

Opstartprocessen bij hydrostatische lagere

M.E.Langezaal (stnr. 1016873) en P.J. Segeren (stnr. 1005715)

Samenvatting

Dit onderzoek gaat over het opstartproces van watergesmeerde lagere op elastische loopvlakken onder verschillende belastingen. Deze lagere worden onder andere gebruikt bij de ondersteuning en geleiding van sluisdeuren om zo de onderhoudskosten te reduceren. Het onderzoek wijst uit dat het opstartproces, het omhoogkomen van een watergesmeerd lager op een elastisch loopvlak, gebeurt doordat het elastisch loopvlak vervormt onder invloed van de waterdruk waardoor er een "kamer" ontstaat (oppervlak waar waterdruk op staat wordt groter). Begint deze kamer eenmaal te ontstaan dan is er geen verdere drukverhoging nodig om het lager los te laten komen van zijn ondergrond. Het ontstaan van deze kamer heeft als gevolg dat de benodigde druk voor het loskomen veel lager is dan wanneer deze kamer niet ontstaat. Mogelijkheden voor verder onderzoek zijn de invloed van viscositeit van de vloeistof en de oppervlakteruwheid van het loopvlak en of lager.

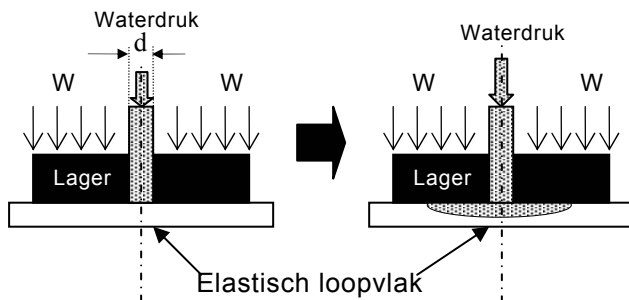
1. Inleiding

Door toepassing van hydrostatische lagere in plaats van wiel-op-rails-geleiding kan het onderhoud aan sluisdeuren verminderd worden. Deze hydrostatische lagere zijn het onderwerp van het onderzoek. Het onderzoek is gericht op het opstartproces van deze hydrostatische lagere.

Bij starre loopvlakken zal een hydrostatisch lager loskomen bij de zogenaamde kritische druk. Echter bij toepassing van een elastisch loopvlak, zal dit loopvlak gaan vervormen. Er ontstaat een kamer (Figuur 1) en

$$P_{kritisch} = \frac{W}{\pi/4 d^2} \quad \begin{array}{l} W \text{ [N]=belasting} \\ d=\text{diameter water aanvoer} \end{array}$$

het lager zal door het grotere oppervlak waar druk op staat bij een lagere druk loskomen.



Figuur 1 Kamervorming

Lage belastingen hebben lagere drukken nodig om los te komen dan hoge belastingen. Een lagere druk resulteert in minder vervorming. Om deze reden is de verwachting dat de kamervorming een grotere invloed heeft bij toenemende belasting.

2. Methode

Vraagstelling:

Onderzoek de kamervorming in een elastische glijbaan onder een hydrostatisch lager.

Hypothese:

De druk benodigd om het lager los te laten komen zal dalen ten opzichte van de kritische druk naarmate de belasting op het lager toeneemt.

Onderzoekopzet:

Om het onderzoek te beperken zijn bepaalde parameters constant gehouden:

- E modulus / hardheid van de oppervlakken.
- Diameter water aanvoer (d).
- Dwarscontractiecoëfficiënt rubber.
- Hoogte loopvlak / lagerdiameter.
- Gelijkmatig verdeelde belasting op het lager.
- Bevochtigingseigenschappen.

Het onderzoek is opgedeeld in een numeriek model en een experimentele opstelling.

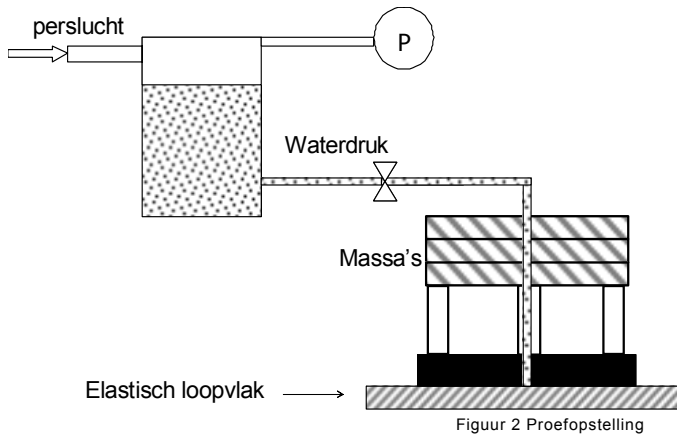
Numeriek model:

Er is met een eindige elementen programma (ANSYS) een model gemaakt. Met dit model is getracht een voorspelling te doen hoe het loslaatproces van het lager verloopt. Dit model is quasi-statisch, er is gemodelleerd met druk i.p.v vloeistof elementen. Oppervlakteruwheden, viscositeit en andere dynamische verschijnselen zijn in dit model buiten beschouwing gelaten.

Proefopstelling:

Er is een experimentele opstelling gemaakt, waarmee het loskomen door kamervorming bij een hydrostatisch lager getest is (figuur 2).

Lagerkeuze: Om het mogelijk te maken het loslaatproces te filmen, is er gebruikgemaakt van doorzichtige lagers (glas en PMMA). Na enkele metingen werd duidelijk dat het PMMA-lager niet stijf genoeg was, vervormingen traden op en zorgden voor lekkage kanalen. Om deze reden is bij de metingen gebruik gemaakt van het glazen lager.



Loopvlakkeuze: De metingen zijn gedaan voor twee loopvlakken met een verschillende hardheid. Eén van NR (natuur rubber), hardheid 45 Shore A. Het andere loopvlak is SBR (styrene butadiene rubber) met een hardheid 65 Shore A.

Om het lager te belasten zijn massa's gebruikt. Door gebruik van een eenvoudig hulpstuk wordt de belasting centraal aangebracht op een driepoot. Deze driepoot creëert ruimte, waardoor het proces gefilmd kan worden.

De proeven zijn alle gedaan met water. De metingen zijn verricht door twee personen, de eerste persoon bepaalde het moment van loskomen. De tweede persoon voerde, onafhankelijk van de ander, de druk op en noteerde deze.

Het opvoeren van de druk gebeurde zo gelijkmatig mogelijk zonder pauzes.

3. Resultaten

Numeriek model:

Uit het model blijkt dat de kamer niet geleidelijk ontstaat en groeit bij toenemende druk. Volgens het model ontstaat er bij een bepaalde druk (kleiner dan de kritische druk) een kamer, bij deze druk zal de kamer groeien totdat het lager loskomt.

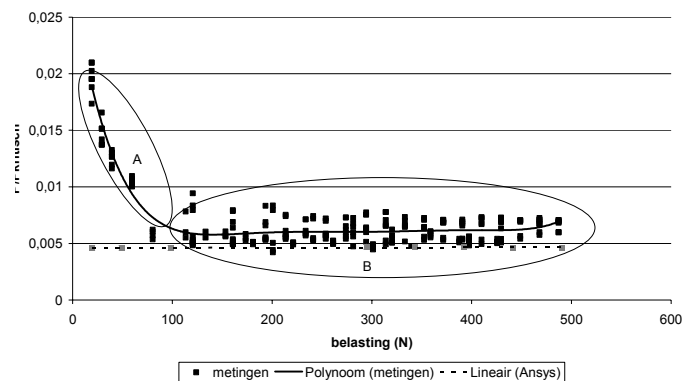
Proefopstelling:

- De gewichtsverdeling over het lager is belangrijk voor het punt van loslaten. Is de

belasting niet gelijkmatig verdeeld. Dan zal het lager eerst loslaten aan de laagst belaste kant.

- Bij een gelijkmatig verdeelde belasting ontstaat een ronde kamer die zich naar alle kanten uitbreidt. De snelheid waarmee deze kamer groeit, is sterk afhankelijk van de viscositeit van de vloeistof. Dit blijkt uit proeven met inkt en met latex (verf op waterbasis, hoog viscoos).
- De druk waarbij er voor het eerst vloeistof tussen het lager en de ondergrond wordt geperst, zorgt voor het volledig loskomen van het lager.
- Het delen van de gemeten loslaatdrukken bij verschillende belastingen door de kritische druk, bij die belasting, levert de volgende curve op.

Figuur 3 Resultaat NR rubber



4. Discussie en conclusies

De kromme van P/P_{kritisch} loopt anders dan verwacht. De hypothese stelde een dalende kromme. Het blijkt een eerst dalende en daarna horizontale lijn te zijn.

Bij kleine belastingen (in Figuur 3 gebied A) zijn de vervormingen in het loopvlak kleiner dan de R_a waarde van het loopvlak (mate voor de ruwheid van het materiaal). Dit schept de verwachting dat de oppervlakte ruwheid van het materiaal de kamervorming bemoeilijkt, waardoor er relatief hogere drukken nodig zijn, om het hydrostatisch lager te doen loskomen van zijn loopvlak.

Bij grote belastingen (in figuur 3 gebied B) treedt kamervorming op. De verhouding tussen de kritische druk en de benodigde druk is in dit gebied constant. Aangezien de kritische druk een lineaire functie is van de belasting, suggereert deze constante verhouding ook een lineair verband voor de benodigde druk.

Referenties

- 1) www.efunda.com
- 2) The Hydro-support: An Elasto-Hydrostatic Thrust Bearing with Mixed Lubrication, Ron.A.J. van Ostayen, ISBN:90-370-0204-8