

Deining Compensatie Systemen

Auteur: ir Peter S.Albers

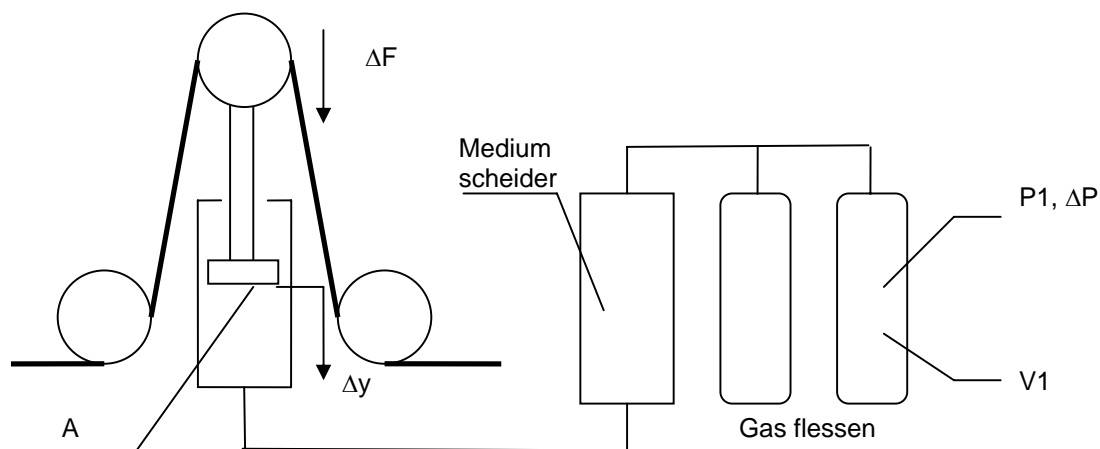
Onlangs is de Vereniging Platform Hydrauliek te gast geweest bij Huisman-Itrec bv te Schiedam waarbij een presentatie is gegeven over Actieve Deining Compensatie systemen (AHC). Naast een zeer goede theoretische beschouwing van de werking van dergelijke systemen is een bezoek gebracht aan één van de testhallen van Huisman waar een compleet AHC systeem in een duurtest was opgenomen. Bovendien kon de installatie van een AHC systeem worden bekeken op een aan de kade van Huisman gelegen offshore schip, de Seven Seas van Subsea7, waar een AHC wordt gebruikt voor een 400 tons Mastkraan.

In de offshore en bagger industrie worden vanaf vaak bewegende schepen of platforms diverse werkzaamheden uitgevoerd waarbij werktuigen overboord worden gezet en in aanraking komen met de zeebodem. Bij baggerschepen is dat bijvoorbeeld de zuigbuis van een hopperzuiger. Voor offshore installaties zijn voorbeelden te noemen als het boren van een put, het plaatsen van zware objecten op de zeebodem of het leggen van pijp leidingen.

De bewegingen van het schip als gevolg van de zeesgang zorgen ervoor dat er grote kracht variaties optreden in de zuigbuis, de boorpijp, in de hijsdraad of in de pijpleidingen die op de zeebodem worden geïnstalleerd. Om nu deze bewegingen zoveel mogelijk te compenseren worden deining compensatie systemen toegepast.

Een Passief Systeem

De meest eenvoudige uitvoering is een zogenaamde PASSIEVE compensator zoals die al vele decennia in de bagger industrie wordt toegepast. Zie figuur 1.



Figuur 1. Vereenvoudigd schema van een Passieve Compensator

Het bestaat uit een hydraulische cilinder die voorzien is van een draadschijf op de zuigerstang. De kracht van de draad wordt zo "gedragen" door de hydraulische cilinder. De bodemzijde van de cilinder wordt via een mediumscheider overgedragen op een vat dat gevuld is met een hoge druk gas. In feite is een dergelijke constructie niets meer en minder dan een mechanische veer met een bepaalde veerstijfheid, in de bagger industrie bekend onder de naam "deico". De druk en temperatuur van het gas kunnen berekend worden met behulp van de ideale gaswet volgens:

$$P \cdot V^{\kappa} = Const \quad \text{met } V = \text{actueel gas volume, } P = \text{gasdruk en } \kappa \text{ (kappa) = gas constante}$$

De waarde van kappa varieert met de temperatuur en druk. Voor bedrijfs drukken van 80 tot 300 bar en temperaturen van ca 30°C heeft kappa waardes van 1,3 tot 1,65. De stijfheid van een passieve compensator, de kracht toename bij indrukking van de gasveer, kan worden beïnvloed door het gas volume te variëren doormiddel van het aan- of afkoppelen van gasflessen.

Bij een deico wordt als gas gewoon hoge druk lucht toegepast. In combinatie met minerale olie en een hoge temperatuur (> 230°C) vormt dit een explosief mengsel. Vandaar dat de gasdruk in deico's wordt begrensd tot ca 80 bar. Tevens is het gasvolume zodanig groot gekozen dat er als gevolg van de compressie geen hoge temperaturen kunnen optreden. De grootste deico's op de hedendaagse sleepkop zuigers hebben een kracht capaciteit van ca 230 ton.

In de offshore applicaties zijn zwaardere systemen gewenst tot ca 500 ton voor de passieve cilinder. Om de afmetingen te beperken worden daar lastdrukken tot 300 bar toegepast. Vanwege het mogelijke gevaar van het explosieve mengsel wordt in die toepassing als gas meestal stikstof (N₂)gebruikt. Over het mogelijke extra gevaar van het toepassen van stikstof wordt verder in dit artikel op in gegaan. In sommige gevallen past men toch wel hoge druk lucht toe, maar dan in combinatie met een brandvrije waterglycol. Voor dergelijke hoge druk compensators wordt in de medium scheider een zuiger toegepast (een zuiger accumulator).

In veel toepassingen zoals bij een zuigbuis van een hopperzuiger of bij een riser tensioner systeem (een systeem dat het gewicht van de mantelbuis (de "riser") van een boor installatie moet opvangen) volstaat de toepassing van alleen een passief systeem. De bij een beweging optredende resterende kracht variatie als gevolg van de stijfheid van het systeem (meestal ± 15%), is acceptabel voor die toepassingen.

Praktijk voorbeeld:

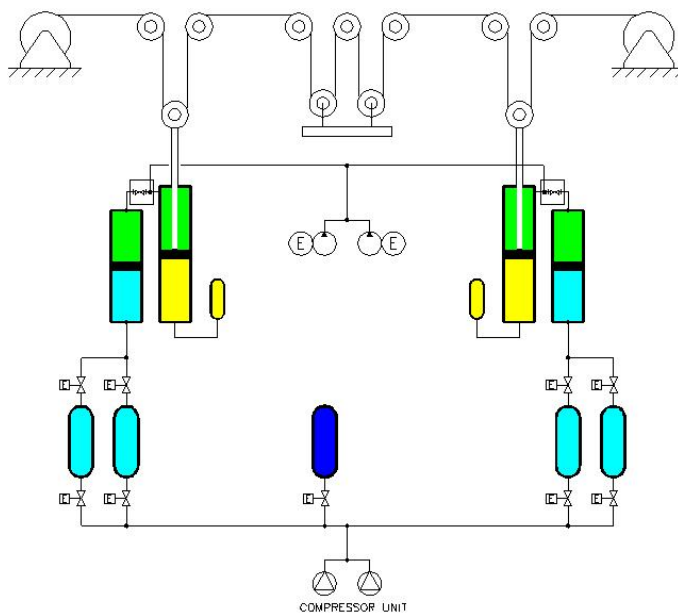
Het betreft een passief deining compensatie systeem dat wordt toegepast in het hijsblok van een boor platform. Aan het hijsblok bevindt zich de boorpijp. Het platform beweegt op de golven waarbij de hijskracht in de boorpijp zo constant mogelijk moet worden gehouden. Variaties in hijskracht worden anders direct omgezet in variaties in de aandrukkracht van de boor in de boorput.

Dit systeem is ontworpen voor een draadkracht van 200 Ton en een maximale deining van 4 meter en is geïnstalleerd op het boorschip Q4000, zie figuur 2



Figuur 2, Boorschip Q4000 met Passief Deining Compensatie systeem

Voor het vereenvoudigde hydraulische schema zie onderstaande figuur 3.



Figuur 3. Vereenvoudigd Passief Systeem

De slag van de cilinders bedraagt hier 6 meter. Het totaal aan gasvolume bedraagt 4 stuks flessen van 1200 dm³ per stuk. Het centrale (donkerblauwe) drukvat wordt continu op de maximale gasdruk van 200 bar gevuld. Uit dit "voorraad" vat kunnen de andere gasflessen snel op een andere = hogere druk worden gebracht.

De maximale olie volumestroom bereikt waardes van 1500 lpm. Bij uitval van 1 cilinder kan de andere cilinder de compensatie functie nog overnemen. De werkslag van het hijsblok wordt daarbij wel met 50% gereduceerd.

Beperking in toepassing van alleen een Passief systeem

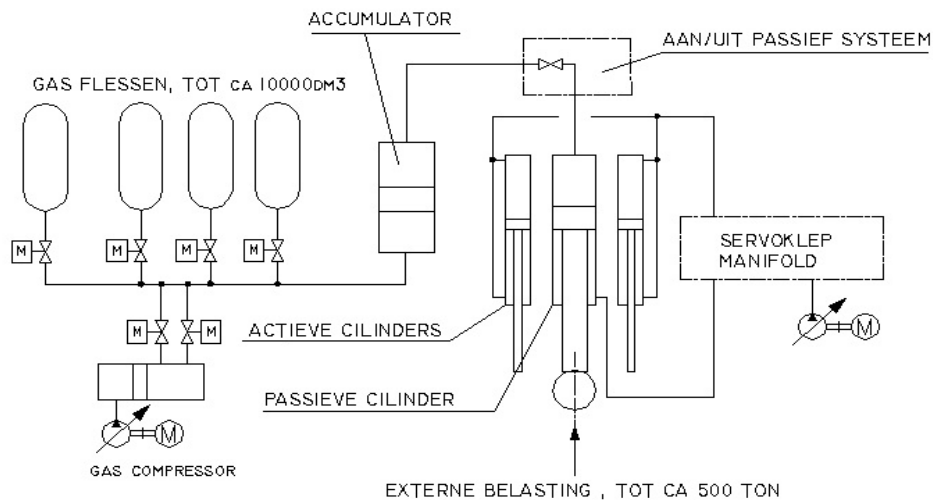
De beweging van de cilinder in een Passief systeem wordt bepaald door het krachterevenwicht. Bij een lier met een zware last onder water, zwevend boven de zeebodem, zal de kracht in de draad sterk variëren als gevolg van de weerstand van het bewegende object door het water. Die dynamische kracht variatie is in fase is met de snelheid door het water. De passieve cilinder reageert op deze kracht variatie en compenseert op die wijze voor een deel van de bewegingen van het object ten opzichte van de zeebodem. Vanwege het fase verschil tussen de positie en snelheid van het object zal er dus altijd een rest beweging optreden tussen het object en de zeebodem.

Aangezien we hier spreken van kwetsbare objecten zoals subsea pompen of boorput afsluiter systemen met investeringswaardes tot wel 20 miljoen dollar is het van groot belang dat de rest beweging bij het daadwerkelijk plaatsen van het object op de zeebodem verder wordt verlaagd.

Een actief systeem

In figuur 4 is een uitbreiding van een Passief systeem gemaakt. Naast het Passieve deel is er nu ook een Actief deel aan toe gevoegd bestaande uit 2 stuks extra cilinders. De actieve cilinders worden aangestuurd door één of meerdere servokleppen en maken deel uit van een complex positie regelsysteem. Hierbij worden de belangrijkste bewegingen van het schip, "heave" + roll + pitch" vastgelegd met een zeer gevoelige sensor de zogenaamde Motion Reference Unit. Uit dit signaal kan de exacte beweging van de kraantip ten opzichte van de zeebodem (=moedertje aarde) worden berekend. Door nu de actieve cilinders een exact omgekeerde beweging te laten maken in een positie regelkring zal de beweging van de last onder water volledig kunnen worden

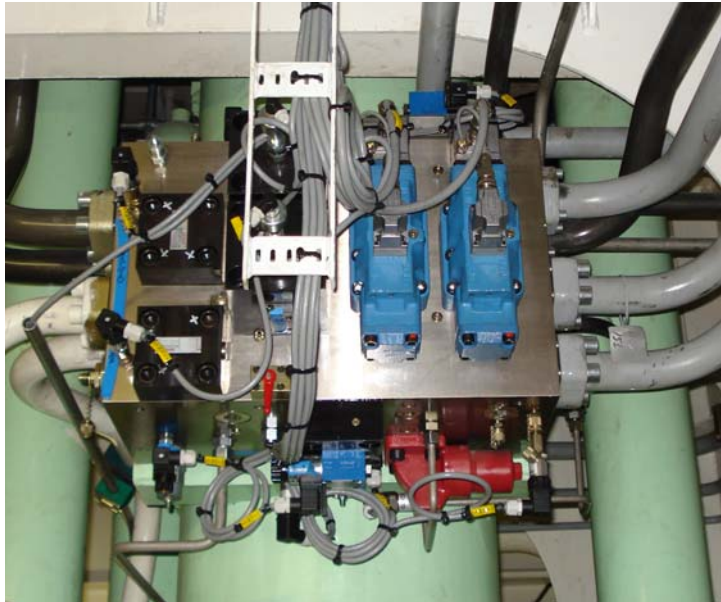
gecompenseerd. Een rest beweging ten opzichte van de zeebodem van ca 6% bij een totale kraantip beweging van ca 5 meter is daarbij goed realiseerbaar. De actieve cilinders hoeven overigens niet de volledige lastkracht te kunnen opwekken omdat de passieve cilinder al ca 80-90% van die last opneemt.



Figuur 4. Vereenvoudigd Actief System

De benaming Actief systeem vereist tevens dat er een hydraulisch pomp vermogen wordt geïnstalleerd om de actieve cilinders te kunnen aandrijven. Dit in tegenstelling tot een Passief systeem waarbij er absoluut geen hydraulisch hulpvermogen benodigd is. (met uitzondering dan van een aantal kleine service pompen om de systemen te vullen en te conditioneren). Voor een Actief systeem met een capaciteit van ca 500 Ton (250 Ton draadkracht) is een geïnstalleerd pomp vermogen benodigd van ca 500-750 kW. (afhankelijk van de uiteindelijke systeem specificaties). De extra investering voor een dergelijk vermogen belooft al snel 600-800 duizend Euro.

Op het servoklep manifold, figuur 5, zijn meerdere functies ondergebracht zoals het in vrijloop schakelen van de actieve cilinders, drukbegrenzing en diverse veiligheids schakelkleppen om bij falen van een component, zoals van een servoklep, een veilig operationeel gebruik mogelijk te houden. Het manifold voor het aan/uitzetten van de passieve cilinder is ontworpen voor volumestromen tot ca 5000 lpm en bevat ook diverse drukbegrenzings kleppen en stuurkleppen om de vloeistofvulling van de passieve cilinder en accumulator te kunnen controleren.



Figuur 5. Servoklep manifold

Tijdens het afzetten van een last op de zeebodem blijft het Actieve systeem in werking. Aangezien de statische belasting van het systeem dan afneemt vanwege de lager wordende gewichts belasting, moet de gasdruk van het passieve systeem in die situatie ook proportioneel worden verlaagd. Om dat te bereiken zijn meerdere gasflessen geïnstalleerd waardoor hoge druk gas uit het passieve systeem naar gasflessen kan worden geleid die van een lagere voordruk waren voorzien. Het ontwerp van gasfles systemen met afsluiters evenals de eigen ontwikkeling van een lineaire hoge druk gascompressor zijn nieuwe takken van sport die niet eenvoudig kunnen worden geëxtrapoleerd uit de toepassing van de ons bekende pneumatiek.

Het regelsysteem van een AHC bestaat uit veel meer dan alleen de genoemde positie regelkring. Tijdens het gebruik van een AHC zoals bij het afzetten of opnemen van een last moeten continu alle proces condities evenals de goede werking van de aandrijfcomponenten worden bewaakt om een veilig en optimaal systeem te realiseren. Het is in feite die aanvullende software die de kwaliteit en betrouwbaarheid van een AHC systeem bepalen.

Componenten kunnen falen, ook in de offshore techniek. Alhoewel de deel systemen op een aantal aspecten zijn voorzien van extra parallelle en failsafe functies en bewakingen kan een Actief systeem een keer falen. Denk bijvoorbeeld maar aan de situatie van een totale elektrische power failure van het offshore platform. Het sterke van de combinatie van een Passief EN een Actief systeem is nu dat het Passieve systeem ALTIJD blijft functioneren. De kracht variatie als gevolg van de scheeps bewegingen worden dan dus nog steeds voor ca 80% gecompenseerd.

Gebruik van Stikstof

De reden voor het gebruik van stikstof is al eerder vernoemd, het voorkomen van een mogelijk explosief mengsel in het passieve systeem. Stikstof vormt dus geen gevaar, zolang het maar in de gasflessen blijft. De grote gasflessen met een gezamenlijke inhoud van soms wel 10.000 dm³ en een gasvulling van gemiddeld 150 bar staan veelal opgesteld ergens onder in de offshore schepen. Bij vrijkomen in die werkruimte als gevolg van een lekkage van een afdichting of afsluiter kan er voor de gebruikers een zeer gevaarlijk gezondheids risico ontstaan. Stikstof verdringt namelijk de zuurstof uit onze ademlucht. In normale ademlucht zit ca 21,5% zuurstof en al ca 78% stikstof. Bij een lager zuurstof percentage dan 16% kan al blijvende schade worden toegebracht aan ons beademings systeem. Bij een volume percentage lager dan 12% heeft het de dood tot gevolg.

Huisman volgt voor hun installaties de eis uit de Nederlandse Arbeids Omstandigheden Wet (ARBO) waarin voor een werkruimte een minimaal aanwezig zuurstof percentage van 18% is vast gesteld. Dit wordt bereikt door meerdere maatregelen te nemen zoals: voldoende ventilatie, het verplicht dragen van persoonlijke zuurstof gasmeters (Personal Monitors) die alarmeren bij een verlaagd zuurstof percentage, het installeren van vaste zuurstof meters, beschikbaar stellen van vluchtmaskers of ademlucht apparatuur, aangeven van veilige vluchtroutes en niet in de laatste plaats, instructie aan al het personeel over de mogelijke gevaren bij het gebruik en het onderhoud.