

Hoofdstuk 2

Positieve verplaatsingspomp

2.1 Doelstellingen

- Weten hoe een positieve verplaatsingspomp werkt
- Weten dat ten gevolge van het periodisch gedrag er oplossingen voor grote druk- en debietsverschillen moeten gezocht worden
- Weten wat klep-en waterslag is

2.2 Algemene beschouwingen

Deze pompen worden ook wel volumetrische pompen genoemd. Men heeft twee grote types namelijk deze met roterende en deze met lineaire beweging. In dit hoofdstuk gaan we de werking van het type met lineaire beweging, met andere woorden de zuiger-of plunjerpompen, verder uitdiepen.

We bekijken een zuigerpomp waarbij de zuiger zich verplaatst tussen twee dode punten N_1 en N_2 . De zuigerverplaatsing is periodisch dus ook de zuigersnelheid en de zuigerversnelling. Hierdoor zal het verplaatste volume vloeistof ook een periodisch gedrag vertonen en dus ook druk en debiet zal periodisch zijn.

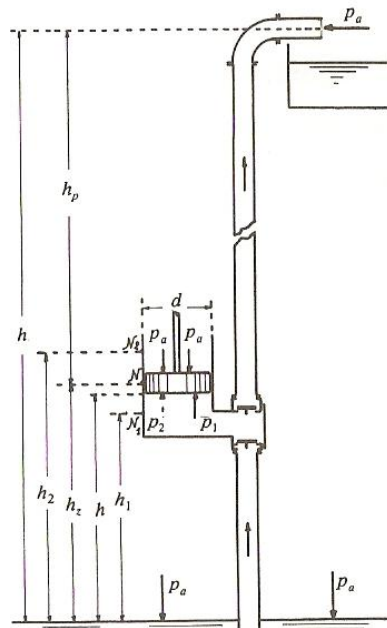
Als we het drukverloop bekijken wordt dit onderverdeeld in drie delen namelijk

1. statische opvoerhoogte: h
2. traagheidshoogte: h_v
3. weerstandshoogte: h_w , welke een functie is van de snelheid in het kwadraat

De weerstandshoogte wordt verder onderverdeeld in

1. weerstand van de leidingen
2. weerstand over de kleppen
3. lokale weerstanden zoals filters, bochtstukken,...

2.3 Arbeid



Figuur 2.1: zuigerpomp

2.3.1 Zuigarbeid

Voor de zuigarbeid kunnen we schrijven

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - h - h_{wz} - h_{vz}$$

h is het hoogteverschil dat de zuiger aflegt tussen de dode punten en is klein. Deze stellen we gelijk aan

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Wat betreft de traagheidshoogte h_{vz} moeten we onderscheid maken tussen twee vloeistofmassa's namelijk deze die de zuiger volgt en deze die de zuigleiding opvult. Deze twee massa's hebben namelijk een verschillende versnelling ten gevolge van de verschillende diameters van de te vullen ruimtes.

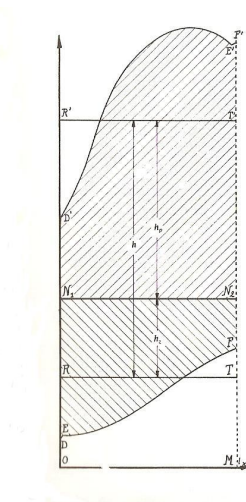
2.3.2 Persarbeid

Voor de persarbeid vinden we een soortgelijk verband terug als voor de zuighoogte namelijk,

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} + (H - h) + h_{wp} - h_{vp}$$

Omdat de zuigzijde gewoonlijk dicht geplaatst is aan het aanzuigreservoir en de perskant verder van het persreservoir geplaatst staat zijn de verliezen aan de perszijde groter dan deze aan de zuigzijde. Daarom levert de pomp meer arbeid gedurende de perscyclus dan tijdens de zuigcyclus.

2.3.3 Pomparbeid per omwenteling



Figuur 2.2: pomparbeid per omwenteling

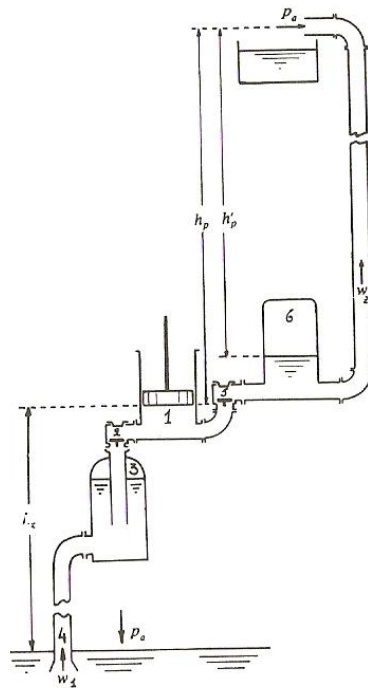
De volledige arbeid is dus de som van de zuig- en persarbeid. Hiertoe moeten we de oppervlakte berekenen tussen DFF'D'D van het diagram in figuur 2.2. Hier is de lijn N_1N_2 de nullijn, alles wat eronder ligt is de zuigarbeid en wat erboven ligt is de persarbeid.

2.4 Windketels

Als we kijken naar de arbeid geleverd per omwenteling zien we dat

1. De geleverde arbeid tijdens de zuigslag lager ligt dan tijdens de persslag zodat de motor onevenwichtig dus onrendabel belast wordt
2. De drukken en debieten in de leiding niet constant zijn met drukstoten en debietsschommelingen tot gevolg.

Om deze problemen op te lossen plaatst men zogenaamde windketels in de zuigzijde en de perszijde. Deze ketels vangen de druk- en debietschommelingen op.

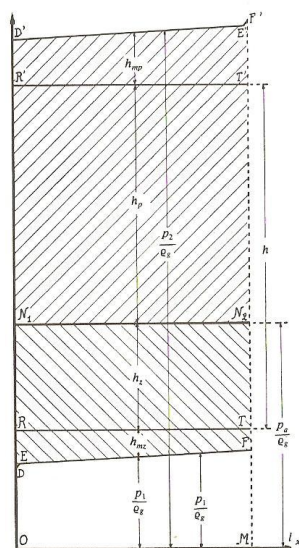


Figuur 2.3: plaatsing van windketels

Deze ketels hebben eigenlijk een buffer of accumulatorfunctie. Gedurende de persslag verdeelt het verplaatste volume zich in twee delen namelijk

1. een volume aV dat naar de windketel wordt gestuurd
2. $(1 - a)V$ dat in de persleiding naar het persreservoir wordt vervoerd

Na het einde van de persslag zal de druk in de windketel opgelopen zijn met Δp en het volume met ΔV . De overdruk Δp zal het resterende volume ΔV wegdrücken in de persleiding zodat het debiet in deze leiding quasi constant blijft. De druk in de leiding zal evengoed constant blijven daar de overdruk in de windketel zich in de persleiding voortzet.



Figuur 2.4: arbeid per omwenteling bij gebruik van windketels

2.5 Waterslag en klepslag

Bij de zuigslag zal vloeistof uit het zuigreservoir aangezogen worden. Door de traagheid van de vloeistofkolom zal deze de zuiger niet onmiddellijk volgen. De vloeistof volgt net iets later zodat tussen zuiger en vloeistofkolom een kleine ruimte met hoogte h gecreerd wordt. Bij de aanvang van de persslag is dit klein hoogteverschil er nog. De zuiger begint aan de neerwaartse beweging terwijl ten gevolge van de traagheid de vloeistofkolom nog steeds omhoog beweegt. Zuiger en kolom botsen op mekaar en deze botsing heeft zeer grote drukstoten tot gevolg en dit fenomeen noemt men waterslag.

Bijkomend moet men ook opletten dat de onderdruk gecreerd tijdens de zuigslag niet te diep gaat anders krijgt men verdamping van de vloeistof. De

vloeistof gaat dan terug condenseren tijdens het begin van de persslag als de druk terug voldoende verhoogd is.¹De onderdruk die gecreerd wordt is afhankelijk van het toerental van de aandrijving en er kan dus een kritisch toerental berekend worden om dit verschijnsel te verhinderen, maar dit gaat buiten het bestek van deze cursus.

Klepslag is het fenomeen dat de klep geopend en gesloten wordt afhankelijk van de onder- en overdruk. Doch doorheen de klep stroomt vloeistof en deze heeft net als de klep een traagheid. Als de zuiger het dode punt heeft bereikt en de beweging omkeert is de klep nog geopend en deze zal dus bij het begin van de persslag met geweld dicht geslagen worden. Dit verschijnsel noemt men klepslag.

¹Dit verschijnsel wordt verder bestudeert in het hoofdstuk centrifugaalpompem waar het cavitatie en NPSH genoemd wordt.