HYDRAULIEK TRAINING.NL

MODULE CYLINDERS

NASLAGWERK



©

Inhoud

1. Wat zie ik , hoe werkt het....3
1.1 De verschillende montage mogelijkheden van een cylinder buis....3
1.2 De verschillende mogelijkheden van een stangeinde die op een stang aanwezig kunnen zijn....3
1.3 De zuiger op de zuigerstang....3
1.4 De cylinderkop op de cylinderbuis....4
1.5 De montage van de afdichting set op de zuiger....4
1.6 Montage van de cylinderkop op de zuigerstang....4
1.7 Montage van de zuiger op de zuigerstang....4
2. Details van het werkingsprincipe....5
2.1 Geleideringen en afdichtingen....5
2.2 Stangdeklagen....8
3. Cylinder berekeningen....10
4. Cylinder demping....16
5. Telescopische cylinder....16
6. Cylinder poort aansluitingen....17

1. Wat zie ik , hoe werkt het

1.1 De verschillende montage mogelijkheden van een cylinder buis

Buis bevestigd aan een voetflens:



De buis wordt aan de voetflens gelast. De gaten in de voetflens dienen om deze flens te monteren aan de basis constructie of machine.

Buis bevestigd aan de zogenaamde zij-tap montage, ook wel cardanische ophanging genoemd:



De buis wordt er in geschoven en rondom vast gelast. De zijtappen worden opgenomen in een cardanisch lager waardoor de cylinder in 1 richting vrij kan bewegen (roteren)

Buis bevestigd aan een frontflens:



Deze uitvoering wordt op de buis geschroefd aan de voorzijde van de cylinder.

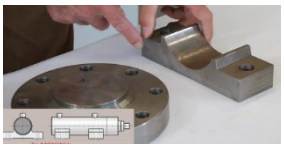
Buis bevestigd aan een bodem oog:



Dit oog wordt aan een dichte flens gelast aan de onderzijde van de cylinder. Het bodemoog is voorzien van een sferisch lager. Daardoor kan de cylinder in 2 rotatie richtingen enkele graden vrij bewegen.

Er is een vetnippel aanwezig om het lager te kunnen smeren

Buis bevestigd aan zijtappen:



De buis wordt hierbij voorzien van 2 van deze zijtap delen en rondom afgelast.

1.2 De verschillende mogelijkheden van een stangeinde die op een stang aanwezig kunnen zijn



Getoond zijn 4 verschillende “stangkoppen” die op een zuigerstang kunnen worden gemonteerd. Uiterst rechts is een oog dat op de stang wordt geschroefd, voorzien van een sferisch lager met vetsmering. Vanwege dit sferisch lager kan de stang enkele graden roteren ten opzichte van de pen waarmee deze stangkop wordt bevestigd.

1.3 De zuiger op de zuigerstang



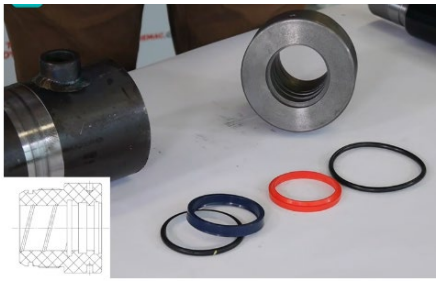
De zuiger wordt in de meeste gevallen op de zuigerstang geschroefd. Een kleine O-ring verzorgd de afdichting daarbij. Op de zuiger bevindt zich het afdichting en lager pakket.



In het midden bevindt zich het afdichting pakket, vaak bestaand uit een centrale afdichting met 2 steunringen. Aan weerszijden van het afdichting pakket vinden we vaak 2 deelbare geleideringen.

1.4 De cylinderkop op de cylinderbuis

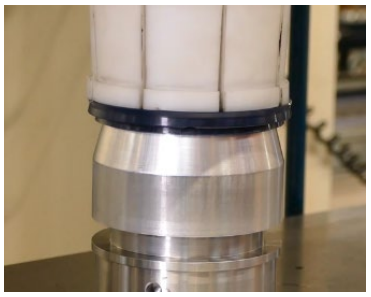
De cylinderkop wordt bij deze uitvoering op de buis geschroefd. Die montage maakt het mogelijk om de afdichtingset in de cylinderkop te inspecteren en vervangen. De cylinderkop kan ook aan de buis worden gelast, inspectie en vervanging is dan niet meer mogelijk.



Van links naar rechts zien we: de primaire afdichting, de secundaire afdichting , de vuilschraper en een O-ring voor statische afdichting tussen de stangkop en de cylinderbuis. Deze afdichtingen zijn gemonteerd in verschillende kamers die in de cylinderkop zijn aangebracht.

1.5 De montage van de afdichting set op de zuiger

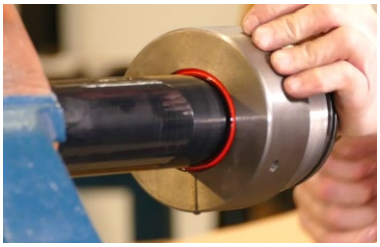
In deze zuiger bevinden zich 2 stuks afdichtingen. Om de afdichtingset op de zuiger te monteren wordt gebruik gemaakt van een pers en een hulpstuk die op de zuiger wordt geplaatst. De centrale afdichting, ook wel manchet genoemd, is elastisch en kan op deze wijze zonder beschadiging worden gemonteerd.



Vervolgens worden de deelbare steunring handmatig aangebracht. Deze steunring zorgen ervoor dat de manchet niet tussen de zuiger en de cylinderbuis kan extruderen.

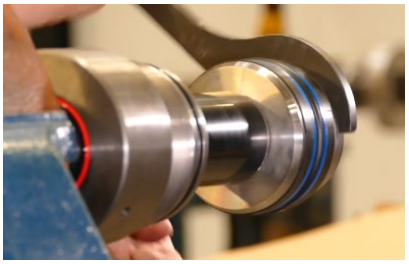
1.6 Montage van de cylinderkop op de zuigerstang.

Nadat de afdichtingen van de cylinderkop licht zijn geolied wordt de cylinderkop op de stang geschoven, altijd vanaf de zijde waar de later de zuiger wordt gemonteerd. Dit is van groot belang omdat de lippen van de afdichting dan op de juiste manier worden belast.



1.7 Montage van de zuiger op de zuigerstang

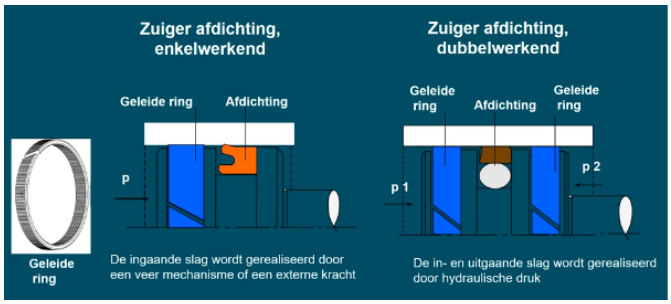
De schroefdraad van de zuigerstang wordt ook eerst met speciaal vet ingesmeerd. Vervolgens wordt de zuiger eerst handmatig op de zuigerstang geschroefd en vervolgens met behulp van een haaksleutel.



2. Details van het werkingsprincipe

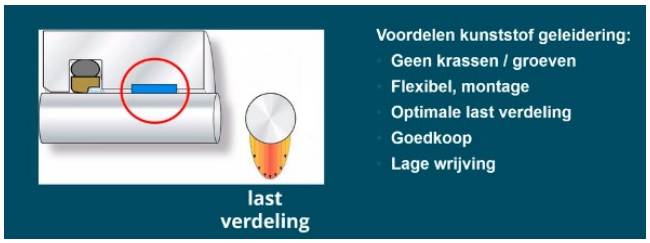
2.1 Geleideringen en afdichtingen

Op een zuigerstang werken altijd meer of minder dwarskrachten. Deze dwarskrachten resulteren dan ook in dwarskrachten bij de zuiger en bij de cylinderkop. Om te voorkomen dat hierdoor contact ontstaat tussen de zuiger of cylinderkop en de zuigerstang worden zogenaamde geleideringen aangebracht. Hoe hoger de dwarskracht hoe meer geleideringen benodigd zijn.



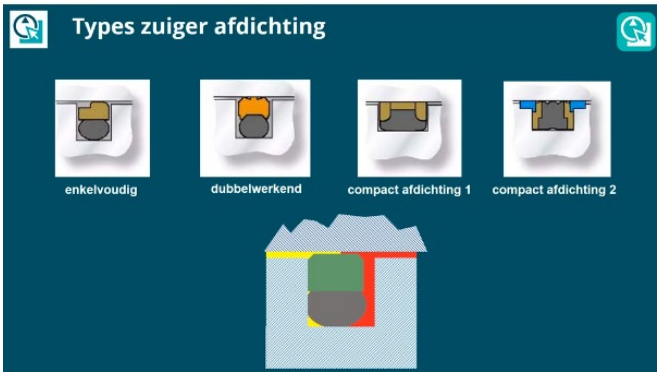
Omdat er een drukverschil over de zuiger aanwezig is, is er ook altijd een afdichting aanwezig, enkelwerkend of dubbelwerkend.

De kunststof geleidering heeft belangrijke voordelen ten opzichte van de traditioneel gebruikte bronzen afdichting bussen.

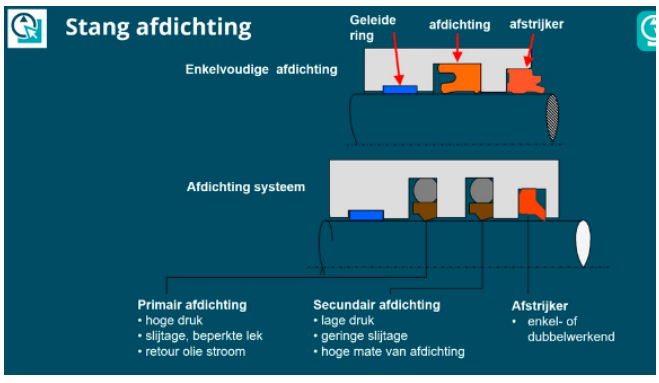


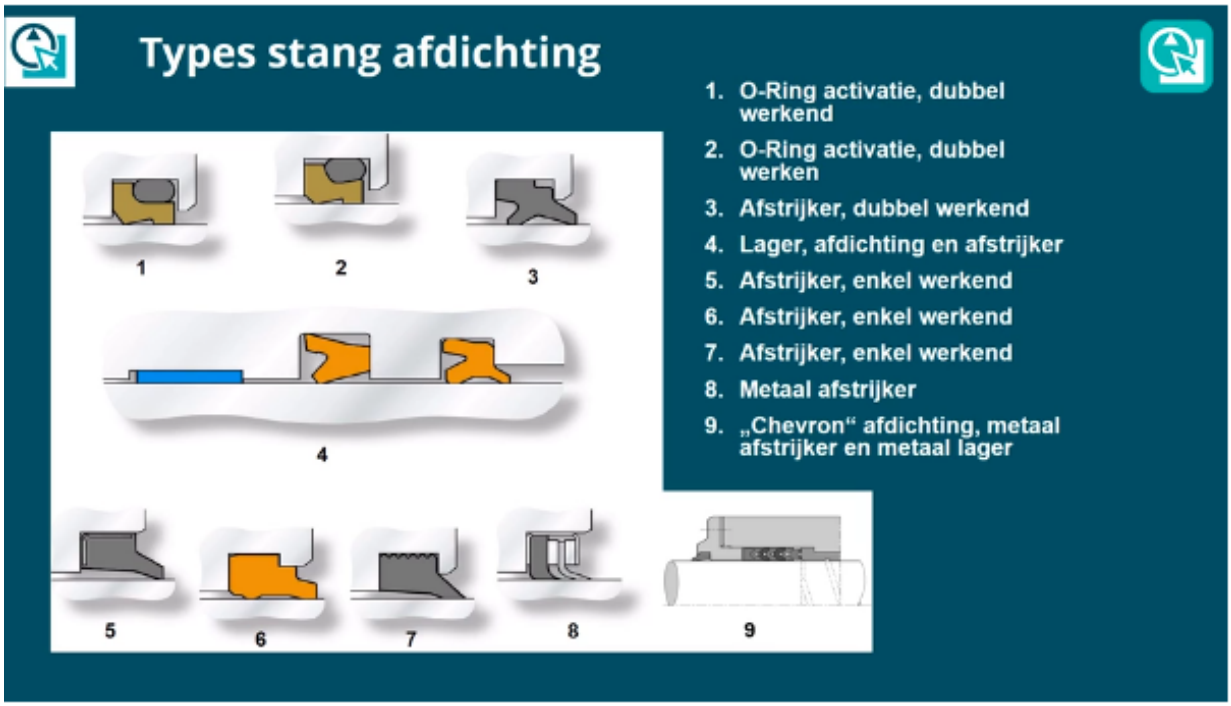
De zuiger afdichting bestaat meestal uit 2 delen. Een zachter deel onder in de afdichting groef en een harder deel dat tegen de cylinderbuis drukt. Als gevolg van drukverschil over de zuiger wordt de gehele set naar 1 zijde gedrukt. Tevens wordt het harde deel iets naar binnen gedrukt waardoor een zeer kleine spleet ontstaat tussen de harde afdichting en de cylinderbuis.

Via deze spleet vindt een kleine hoeveel olie transport plaats. Er ontstaat een oliefilm hetgeen in een lage wrijving resulteert.

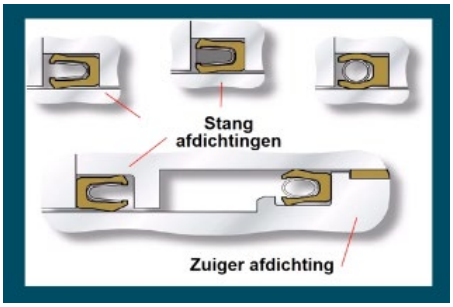


De stang afdichting bestaat altijd uit: een geleidering (soms meerdere om de dwarskrachten te kunnen overwinnen) , een afdichting en een vuilafstrijker. Bij grotere cylinders zijn vaak een primaire afdichting alsmede een secundaire afdichting aanwezig. De primaire afdichting heeft ook als eigenschap dat er retourolie stroom kan plaatsvinden. Er vindt namelijk een drukopbouw plaats tussen de primaire en de secundaire afdichting. Bij het uitgaan van de zuigerstang wordt deze druk dan weer afgebouwd als gevolg van deze retour oliestroom. De primaire afdichting vertoont vaak ene hogere slijtage dan de secundaire afdichting.

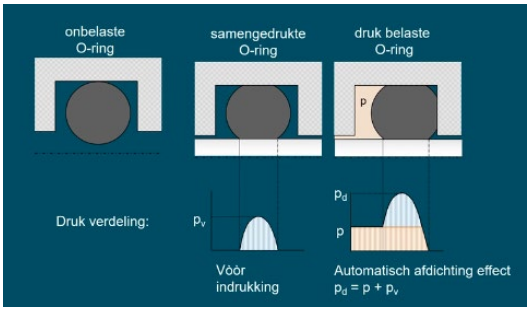


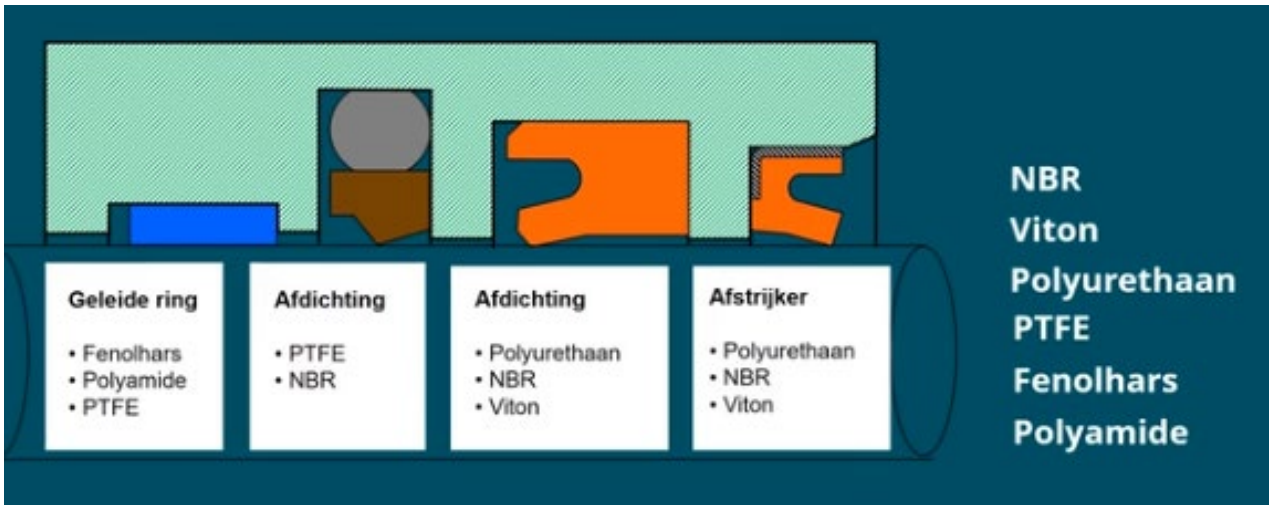


In veel pneumatische cylinders maar ook in hydraulische cylinders worden soms nog afdichtingen gebruikt die een mechanische voorspanning hebben door een ingebouwde stalen veermechanisme. Ze hebben een hogere chemische bestendigheid en kunnen ook hogere temperaturen weerstaan.



Voor de afdichtingen tussen niet bewegende delen wordt altijd gebruik gemaakt van een O-ring. De werking is als volgt: eerst ontstaat een 1e indrukking van de O-ring als gevolg van de kamerdruk(de inbouwmaat is iets kleiner dan de O-ring maat). Vervolgens zorgt de hydraulische druk voor een nog hogere inwendige druk in de O-ring en daarmee ook een hogere afdichtingsdruk.





Voor de afdichtingen en geleideringen worden verschillende soort materialen gebruikt. Het verschil is aanwezig vanwege bijvoorbeeld betere weerstand tegen slijtage, tegen hogere temperaturen of tegen hogere belasting = werkdruk.

NBR = Nytril rubber

- Zwelt niet op in minerale oftewel standaard hydraulische olie
- Temperatuur bereik van -30 tot + 80°C

Viton (een merknaam) = Fluor rubber

- Nog betere weerstand tegen sommige biologisch afbreekbare oliën
- Temperatuur bereik van -35 tot + 180°C

Polyurethaan

- In vergelijk met NBR bestand tegen hogere dynamische belasting
- Temperatuur bereik van -35 tot + 1300°C

PTFE = Teflon

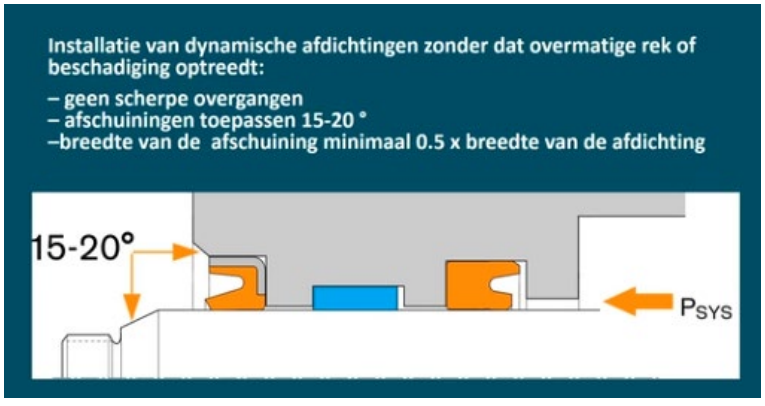
- Wordt gebruikt voor de hardere onderdelen en kan alleen middels verspanen worden gevormd

Fenolhars

- Vanwege de hardheid HET materiaal voor bijvoorbeeld geleideringen

Polyamide = Nylon

- Vanwege de hardheid ook alleen in gebruik voor geleideringen en hoge druk afdichtingen



2.2 Stangdeklagen

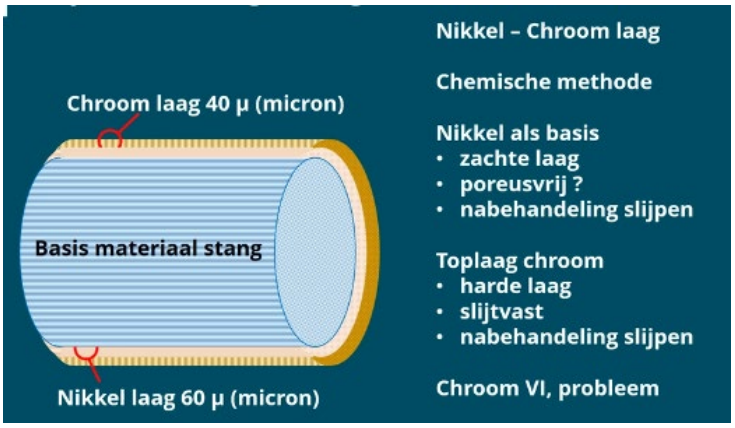
De stang wordt van een stangdeklaag voorzien vanwege de volgende functionele eigenschappen:

- Goede loop eigenschappen = lage wrijving
- Samen met de gekozen afdichting het voorkomen van externe lekkage
- Een weerstand tegen corrosie van invloeden van buitenaf

Een van de meest toegepaste technieken is die van een Nikkel Chroom (Ni-Cr) laag. Het is een chemisch proces.

Als basis wordt eerst een Nikkel laag aangebracht. Dit is een relatief zachte laag en heeft als voornaamste doel om zo weinig mogelijk zouten te kunnen laten doordringen tot het basis materiaal. De laagdikte kan variëren, een normale laagdikte is 60 micron.

Om de slijtvastheid en wrijving te verbeteren is de toplaag oftewel Chroom laag benodigd. Het is een harde slijtvaste laag. Een veel gebruikte laagdikte is 40 micron.



Bij de Ni-Cr laag wordt gebruik gemaakt van het inmiddels bekende Chroom VI. Op termijn zal vanwege de mogelijk schadelijke effecten tijdens het productieproces de toepassing hiervan verboden gaan worden.

Een Nikkel Chroom laag is niet 100% poreus vrij kleine minuscule gaatjes laten toe dat bijvoorbeeld water met chloorhoudende verbindingen kan doordringen tot het basis materiaal en vervolgens corrosie veroorzaakt onder de stangdeklaag.

Voor dergelijke omstandigheden zoals in de Baggerindustrie, Offshore, Bruggen en Sluizen en de Mobiel markt zijn andere stangdeklagen beschikbaar.

Een zeer vaak toegepast alternatief voor een Ni-Cr laag is de keramische oplossing. Hierbij wordt een poedercoating van aluminium of titanium oxides met behulp van ene spuitmond bij zeer hoge temperaturen op het basis materiaal gespoten. De laag is nagenoeg poreus vrij en vormt een zeer harde slijtvaste laag. Na het spuit proces moet de laag altijd worden geslepen.

Vanwege een minder gladde structuur van de keramische laag ten opzichte van een Ni-Cr laag moeten ander type afdichtingen worden toegepast.

In zeer zware omstandigheden blijkt ook dat een keramische laag niet 100% poreus vrij is en zijn nog weer andere stangdeklagen aan de orde.

De wel 100% poreus vrije stangdeklaag wordt gevormd door het opbrengen van een extra metallische laag van een roestvrij materiaal. In feite word deze relatief dikke laag van enkele millimeters opgelast. Er wordt bij dit proces relatief veel warmte in de stang gebracht. Er is dus grote kennis benodigd om de eventuele chemische samenstelling van het basis materiaal hierbij niet te veel aan te tasten.

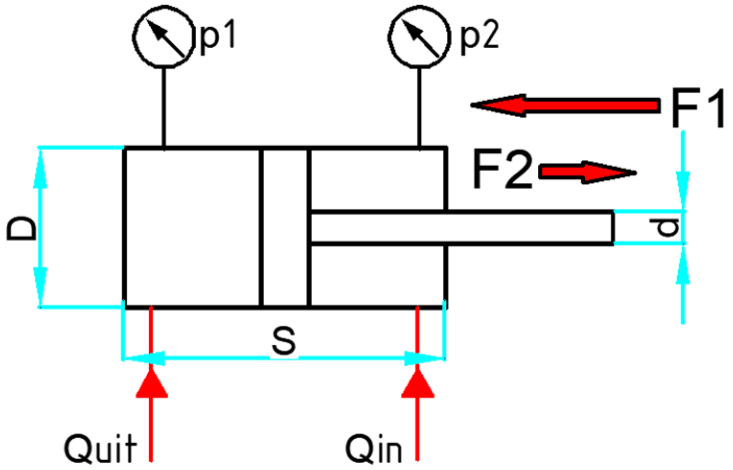
In plaats van een echt lasproces wordt ook lasercladding toegepast. Bij dit proces vindt minder warmte inbreng plaats en is een dunnere laag van ca 300 micron voldoende.

Zowel bij het las proces als bij het lasercladden proces is een nabehandeling nodig middels slijpen.

3. Cylinder berekeningen

Stel dat we in een machine met een cylinder krachten moeten uitoefenen bij een bepaalde snelheid.

Van de krachten, de snelheden en de afmetingen van de cylinder zijn de volgende gegevens al bekend:



F1 = Uitwendig werkende kracht op cylinder tijdens uitgaan
= 80 kN

F2 = Uitwendig werkende kracht op cylinder tijdens ingaan
= 20 kN

Boring cylinder D	=	??		mm
Stang cylinder d	=	??		mm
Slag S		=	1000	mm
Tijd voor uitgaande slag t_{uitg}	=	7	sec	
Tijd voor ingaande slag t_{ing}	=	4	sec	

Opmerking: de gebruikte eenheden voor kracht en afmeting zijn volgens het zogenaamde SI Stelsel. Zo is de kracht uitgedrukt in kN (kiloNewton). In andere berekeningen kunnen eenheden als kgf (kilogramkracht) of N (Newton) zijn gebruikt.

Voor de volledigheid geven we hier de verschillende omrekening factoren

1 kN = 1000 N = 100 kgf

De gekozen eenheid voor de afmetingen van de cylinder is mm. Dit omdat de cylinder fabrikanten dat ook zo gebruiken. In de reken formules hierna zullen we zien dat we deze maat omrekenen naar cm.

De boring D en de zuigerstang diameter d zijn nog niet ingevuld.

Deze afmetingen kunnen worden bepaald nadat we eerst de zogenaamde kniktabel hebben gecontroleerd.

KNIK is een mogelijke vorm van bezwijken als we een cylinder in een bepaalde uitgeschoven positie op een drukkracht belasten. Er bestaan betrouwbare formules die, met een veiligheidsfactor, de toegestane drukkracht berekenen voor cylinders.

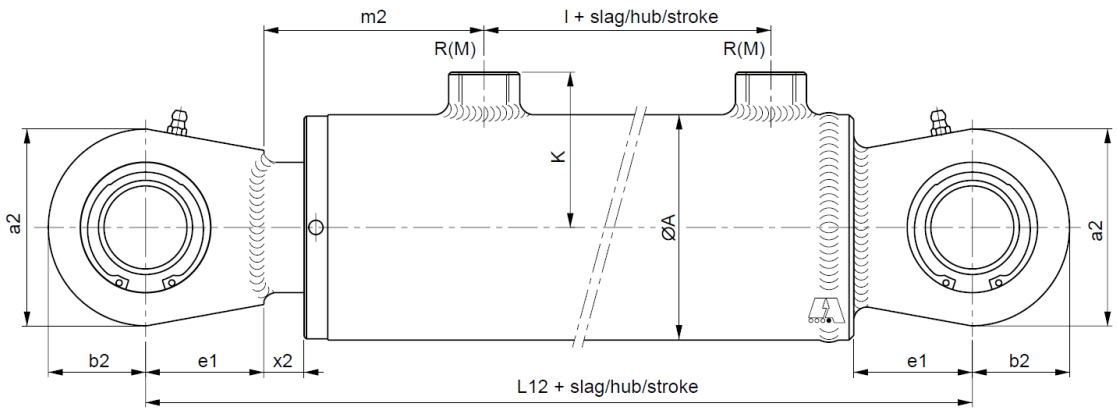
Voor de eenvoud zijn deze formules omgezet in een KNIK tabel, als voorbeeld tonen we zo'n knik diagram op pagina 12.

Stap 1: bepalen van de kniklengte L_K

Afhankelijk van de wijze van inbouw kan onderin de grafiek L_K worden bepaald. Voor een cylinder met aan beide zijdes een oog verbinding blijkt dat L_K gelijk is aan de uitgeschoven cylinder maat L

Stap 2:

Controleer nu wat de uitgeschoven maat L is voor een oog-oog cylinder. Uit de technische documentatie van een fabrikant staat als lengtemaat L vermeld: L12 + slag mm



Uit de maattabel blijkt verder dat er cylinders met verschillende buisdiameters beschikbaar zijn voor een stang diameter van 60 mm.

We kiezen de buisdiameter van 80 mm. De maat L12 is hierbij 299 mm.

De uitgeschoven lengte wordt dan:

L = 299 + 1000 + 1000 = 2299 mm

L_K = L = 2299 mm

Op de horizontale as trekken we een lijn omhoog bij de kniklengte L_k = 2,3 m

Op de verticale as trekken we een lijn naar rechts bij de cylinder drukkracht van 80 kN

TYPE CILINDER				R	L12
ACDK/K-40/	20 28	22 30	25	R3/8"	206
ACDK/K-50/	25	30	35	R3/8"	235
ACDK/K-60/	30	35	40	R1/2"	259
ACDK/K-63/	32 40	35 45	36	R1/2"	259
ACDK/K-65/	30 40	32 45	35	R1/2"	259
ACDK/K-70/	35 50	40	45	R1/2"	259
ACDK/K-80/	40 55	45 60	50	R1/2"	299
ACDK/K-90/	45 60	50 65	55	R1/2"	299
ACDK/K-100/	50 70	55	60	R1/2"	327
ACDK/K-110/	50 70	55	60	R1/2"	327

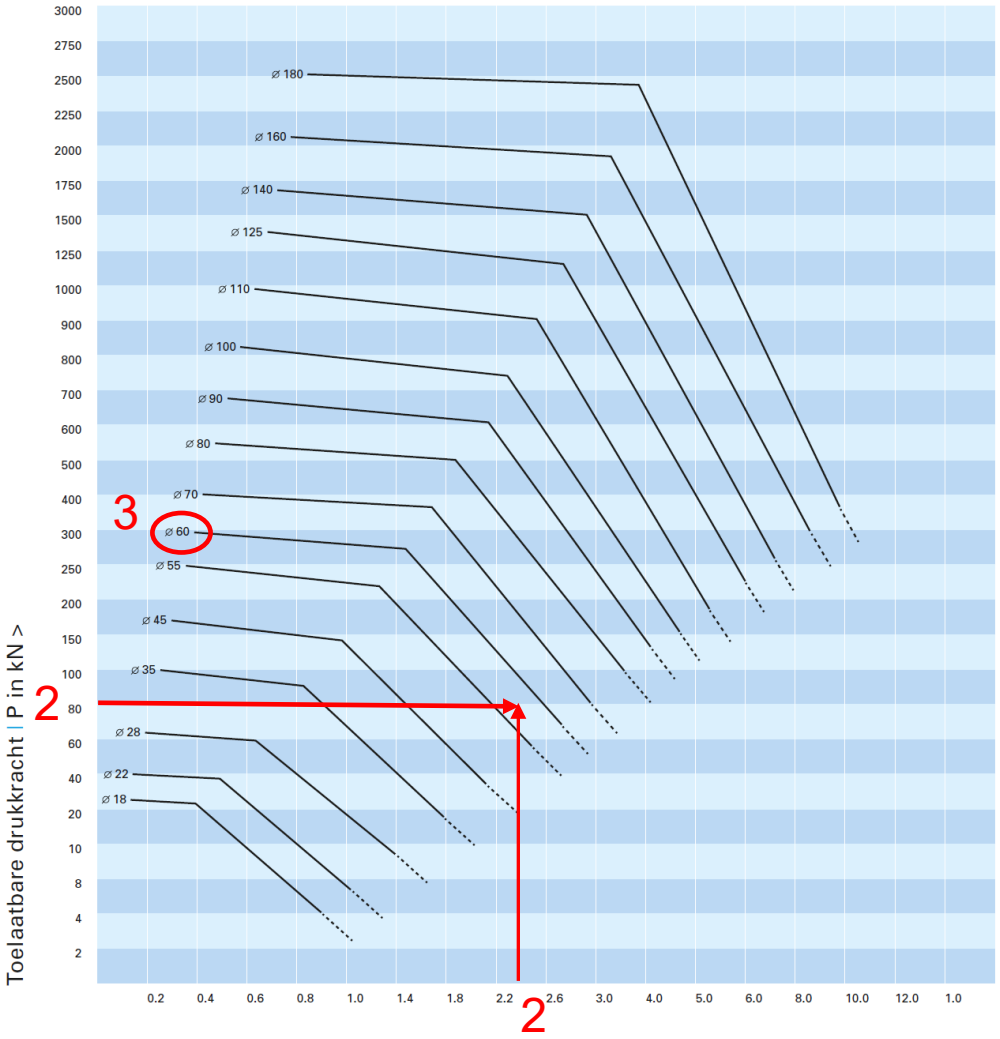
Stap 3:

De getrokken lijnen komen uit tussen een zuigerstang diameter van 55 en 60 mm. We moeten hier dus kiezen voor een stangdiameter van 60 mm

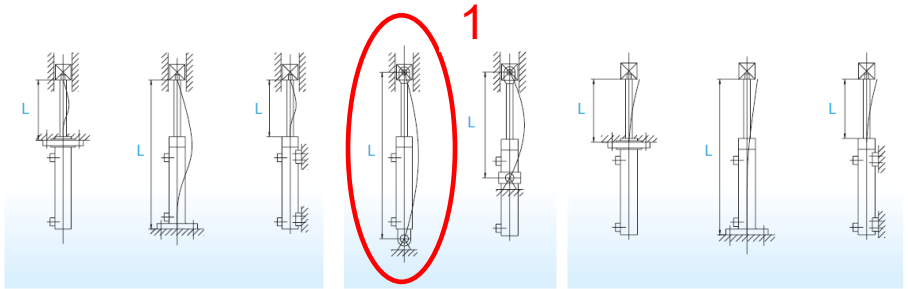
Conclusie:

Buisdiameter D =	80	mm	
Stangdiameter d	=	60	mm

KNIKDIAGRAM



Kniklengte | Lk in M > veiligheidsfactor v=3 | zuigerstang niet zijdelings belast



Numbers above are indicative. No rights can be dirived from this sheet.
Values may vary. Contact us for exact calculations for your project.

WWW.A4HYDRAULIEK.NL

A4 Hydrauliek

A4 Hydrauliek B.V.

Postbus 188
NL-8260 AD Kampen

Gildestraat 19
NL-8263 AH Kampen

T +31 (0)38 333 30 01
F +31 (0)38 333 30 02
E info@a4hydrauliek.nl
I www.a4hydrauliek.nl
KVK te Zwolle nr. 05051089
BTW nr. NL800726236B01

©

Stap 4:

We berekenen nu eerst de werkende oppervlaktes A aan beide zijden van de zuiger.

Bodem zijde oppervlak: $A_D = \pi \frac{(D/10)^2}{4} = 3{,}14 \cdot \frac{(80/10)^2}{4} = 50{,}3$ cm²

Stang oppervlak: $A_d = \pi \frac{(d/10)^2}{4} = 3{,}14 \cdot \frac{(60/10)^2}{4} = 28{,}3$ cm²

Het ringoppervlak: $A_R = A_D - A_d = 50{,}3 - 28{,}3 = 22$ cm²

De hydraulische druk benodigd aan de bodemzijde tijdens het uitgaan wordt berekend met:

Opmerking: de kracht in kN wordt hierbij omgezet in een kracht in kgf met 1 kN = 100 kgf

Bodemdruk p1: $p1 = \frac{F1}{A_D} = \frac{8000}{50{,}3} = 159$ bar

De hydraulische druk benodigd aan de ring- of stangzijde tijdens het ingaan wordt berekend met:

Stangdruk p2: $p2 = \frac{F2}{A_R} = \frac{2000}{22} = 91$ bar

De hier berekende hydraulische drukken noemen we de LASTDRUKKEN van de cylinder. Ze treden op als gevolg van de extern wekende krachten op de cylinder.

Let op dat als gevolg van volumestroom weerstanden de lastdruk aan beide zijden van de cylinder vaak nog wel wat hoger worden(*). Globaal dienen we als gevolg hiervan de berekende lastdruk nog met 15% te verhogen.

Deze lastdrukken moeten vervolgens worden vergeleken met de maximale ontwerpdruk die een fabrikant specificeert, bijvoorbeeld 160, 250 of 350 bar.

(*) Als voorbeeld van volumestroom weerstanden zie de module Smoor- en Stroom regelkleppen

Stap 5:

Berekening benodigde volumestromen:

De volumestroom Q1 tijdens het uitgaan wordt berekend met:

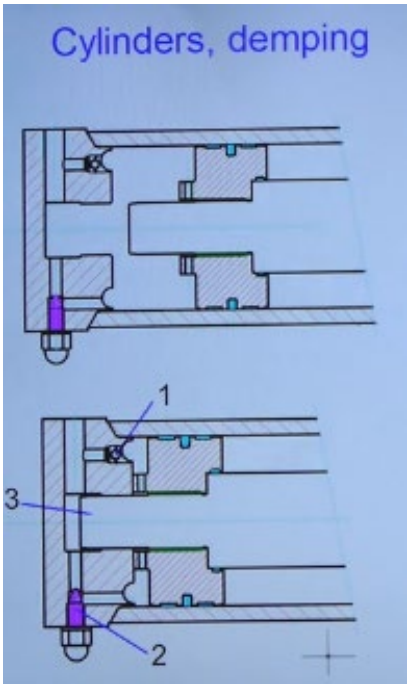
$$Q1 = 60 \cdot \frac{\frac{(S/10) \cdot A_D}{1000}}{t_{uitg}} = 60 \cdot \frac{\frac{(1000/10) \cdot 50{,}3}{1000}}{7} = 43{,}1 \text{ lpm}$$

De volumestroom Q2 tijdens het ingaan wordt berekend met:

$$Q2 = 60 \cdot \frac{\frac{(S/10)\cdot A_R}{1000}}{t_{ing}} = 60 \cdot \frac{\frac{(1000/10)\cdot 22}{1000}}{4} = 33 \quad \text{lpm}$$

Opmerking: de factor 1000 is nodig om van cm^3 liters te maken. De factor 60 is nodig om van liter per seconde liter per minuut (lpm) te maken

4. Cylinder demping



Om een cylinder tijdig af te remmen bij het benaderen van zijn eindposities moet standaard eerst de besturing worden gebruikt. De klep die die de cylinder bestuurd moet tijdig naar een zodanige stand wordt gestuurd dat de snelheid van de cylinder voldoende wordt verlaagd voordat de zuiger tegen de bodemdeksel of stangdeksel botst.

Stel dat de normale besturing faalt, dan bestaat de mogelijkheid om een zogenaamde nood-demping te ontwerpen die de kinetische energie van de cylinder zo veel mogelijk dempt. We noemen dit een einddemping.

Hierbij bevindt zich aan de zuiger een extra stuk stang verlenging met een enigszins conisch uiteinde. In de bodemzijde van de cylinder is een extra kamer aangebracht.

Zolang de zuiger niet in de nabijheid van de bodemzijde is kan olie normaal worden aan of afgevoerd via de hydraulische poort- aansluiting aan de bodemzijde.

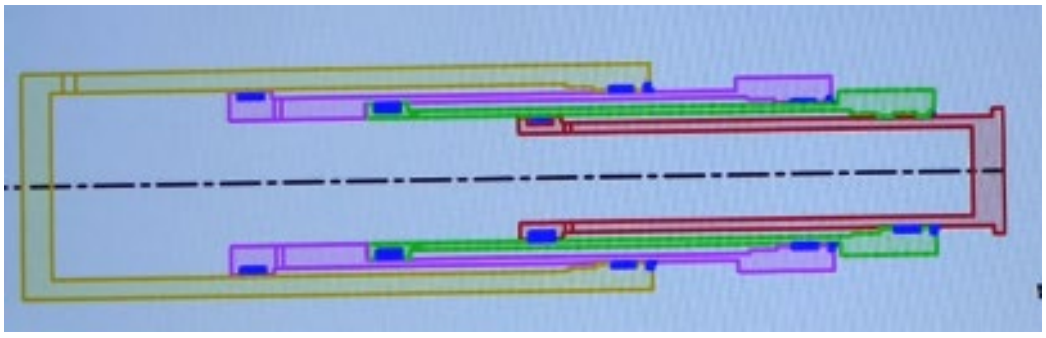
Als de verlengde stang in de kamer komt dan moet de olie die zich dan nog tussen de zuiger en de bodemzijde bevindt via de smoorklep pos 2 worden afgevoerd. Er vindt dan een extra drukopbouw plaats onder de zuiger waardoor een remmende werking ontstaat.

Als de cylinder vervolgens weer wordt “uit” gestuurd dan kan de olie vanaf de aansluitpoort via de terugslagklep positie 3 naar de zuiger stromen.

Deze vorm van einddemping, mits qua dimensies goed ontworpen, voorkomt in ieder geval dat er schade aan de cylinder optreedt.

5. Telescopische cylinder

Als een cylinder een zeer lange slag moet maken en de inbouw mogelijkheden beperkt zijn dan wordt vaak een telescoop cylinder toegepast, bijvoorbeeld voor kiep installaties op vrachtwagens.

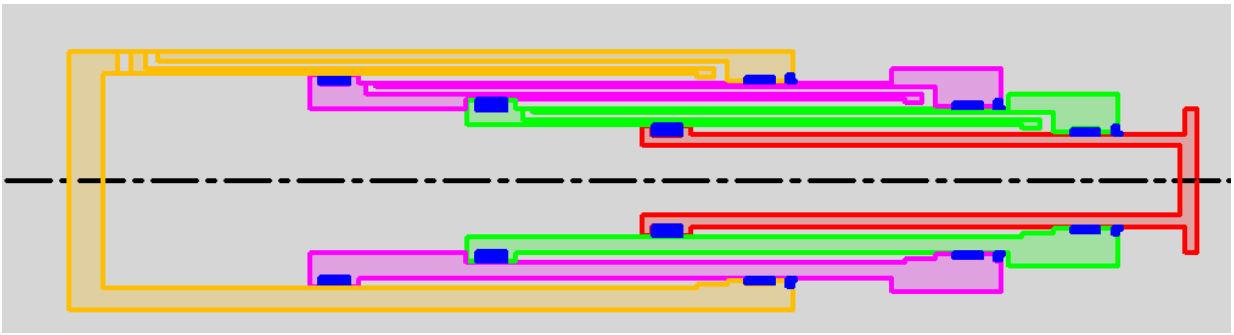


In de figuur is een 3-trap telescoop enkelwerkende cylinder getekend. Bij druk zetten op de gele poort aan de linker bovenzijde dan wordt druk uitgeoefend op het paarse zuigeroppervlak en gaat het paarse deel naar buiten. Vervolgens wordt voldoende druk opgebouwd op het groene zuigeroppervlak en gaat het groene dele naar buiten enzovoort.

De 1^{e} paarse trap is hierbij “sterker” dan de 3^{e} rode trap. Dit omdat het totaal oppervlak van paars + groen + rood meetelt bij het uitgaan van de 1^{e} trap.

We spreken hier van een enkelwerkende telescoop cylinder. Er is een uitwendige kracht nodig om de cylinder weer in te laten gaan. Vaak als gevolg van net bijvoorbeeld eigen gewicht van een laadbak.

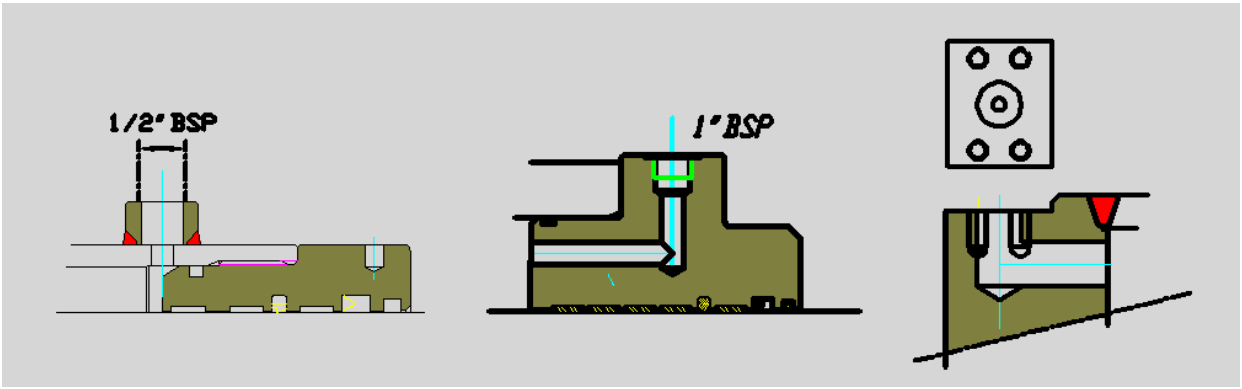
In de onderstaande figuur is de dubbelwerkende telescoop cylinder te zien.



Er is hierbij ene 2e hydraulische aansluitpoort zichtbaar links bovenin. Verder is te zien dat bij ieder telescopisch deel nu een extra poort in de buis van dat telescopisch deel is aangebracht. Ieder telescopisch deel krijgt op deze manier een “stang” oppervlak. De 2e poort hydraulische poort-aansluiting is in feite verbonden met iedere stang aansluiting van ieder telescopisch deel. Door druk te zetten op de 2e hydraulische poort ontstaat er een ingaande kracht op ieder telescopisch deel.

6. Cylinder poort aansluitingen

Een belangrijk deel van de cylinder wordt gevormd door het soort poort aansluiting oftewel de hydraulische aansluitpoort waar we druk en of volumestroom toe of afvoeren.



Aan de linker zijde zien we d uitvoering waarbij een lassok is gebruikt. In de cylinderbuis wordt ook een gat geboord. De lassok is inwendig voorzien van draad aansluiting, vaak BSP. Hier getoond is een ½” BSP. Andere diameters zijn ook beschikbaar van 3/8” tot 1 ½” BSP .

In het midden is de cylinderkop wat zwaarder uitgevoerd en bevindt de aansluitpoort zich in die cylinderkop.

Naast het aansluitingen van leidingwerk wordt aan cylinders ook functiekleppen gemonteerd, zoals een counterbalance klep of een remklep. Door de getoonde SAE aansluit poort toe te passen kunnen we vrij eenvoudig dergelijke functiekleppen monteren.