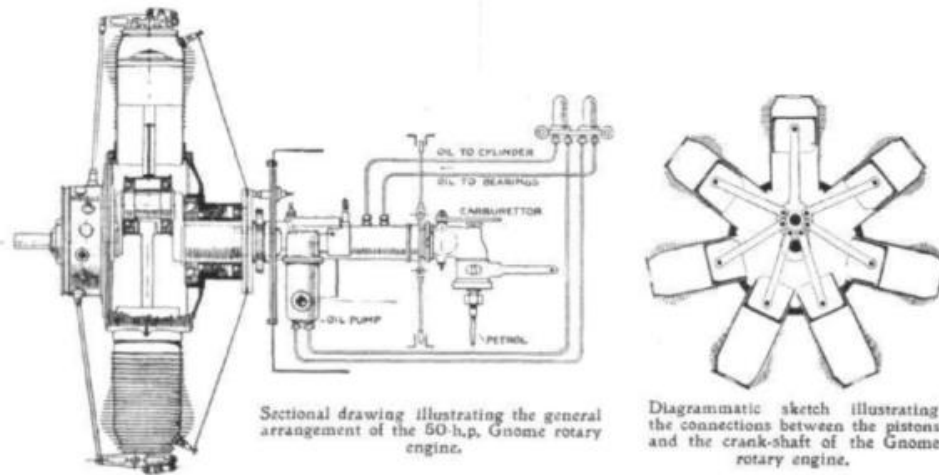
De Franse gebroeders Seguin pikten het idee op voor de luchtvaart. Ze stamden uit een familie van technici en hadden al stationaire benzinemotoren gebouwd. Laurent en Louis Seguin vatten in 1905 het plan op om een lichte, sterke en goed gekoelde motor te bouwen met de voor die tijd ongehoorde verhouding van 1 kg per geleverde pk!



De eerste vliegtuigmotor die ze in 1908 bouwden was een vijf cilinder van ongeveer 35 pk. De uiteindelijke productie motor was de zeven cilinder 50 pk Gnome "Omega". Ze gebruikten voor de bouw het sterkste materiaal dat op dat moment voor handen was: nikkelstaal. Ook kochten ze de beste Amerikaanse en Duitse draaibanken. Om het gewicht laag te houden werd elke cilinder uit een blok nikkelstaal van 44 kg gedraaid. De wanden van de cilinders waren slechts 1,5 mm dik. Dat kon ook bij een maximum compressie van 1 : 4,5. De zuigerstangen werden uitgefreesd om ze zo licht mogelijk te maken en het carter was ook uit één blok staal vervaardigd. Nu is deze werkwijze normaal



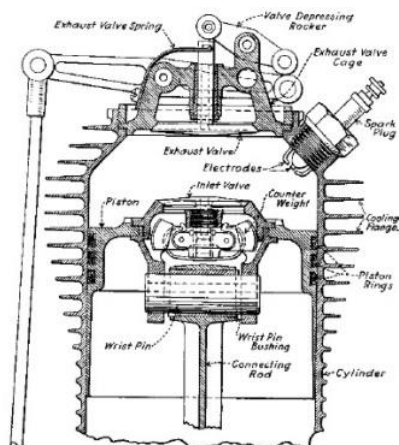
in de luchtvaart, maar in 1908 was het nog heel ongebruikelijk. Hun product was het Zwitserse horloge onder de motoren en daar hing wel natuurlijk wel een prijskaartje aan.



De zeven cilinder Gnome had net als andere benzinemotoren een eenvoudige carburateur. De bevestiging van de motor aan de romp van het vliegtuig bestond uit een holle buis die overging in de eveneens holle en stilstaande krukas.

Via de buis en de holle krukas kwam het benzine-lucht mengsel in het carter terecht. Vanwege het feit dat de vulling van de cilinders niet geweldig was en om het gevaar van carterexplosies te verminderen, hield men het mengsel rijk. De motor werd gesmeerd met wonderolie (*castor oil*), gemaakt uit noten. Deze olie werd gekozen omdat het weinig as achterliet bij de verbranding.

De wonderolie smeerde o.a. het cilinder-zuiger oppervlak. Per uur ging er zo'n 10 liter doorheen. Uiteraard kwam de olie ook in de verbrandingsruimte boven de zuiger terecht waar het gedeeltelijk verbrandde. Het restant verliet de uitlaatkleppen bovenop de cilinders, waar het de klep tuimelaars smeerde. Dit gaf een vette nevel van olie en verbrandingsgassen. Rotatiemotoren waren dan ook altijd omgeven door een kap met openingen aan de onderzijde. En nog zat de piloot onder de olie. Bovendien ademde hij het in en aangezien het wonderolie was moest menig piloot na afloop van een vlucht naar de wc rennen...

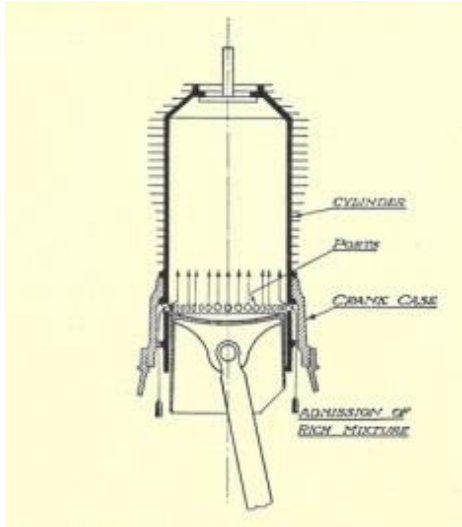


De inlaatklep van de Gnome zat in de zuiger. Als de uitlaatklep gesloten was ontstond er bij de neergang van de zuiger een gedeeltelijk vacuüm in de cilinder. Daardoor opende de inlaatklep in de zuiger zich en stroomde het rijke mengsel in de verbrandingsruimte. Op het onderste dode punt werd de inlaatklep dichtgetrokken door een veer. Bij de omhooggaande beweging van de zuiger, voor de compressieslag, zou deze klep open geslingerd kunnen worden door de centrifugale kracht. Om dit te voorkomen bevond zich in de zuiger een systeem met contragewichtjes dat door dezelfde centrifugale kracht de klep weer op de zitting trok.



Monosoupape

Vanwege de smering met wonderolie bleef de inlaatklep wel eens plakken. De gebroeders Seguin kwamen toen met een oplossing die wel iets op een tweetaktmotor leek.



Het geheim zat in een ring met openingen die vrijkwam als een zuiger in de onderste stand stond. De nieuwe motor kreeg maar één klep, de uitlaatklep. Daarom werd deze motor "monosoupape" genoemd. De timing van de uitlaatklep werd bij de monosoupape totaal anders. Al tijdens de arbeidsslag werd de uitlaatklep geopend. Dat was geen probleem, want de benzine had begin vorige eeuw een laag octaangetal en de verbranding verliep snel. Op die manier kon een deel van het uitlaatgas onder druk snel ontsnappen. Vervolgens bleef

de uitlaatklep open staan, want nu volgde de echte uitlaatslag. De nu volgende inlaatslag zoog verse lucht aan, via de uitlaatklep, die nog steeds open stond. Pas als de neergaande zuiger een derde van zijn weg had afgelegd, werd de uitlaatklep gesloten. Ook nu ontstond er weer een gedeeltelijk vacuüm en als de openingen onderaan de cilinder vrijkwamen, werd het rijke mengsel aangezogen. Hierna begon de compressieslag.

De monosoupape had wel een nadeel: hij was niet te regelen. Lucht werd aangezogen door de uitlaatklep en het lucht/brandstofmengsel ook nog eens via de holle krukas. Hij kon dus vol gas draaien of helemaal niet. Voor het vliegen was het geen probleem want elke pk was welkom. Bij de landing was het iets lastiger, zeker toen de monosoupapes krachtiger werden. De piloten schakelden dan hun ontsteking uit met de "blip switch". En weer aan, als dat nodig was. De roterende motor werkte als een behoorlijk vliegwiel, dus hij pakte gemakkelijk op als de ontsteking weer werd ingeschakeld. Tot men de motor te lang zonder ontsteking liet uitdraaien. Dan werden de bougies vet door de wonderolie en was opnieuw starten onmogelijk.

De mens is echter vindingrijk en al snel kwam er een ontsteking systeem waarbij de cilinders regelmatig niet ontstoken werden. Een schakelaar kon bijvoorbeeld op "halve kracht" gezet worden en dan werd elke cilinder eenmaal per acht omwentelingen ontstoken in plaats van vier. Bij "een achtste kracht" gebeurde dat eenmaal per 32 omwentelingen.

Het meesterstuk van de Sequins was de 200 pk "Delta Delta" met twee rijen van zeven cilinders.

Clerget en Le Rhône



Het succes van de Gnome was ook andere fabrieken niet ontgaan. Pierre Clerget en Louis Verdet bouwden respectievelijk hun "Clerget" en "Le Rhône" motoren, waarbij ze vooral wat betreft de kleppen afweken van de Seguin patenten. Op de foto zien we een negen cilinder Le Rhône motor met een inlaat- en een uitlaatklep. Via koperen buizen werd het rijke mengsel naar de inlaatkleppen gevoerd. Bijzonder bij de Le Rhône was het feit dat één klepstoter een kantelend systeem voor de kleppen bediende. De in Frankrijk en Engeland gebouwde Clerget had gewoon twee klepstoters. Er waren problemen met de Britse Clerget en Luitenant W.O. Bentley (toen al een auto ontwerper) verbeterde het ontwerp en bracht het zelf in productie. Hij gebruikte in zijn motor aluminium cilinders waarin gietijzeren bussen gekrompen



waren. Eind 1917 stond er een rotatiemotor van 234 pk op de testbank.

Het succes van de rotatiemotor was ook in Duitsland opgevallen. De "Oberursel Motorenfabrik", die later eigendom werd van Anthony Fokker, bouwde kopieën van Le Rhône en Gnome motoren, zonder overigens de licentierechten te betalen, want het was immers oorlog.

Siemens und Halske borduurde op de Clerget voort, maar door een planetair tandwiel stelsel draaide de propeller tegengesteld aan de motor. Zo werd de gyroscopische kracht van de motor deels opgeheven. Bovendien zorgde het tandwielstelsel ervoor dat de motor 1600 t/m draaide en de propeller 800.

Op YouTube staat een interessant filmpje. Tik in het zoekvenster: "Oberursel UR-II Rotary Engine".

Vliegwiel

De rotatiemotoren kwamen precies op tijd voor de Eerste Wereldoorlog en er zijn er dan ook tienduizenden gebouwd. Ze maakten 80% van alle motoren uit.

Het succes was te danken aan het feit dat ze licht waren, goed gekoeld konden worden en soepel liepen op de slechte benzine in die periode. De onregelmatige loop werd gelijkmatiger omdat de rotatiemotor als bonus ook nog eens als vliegwiel werkte. Bovendien bewogen de heen- en weergaande delen meer in cirkels dan in rechte lijnen, waardoor trillingen ook verminderd werden. Nadelen waren het hoge olieconsumptie, het flinke benzineconsumptie, de rondvliegende wonderolie en de gyroscopische werking van de motor.

Dat begon zeker een probleem te worden toen het vermogen richting 200 pk ging. Het beïnvloedde de besturing van het vliegtuig aanzienlijk. Daar de meeste rotatiemotoren vanuit de piloot gezien rechtsom draaiden, trok het vliegtuig bij een bocht naar links omhoog en bij een bocht naar rechts naar beneden. Dat laatste was veel gevaarlijker. De vlieger maakte dus bij voorkeur linker bochten. Wachtcircuits bij vliegvelden werden dan ook linksom gevlogen en daardoor zit de gezagvoerder anno 2020 nog steeds op de linker stoel...

Vrij snel na 1920 raakte de rotatiemotor in onbruik omdat de techniek inmiddels gevorderd was door o.a. het gebruik van aluminium, dat een betere koeling bood.

Hans Walrecht