

Summary (in dutch)

De toepassing van twin lift spreaders en Long-Twin spreaders voor Straddle Carriers (SC's) groeit nog steeds, zij het met een toenemende interesse in Long-Twin spreaders. Tegelijkertijd is de gemiddelde containermassa ook toegenomen in het afgelopen jaar. Deze twee ontwikkelingen en beperkingen in het ontwerp van SC's hebben geleid tot een eis van SC fabrikanten om het gewicht van Long-Twin spreaders te verminderen tot een waarde in de buurt van het gewicht van een normale twin lift spreader. Daarnaast is er de wens om het hydraulisch systeem in spreaders te vervangen.

Het doel van dit onderzoek is een conceptueel ontwerp voor een Long-Twin spreader voor SC's, bij voorkeur volledig elektrisch aangedreven, die ongeveer 10-15% minder weegt dan het huidige ontwerp, maar met behoud van dezelfde functies en de te verwachten levensduur. Hoewel de massa toename van alle elektromechanische systemen wordt meegenomen, wordt het ontwerpproces beperkt tot een elektro mechanische aandrijving voor de telescopeer functie.

De huidige Long Twin SC spreader massa is 9800kg. De telescopeer functie wordt uitgevoerd door een hydraulische band aandrijving in single-operatie en hydraulice cilinders in Long-Twin operatie. Voorafgaand aan het herontwerpen van de huidige spreader worden de belastingen op de spreader-constructie geanalyseerd. Het gebruik van door normen gedefinieerde belastingsspectra wordt ter discussie gesteld door het gebruik van een werkelijke SC belastingsspectrum.

In dit onderzoek zijn ontwerpaanpassingen opgedeeld en overwogen in 5 delenoplossingen. Via standaard berekeningen en vrij eenvoudige Eindig Elementen Analyse (EEA) modellen word de uitvoerbaarheid, de massa, de prijs en andere eigenschappen gecontroleerd. De vijf delen zijn:

Aandrijfsysteem: de Long-Twin functie vereist een verbinding tussen de Long-Twin unit en de schuifligger. In het huidige ontwerp wordt die verbinding gemaakt via een zware shiftbalk, die de aandrijfkraft van de hydraulische cilinder op de Long-Twin unit overdraagt op de schuifligger. Het weglaten van de duw balk leidt tot een directe gewichts- en hoogtebesparing van de spreader. Herontwerpen die overwogen zijn: koppeling via de container constructie, directe koppeling via sleuven in het middenframe en digitale koppeling met behulp van sensoren.

Aandrijvingscomponenten: het aandrijfsysteem vereist elektromechanische aandrijfcomponenten om aan de telescopeerfunctie te voldoen. Het huidige ontwerp bestaat uit een hydraulisch aangedreven riem voor gebruik in single-operatie en hydraulische cilinders voor het gebruik in Long-Twin-operatie. Omdat de uitvoering van de aandrijfcomponenten afhankelijk is van het gekozen aandrijfsysteem zijn verschillende implementaties mogelijkheden voor de volgende aandrijfcomponenten in overweging genomen: tandheugels, schroef spindels, kettingen en kabel systemen. Voor elk systeem zijn de vereiste motor en tandwielkast bepaald.

Basis staalprofiel ontwerp: de basis staal constructies van een spreader zijn de twee schuifliggers en het middenframe. Deze drie onderdelen bepalen het grootste gedeelte van het totale gewicht van de spreader. De staal profielen van de huidige spreader worden aangepast op basis van vorm en het gebruik van hoge sterkte staal (HSS). Extra aandacht is besteed aan de toepassing van HSS, omdat de toepassing leidt tot moeilijkheden.

Constructief ontwerp: de aandrijving met directe koppeling vereist sleuven in het middenframe. De sleuven kunnen de constructieve integriteit van het middenframe aantasten en worden daarom gecontroleerd via EEA. De plaatsing van sleuven in de zijplaten en de bovenplaat wordt bekeken.

Overige maatregelen: mogelijke aanpassingen die kunnen leiden tot vermindering van het spreader-gewicht maar niet toebehoren aan een van de bovenstaande delen worden beschouwd in dit gedeelte. Het gaat hier om maatregelen die constructiespanningen en wrijvingskrachten verminderen: spanning verdelende platen tussen de rand van het middenframe en de bovenzijde van de schuifliggers, schok dempende ophanging tussen de spreader en SC en rollers in plaats van glijplaten.

Het uiteindelijke conceptontwerp wordt gekozen met behulp van de Kesselring selectieprocedure, die deel uitmaakt van het methodische ontwerpen. Via een morfologische overzicht worden verschillende conceptontwerpen geselecteerd, die naar verwachting hoog scoren op de waarderingsspecificaties. De verwachtingen zijn gebaseerd op de berekeningen, FEA-modellen en mechanische eigenschappen. De waarderingsspecificaties zijn gebaseerd op de functionele eisen van drie SC fabrikanten en uiteindelijk gekozen in overleg met Stinis.

Het uiteindelijke conceptontwerp heeft de volgende specificaties:

- De schuifligger, met symmetrisch geplaatste zijplaten, wordt uitgevoerd in hoge treksterkte staal;
- Het midden van frame, met gebogen zijplaten, wordt uitgevoerd in hoge treksterkte staal;
- Directe koppeling via sleuven in de bovenplaat van het middenframe;
- Verticaal geplaatste elektrische kettingaandrijving voor Long-Twin-operatie;
- Originele riem aandrijfsysteem voor single-operatie elektrisch aangedreven;
- Spanning verdelende plaat tussen het middenframe en de bovenzijde van de schuifligger.

Het via methodisch ontwerpen verkregen concept voldoet aan het gestelde doel. Met het conceptontwerp word een massabesparing van 1350kg (13,8%) behaald met betrekking tot het huidige Long-Twin SC spreader ontwerp. Het gekozen conceptontwerp is niet het minste wegende conceptontwerp dat is overwogen, maar presteert wel het beste in de waardeanalyse en behoud daarbij de functies en de te verwachte levensduur. Er zijn echter een aantal punten die kunnen worden geconcludeerd uit dit onderzoek.

Het gebruik van een SC logbestand in plaats van de conservatieve belastingsspectra, voorgeschreven door de normen, resulteert in een gunstigere classificatie van spreaders. De gunstigere classificatie resulteert in lagere veiligheidsfactoren en een hogere toegestane vermoeiingssterkte. Er kan gesteld kan worden dat spreaders ontworpen met de conservatieve belastingsspectra zijn overgedimensioneerd; de werkelijke levensduur is hoger dan de vereiste levensduur.

De implementatie van elektrische aandrijvingen en hoge sterkte staal zal resulteren in hogere kosten. De hogere kosten worden voornamelijk veroorzaakt door het aandrijfsysteem. De hoge kosten als gevolg van het gebruik van hoge sterkte staal zal naar verwachting in de toekomst afnemen.

Vervanging van hydraulische aandrijvingen voor elektrische aandrijvingen zal ten alle tijden leiden tot een toename in gewicht. Bovendien zal de robuustheid afnemen doordat de aandrijving, met het oog op gewichtsbesparing, gedimensioneerd worden op de grenzen van het mogelijke is.

Het gebruik van hoge sterkte staal in de uiteindelijke conceptontwerp is noodzakelijk om het gestelde doel qua gewichtsbesparing te bereiken. De vermoeiingssterkte van hoge sterkte staal is de beperkende factor in het spreader ontwerp. Nabehandeling van de lasnaden is een vereiste om een hogere vermoeiingswaarde en daarmee gewichtsbesparing te verkrijgen.

Naast een gewichtsbesparing wordt er ook een hoogtebesparing behaald. Hoewel het conceptontwerp weinig ruimte overhoudt tussen de stapelhoogte en de maximale hijshoogte, zal de SC fabrikanten de hoogte van de SC niet hoeven aan te passen.