

Richtlijnen, opslag, inspectie en levensduur van hydrauliekslangen (2)

[tekst] Serkan Algan, Pirtek Europe Ltd., Londen (UK) [foto's] Pirtek Europe Ltd. [vertaling en bewerking] Ad Spijkers

Er zijn veel factoren die van invloed zijn op de levensduur van hydrauliekslangen. Er zijn internationale normen en industriële en bedrijfsspecifieke standaarden, maar die doen geen uitspraken over de levenscyclus van slangsamensellingen tijdens bedrijf. In dit tweede deel gaan we in op 'best practices' maar ook op frequent voorkomende fouten.

Hydrauliekslangen zijn een essentieel onderdeel van veel hydraulische systemen. Maar omdat ze zijn gemaakt van rubber of thermoplastisch kunststof zijn ze inherent zwakker dan metalen hydrauliekcomponenten en frames. Bij het bepalen van de levensduur van de slang is het belangrijk om veel aspecten, bedrijfsparameters en omgevingscondities te beschouwen.

Waarom willen we zo graag de levensduur van componenten zoals slangen weten? Heel eenvoudig: we willen het gevaar voor letsel of overlijden reduceren, het milieu ontzien en de kosten en de beschikbaarheid van het systeem beheersen. Helaas is meestal niet mogelijk om alle parameters vooraf te weten of waarschuwingssignalen te krijgen voordat een slang faalt (hoewel tegenwoordig wel slangen met ingebouwde sensoren te

Afb. 5. Verslechtering van de fysische eigenschappen van de binnenmantel (liner) en buitenmantel (cover)



koop zijn). Daarom nemen mensen hun toevlucht tot wat anderen gokwerk noemen. Het is echter altijd mogelijk om een risicoanalyse te maken door

- de gevolgen van falen van een slangassemblage te bepalen;
- de waarschijnlijkheid van falen voor een slangassemblage te bepalen;
- het resulterende risico te berekenen;
- de resultaten van de risicobeoordeling te analyseren.

De principes van deze beheersmethode zullen later worden besproken. Maar laten we eerst eens kijken naar de basis naar cruciale stappen die van toepassing zijn op alle hydrauliekslangassemblages.

'Best practices'

Er zijn verschillende belangrijke redenen voor het falen van slangassemblages: onjuiste toepassing van slangmateriaal, machinemodel-/applicatie-/configuratie, type olie, oliedruk en drukpieken (frequentie en ernst).

Onjuiste montage/fabricage

Let er op dat maximale werkdruk van de hydraulische slang groter is dan de werkdruk van het systeem. Slangen zijn bere-

Risicoanalyse is altijd mogelijk

kend op continubedrijf bij de gespecificeerde maximale werkdruk. Temperatuurwaarden verwijzen naar de maximale temperatuur van de vloeistof die wordt getransporteerd. Extreem hete omstandigheden kunnen een nadelig effect hebben op slangen door degradatie van het rubber, wat de gebruiksmogelijkheden van een slang voor de toepassing beperkt. In sommige gevallen kan de getransporteerde vloeistof degradatie vertragen, in andere gevallen kan de vloeistof dit fenomeen juist versnellen. Hoewel het doorgegaan een minder gangbare zorg is, moet vooral in koude omgevingen rekening worden gehouden met lage temperaturen.

Continu gebruik van slangen bij maximale temperatuur én maximale druk moet wor-

den vermeden. Dergelijk continu gebruik veroorzaakt bij de meeste slangen een verslechtering van de fysische eigenschappen van de binnenlaag en de buitenste deklaag, wat de levensduur beperkt (**afb. 5**). De aanbevolen stroomsnelheid in hydraulische systemen ligt tussen 3 m/s en 6 m/s. In geen geval mag de stroomsnelheid hoger zijn dan 8 m/s. Door wrijvingswarmte en turbulentie is er bij excessieve stroomsnelheden gevaar voor oververhitting, wat kan leiden tot uitharding, verdroging en gedeeltelijke schroeven van de voering.

In bijna alle hydraulische systemen komen drukpieken voor die de instellingen van het overdrukventiel kunnen overschrijden. Het blootstellen van een slang aan drukpieken boven de maximale werkdruk verkort de levensduur. In systemen waar drukpieken een serieus probleem zijn, moet u een slang met een hogere maximale werkdruk kiezen of een met een spiraal versterkte slang gebruiken die speciaal is ontworpen voor zware pulserende toepassingen.

Voor slangen die zijn versterkt met dubbel of spiraalsgewijs gewikkelde wapening wordt gebruik voor vacuüm niet aanbevolen. De praktijk is echter dat de aanzuigkant van de pomp in hydraulische systemen vaak wordt blootgesteld aan vacuüm of onderdruk. Slangen die speciaal ontworpen zijn voor vacuümtoepassingen hebben een integrale stalen kern in de wapening.

De aanbevolen minimale buigradius is gebaseerd op de maximale werkdruk van de slang zonder buiging. De veilige werkdruk van een slang wordt kleiner als de buigradius kleiner wordt dan het aanbevolen minimum. Scherper buigen dan de gespecificeerde minimale buigradius vermindert de levensduur van de slang.

Het selecteren van de juiste slang voor de toepassing is van cruciaal belang voor een systeembenadering. De juiste slang zorgt voor goede prestaties voor de vloeistof die er doorheen stroomt en minimaliseert de kans op falen of letsel als gevolg van lekken, barsten of losschieten (**lit. 1**).

Elke slang heeft drie basiselementen: de binnenmantel (liner), de drukdragers (staal, textiel e.d.) en de buitenmantel



Afb. 6. Een voorbeeld van slecht vakmanschap bij het voorbereiden van slangassemblages

(cover), die elk bijdragen aan het doel waarvoor de slang is ontworpen. Het kiezen van de juiste slang begint met het identificeren van de toepassing en het type medium dat moet worden verplaatst.

Onjuiste montage/productie

Het op de verkeerde manier samenstellen van een slang kan het gevolg zijn van een aantal factoren, zoals slecht vakmanschap (afb. 6). Hydrauliekslangen worden doorgaans samengesteld door persen, een proces waarbij de koppeling en de pershuis mechanisch op de slang wordt bevestigd. De kwaliteit van deze samenstelling heeft direct invloed op de prestaties van de koppeling. Bij de montage van koppelingen en het voorbereiden van de slangen voor de montage moeten altijd de aanbevelingen van de fabrikant worden nageleefd. De insteekdiepte, een recht afgesneden slang en correct, braamvrij en schoon krimpen zijn belangrijk voor een correct gevormde en lekvrij aansluitende slang en koppeling.

Het onjuist gebruik van persmachines (zoals doorselectie en slechte kalibratie) zal resulteren in persmaten die buiten de tolerantie vallen. Het persen moet in één beweging gebeuren om dubbel krimpen te voorkomen; de mechanische eigenschappen van het metaal veranderen namelijk als het pershuis eenmaal onder druk wordt gezet.

Onjuiste installatie

Meer dan 57 procent van het voortijdig falen van slangen is het gevolg van slijtage die is veroorzaakt door slangen onderling onjuist te installeren (afb. 7). Hydrauliekslangen worden ontworpen om de gewenste drukwaarden te weerstaan, maar niet om trekkrachten op te vangen. Daarom zullen te krap geïnstalleerde aansluitingen de levensduur in gevaar brengen. Het verdraaien (ook wel torsie genoemd) van een hogedruk slang over slechts 7° kan de levensduur met 90 procent verminderen (!). Vervorming van de slang kan gebeuren door scheuren, verdraaien en knikken. Vervorming en overbelasting van de drukdragers zal resulteren in barsten.

Uitwendige beschadigingen

Mechanische beschadiging van de buitenmantel (cover) als gevolg van schuren, snijden, persen en buigen, verhoogt de kans dat vocht en water doordringen tot de drukdragers, wat zal resulteren in corrosie en barsten. Door een beschadigde buitenmantel van een slangassemblage kan water binnendringen en worden luchtbellen in de slang gevormd. Hierdoor raken de stalen drukdragers gecorodeerd en gaat de slang kapot.

Zeer hoge of lage omgevingstemperaturen beïnvloeden de buitenmantel en drukdragers en verkorten de levensduur van de slang. De ontwerper moet rekening houden met de omgevingstemperaturen in samenhang met de interne temperaturen (afb. 8).

Houdt rekening met de chemische bestandheid van koppelingen, O-ringen, buitenlagen en de binnenste laag. De buitenlagen zijn ontwikkeld om bestand te zijn tegen de meeste voorkomende schimmels, oplosmiddelen, oliën en brandstof-

fen. De invloed van warmte door blootstelling aan uitwendige bronnen met hoge temperatuur zal ook leiden tot veroudering (verharden, uitdrogen) van de buitenmantel van de slang.

Beschadigd of onjuist gereedschap

Bij het assembleren van een slang zijn twee gereedschappen van essentieel belang: de slangpers en de schuifmaat. De slangpers moet goed worden onderhouden om te garanderen dat de ovaliteit en coniciteit van de slangassemblage persingen binnen de verwachte toleranties blijven. De persblokken moeten steeds worden gecontroleerd op het vrij zijn van slijtage en de aanwezigheid van vuil. Deze juiste set persblokken moet worden gekozen op basis van de gewenste persdiameter om een optimale persing te kunnen garanderen (afb. 9). Na elke persing moet met behulp van een

Extreme condities verkorten levensduur

schuifmaat een eindcontrole worden uitgevoerd. Ook alle schuifmaten moeten worden onderhouden en gekalibreerd met behulp van een kaliber met een uniek referentienummer en een kalibratiecertificaat dat traceerbaar is naar nationale normen.

Onjuiste combinatie van slang en koppelingen

Voor een lange levensduur moet een juiste koppeling worden gekozen en moet een strategische keuze aan ellebogen en

Afb. 7. Onderling slecht gerouteerde slangen





Afb. 9. Voorbeelden van slangassemblages die zijn uitgevoerd met onjuist gereedschap

afmetingen van componenten worden aangehouden. Schade, vervorming of corrosie van koppelingen zal ook hier leiden tot vermindering van functionaliteit en stressbestendigheid. Voor verzinkt staal zijn er twee soorten roest: rode roest en witte roest. Rode roest tast daadwerkelijk het basismateriaal aan. Witte roest is de

57% falen door onjuist installeren

vorming van zinkoxide en ziet eruit als wit poeder boven op het verzinkte metaal. Witte roest vormt zich het eerst aan de randen van het verzinkte onderdeel. Het goede van witte roest is dat dit type roest het basismateriaal niet aanvalt, maar dat de verzinkte laag 'zichzelf opoffert' om het basismateriaal te beschermen.

Leeftijd

Met het toenemen van de leeftijd zullen hydrauliekslangen zwakker worden tijdens bedrijf. Slangassemblages die constant zijn blootgesteld aan druk, warmte en omgevingsfactoren zullen te maken krijgen met afbraak van de rubbersamenstelling onder invloed van de factoren die in deel 1 (lit. 2) zijn beschreven onder de paragraaf Verouderingsproces.

Aanbevelingen en conclusie

Zelfs als u bekend bent met alle operationele parameters van een systeem is het moeilijk om een exact antwoord te geven op de vraag wat de verwachte levensduur is van een slang. We hebben nu eenmaal geen kristallen bol die ons een duidelijk antwoord geeft, dit door de talrijke onbeheersbare variabelen. Het belang van een regelmatig onderhoudsprogramma kan

niet genoeg worden benadrukt en daarin moet het hydraulische systeem waarvan de slang deel uitmaakt, worden opgenomen.

Dit leidt tot een andere vraag waarop niet zomaar één antwoord is te geven. Hoe vaak en in welke mate moet je slangen inspecteren en vervangen? De beste manier om een betrouwbaar schema voor inspectie en vervanging van intervallen te bepalen, is gebaseerd op de werkelijke geschiedenis van de installatie. In sommige gevallen adviseren industriestandaarden wanneer bepaalde onderdelen te vervangen, vooral als uitval kan leiden tot persoonlijk letsel of de dood.

Onderhoud is een combinatie van twee strategieën: conditiebewaking (inspectieregime en vervangen van de slang op basis van conditie) en geplande stilstand (vervanging op basis van leeftijd). Vergeet niet dat een onderdeel dat uitvalt tijdens bedrijf meestal duurder is dan dit onder-

deel vervangen of reviseren tijdens gepland onderhoud. Wanneer een slangasmenstelling of een andere component tijdens bedrijf uitvalt, zal dat vaak de rest van het systeem beïnvloeden. Als gevolg daarvan kunnen onderdelen die anders zouden kunnen worden onderhouden, ook volledig moeten worden vervangen. Een hydraulisch systeem gebruiken zonder een onderhoudsprogramma te hantieren, kan kostbaar zijn doordat de levensduur van slangleidingen en ook de meeste andere componenten in het systeem afneemt. Bij het bepalen van de frequentie en omvang van een onderhoudsprogramma moet u in gedachten houden waarvoor de apparatuur wordt gebruikt. Wordt de apparatuur gebruikt aan boord van een nucleaire onderzeeër (waar falen fatale gevolgen zou kunnen hebben) of voor het produceren van een klein onderdeel voor een bepaald product (wat niet levensbedreigend is)? Het antwoord op deze vraag geeft u een goede indicatie hoe vaak u een inspectie moet uitvoeren. Het implementeren van een periodiek preventief onderhoudsprogramma voor het vervangen van slangen zal in ieder geval leiden tot verlenging van de levensduur en de efficiëntie van deze apparatuur. **AT**

Inl.: Pirtek Benelux BV, tel.: (010) 238 32 28, www.pirtek.nl

Literatuur

1. Smart, M.: *De feiten over verwondingen door vloeistofinjectie*, Aandrijftechniek 10, december 2014.
2. Algan, S.: *Richtlijnen, opslag, inspectie en levensduur van hydrauliekslangen (1)*, Aandrijftechniek 2, april 2014.



Afb. 8. Voorbeeld van een slangassemblage die is blootgesteld aan beschadiging van buitenaf