

3 | Onderdelen in detail

3.1 | Koppelingsplaat

3.1.1 | Taken

De koppelingsplaat is het centrale verbindingselement van de koppeling. In gekoppelde toestand zit de koppelingsplaat tussen vlieg wiel en drukplaat geklemd. Via de vertanding in de naaf van de koppelingsplaat worden de krachten naar de versnellingsbak overgebracht.

In moderne voertuigen zit er in de naaf van de koppelingsplaat een torsiedemper en tussen de voering segmentvering. In de automobiellindustrie gebruikt men op dit moment nog alleen maar organische voering. In de landbouw komt ook metaalkeramische sintervoering voor.

In figuur 3.1 is een koppelingsplaat met een tweetraps-torsiedemper, een geïntegreerde torsiedemper en een zwevende naaf te zien.

De voering (3) is met klinknagels (2) vast geklonken aan de segmentvering (14). De segmentvering zit met klinknagels bevestigd aan de meeneemschijf of het hoofdblad (1). De meeneemschijf zit met de centreerbus aan de naaf vast.

De torsiedemper kan bestaan uit drie types dempers: de voordemper, de hoofddemper en de voorlastinrichting.

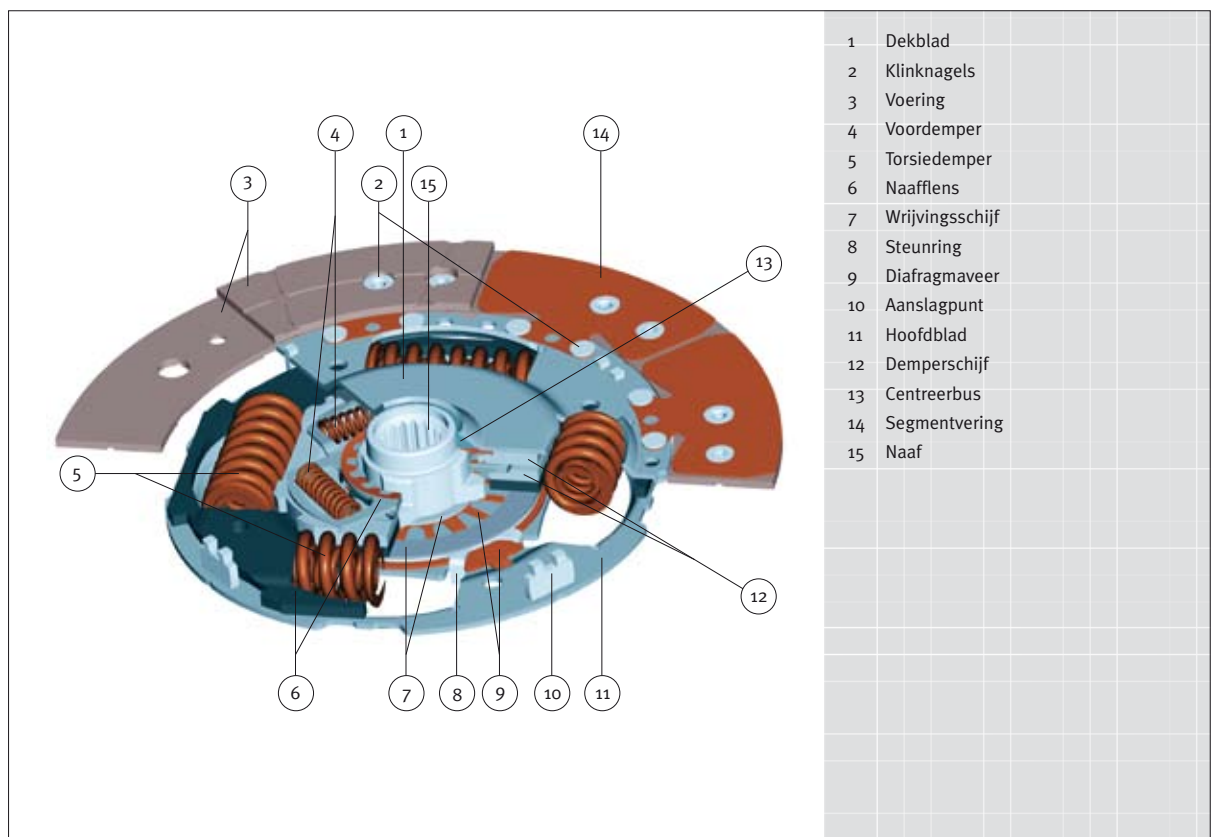


Fig. 3.1: Onderdelen van een koppelingsplaat met torsiedemper

3.1.2 | Constructietypes

Fig. 3.2.1: Een starre koppelingsplaat, deze wordt veelal gebruikt in combinatie met een tweedelig vliegwiel. De trillingen afkomstig van de motor worden opgevangen door het tweedelig vliegwiel.

Fig. 3.2.2: Een koppelingsplaat die als functie heeft het onrechtlijnige van versnellingsbak en motor op te vangen. Deze koppelingsplaat wordt gebruikt bij uitvoeringen zonder pilootlager in de krukas.

Fig. 3.2.3: Een koppelingsplaat met torsiedemper voor het opvangen van de trillingen van de motor.

Fig. 3.2.4: Een koppelingsplaat met torsiedemper in combinatie met een kleine extra demper die de trillingen opvangt bij stationair toerental en bij zeer lage belasting.

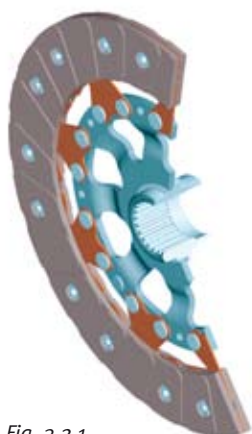


Fig. 3.2.1



Fig. 3.2.2

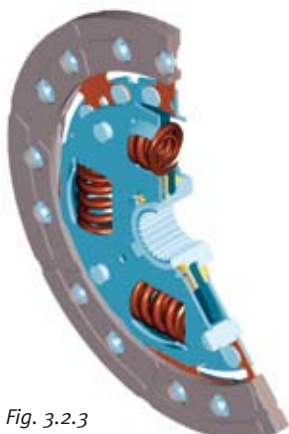


Fig. 3.2.3

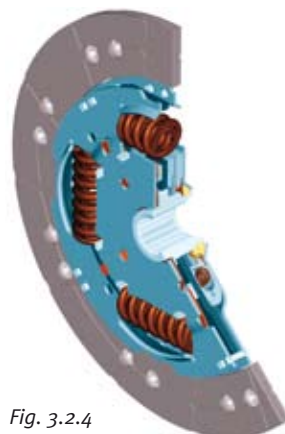


Fig. 3.2.4

Fig. 3.2: Soorten koppelingsplaten

3.1.3 | Torsiedemper

Torsiedempers hebben tot taak de trillingen tussen motor en aandrijving te dempen. Verbrandingsmotoren geven in tegenstelling tot elektromotoren of turbinemotoren geen constant koppel af. Het voortdurend veranderende aantal omwentelingen van de krukas veroorzaakt trillingen die via koppeling en prise-as worden overgedragen op de rest van de aandrijving.

Deze trillingen veroorzaken onaangename geluiden en overmatige slijtage van de tandflanken. Torsiedempers moeten deze trillingen tussen motor en aandrijving absorberen. Door de steeds lagere toerentallen en lichtere auto's worden de ongewenste effecten extra versterkt. Zo moet tegenwoordig voor elk voertuig een speciale afstelling worden gehanteerd.

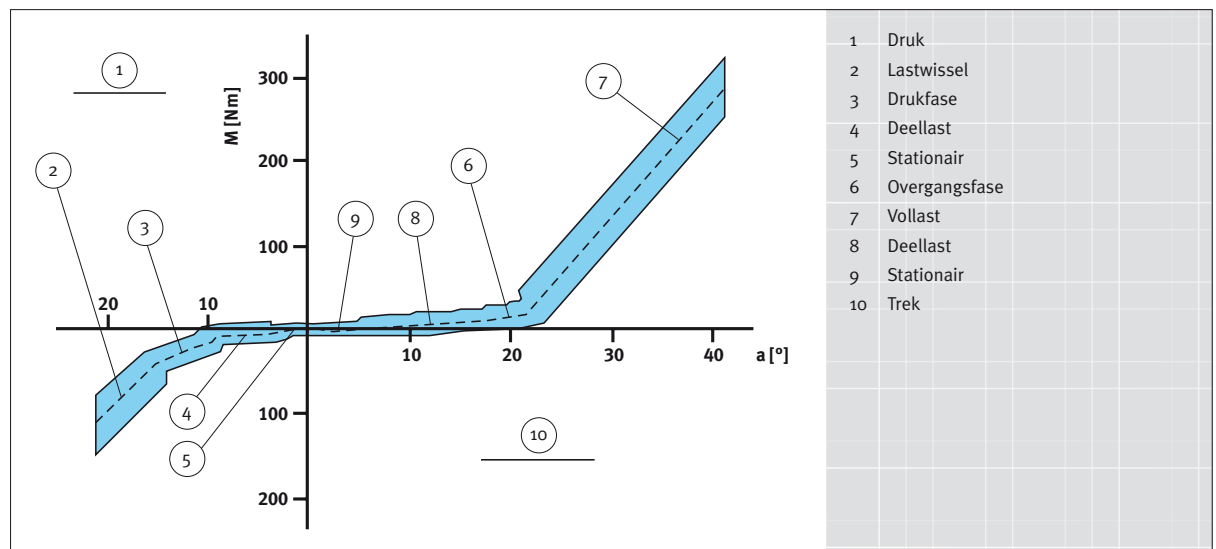


Fig. 3.3: Kenlijn torsiedemper

De kenlijn kan naar de wensen van de klant worden afgestemd, van een kostengeoptimaliseerde compromisoplossing met voordemper tot een meertrapsuitvoering met de beste dempingseigenschappen. De door LuK ontwikkelde Conuscentrering kan een kleine onrechtlijnigheid van motor en versnellingsbak opvangen, waardoor ook bij stationair toerental een goede werking van de voor deze lasttoestand ontwikkelde demper wordt gegarandeerd.

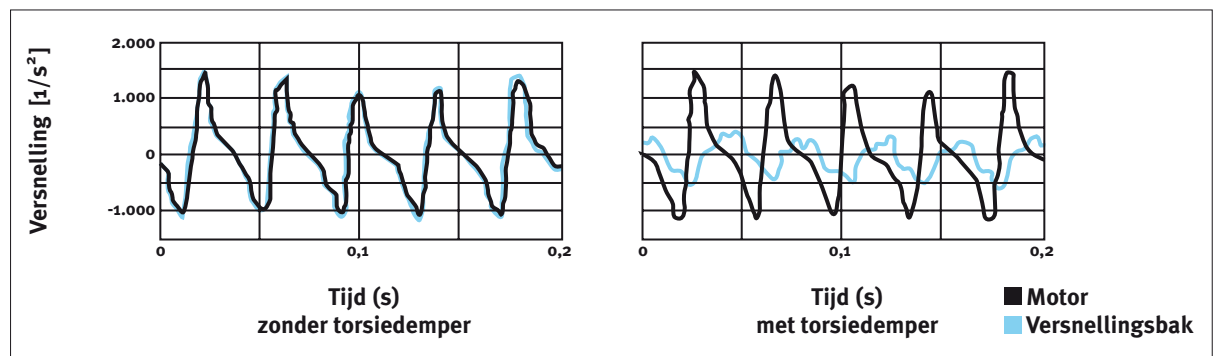


Fig. 3.4: Trillingen bij stationair toerental

De afstemming van de kenlijn wordt uitgevoerd met de modernste meet- en simulatietechnieken. De aandrijfslag van het te optimaliseren voertuig wordt van sensoren voorzien. De verschillende trillingstoestanden worden opgemeten en aan de hand van deze metingen wordt een simulatiemodel afgeleid. Na de berekeningen van de ingenieurs wordt een prototype ontwikkeld en getest. De torsiedemper met de beste dempingseigenschappen wordt dan voorgesteld.

De fundamentele werkwijze is als volgt: de draaibare naaf (15) tussen het hoofdblad (17) en het dekblad (18) zet zich verend af tegen de naaflens (19) en de dempingsveren (10-13), ten opzichte van het hoofdblad en dekblad. Het gevolg is dat hoe groter de op te vangen trilling, hoe groter de verdraaiing van de naaf t.o.v. de naaflens. Hoe kleiner de trilling hoe kleiner de verdraaiing van de naaf. De vering wordt door een wrijvingsinrichting gedempt.

Het overdraagbare koppel van de dempers moet steeds groter zijn dan het koppel van de motor, dit om aanslaan van de naaflens (19) tegen de aanslagnokken te voorkomen.

In moderne voertuigen zijn vaak twee- of meertrapsversies wenselijk. De verschillende trappen worden gecreëerd door verschillende veerdikten en afmetingen. Daarnaast kunnen de wrijvingsinrichtingen sterk variëren als gevolg van verschillende welvingen, wrijvingsringen en diafragmaveren. De krachten verlopen meestal niet symmetrisch, maar zijn in de trekrichting hoger en verlopen met een hoger aanslagmoment dan in de duwrichting. De bovenste torsiedemper beschikt over een eenvoudige wrijvingsinrichting met een diafragmaveer voor een constante wrijving en een tweetrapstorsiedemper.

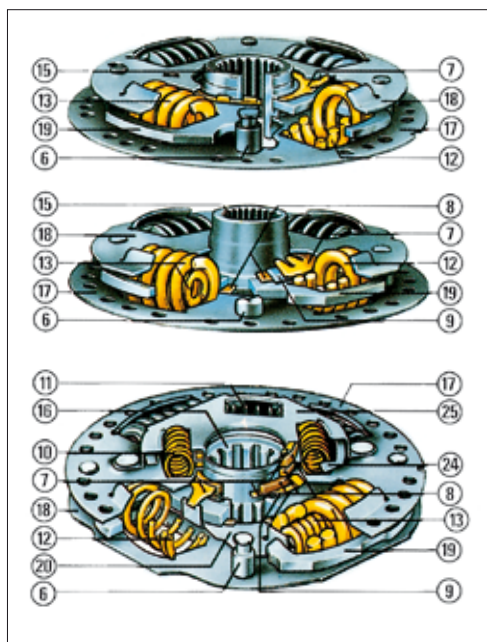


Fig. 3.5: Verschillende constructietypes van torsiedempers

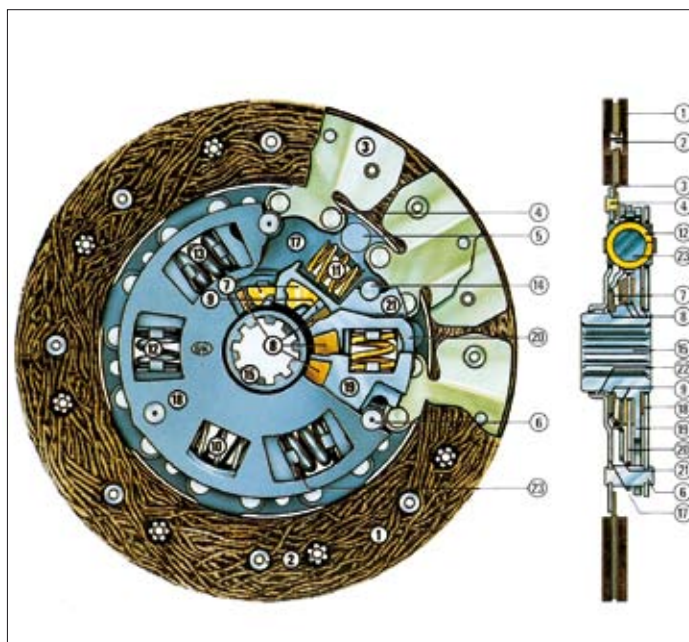


Fig. 3.6: Koppelingsplaat met tweetrapstorsiedemping

1 Voering	8 Wrijvingsring	15 Naaf	22 Centreerbus
2 Klinknagel	9 Steunring	16 Naaf zelfcenterend	23 Veeraanslag
3 Segmentveer	10 Voordemper 1	17 Hoofdblad	24 Flens
4 Klinknagel	11 Voordemper 2	18 Dekblad	25 Bovenste dekblad
5 Klinknagel	12 Hoofddemper 1	19 Naaflens	
6 Aanslagpunt	13 Hoofddemper 2	20 Voorlastschijf	
7 Borgring	14 Afstandsbus	21 Naafschijf	

Tussen hoofdblad (17) en dekblad loopt de naaflens (19), die steunt op de hoofddemperversen van de 1ste en 2de trap (12 en 13). De naaflens kan ongeveer 22 graden draaien ten opzichte van het hoofdblad en het dekblad (18), voordat hij de aanslagnokken (6) raakt.

De middelste torsiedemper is in overeenstemming met de bovenste opgebouwd, maar beschikt daarnaast over 2 wrijvingsringen (8). Met hun hulp laat zich een grotere wrijving bewerkstelligen. Wrijvingsringen kunnen uit organisch materiaal of uit kunststof bestaan. Organische wrijvingsringen beschikken over een hoge wrijvingswaarde maar slijten snel. Wrijvingsringen van kunststof zijn dan weer slijtvaster, maar hebben een lagere wrijvingscoëfficiënt. De onderste torsiedemper beschikt over een verdraaihoekafhankelijke drietrapswrijvingsinrichting, een tweetraps-hoofddemper en een gescheiden tweetrapsvoordemper.

De afzonderlijke voordemper bestaat uit een veerhouder in dit geval een flens (24) en afdekblad (25) met voordemperveren van de eerste (10) en tweede trap (11), en wordt vooral bij personenauto's met een dieselmotor gebruikt. Deze werkt bij geringere motorkoppels en dempt bij stationair draaien. De drie wrijvingsringen (8) van de drietraps-wrijvingsinrichting beginnen bij verschillende verdraaiingshoeken te werken. De tweetraps-hoofddemper (12 en 13) komt wat betreft de werkwijze overeen met de bovenvermelde systemen.

3.1.4 | Segmentvering

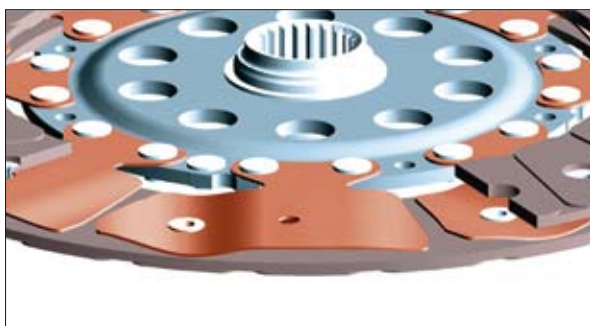


Fig. 3.7: Enkelvoudige segmentvering

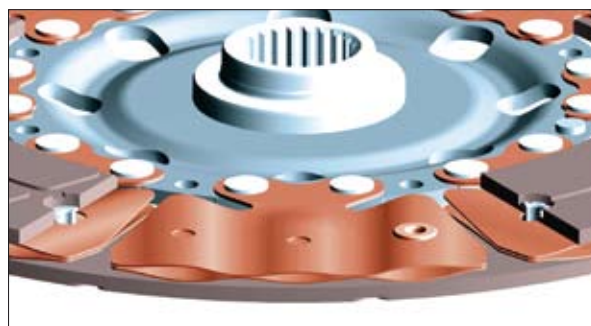


Fig. 3.8: Dubbele segmentvering

In de figuur 3.7 en 3.8 zijn de twee meest toegepaste soorten segmentvering afgebeeld. Segmentveren liggen in principe tussen de koppelsvoeringen in. De segmentvering moet zorgen voor een soepele koppeling en voor een schokvrij optrekken. De drukplaat van de koppeling moet tegen de veerdruk van de segmentvering in de koppelingsplaat tegen het vliegwiel drukken.

Omdat deze druk langzaam opgebouwd en het koppelingsproces verlengd wordt, kan door het slippen van de plaat het aandrijvingstoerental met vertraging aan het motortoerental worden aangepast.

Voordelen van de segmentvering, naast het schokvrij optrekken, zijn een gunstiger slijtageverhouding, een betere draagvlakverdeling en een daarmee samenhangende gelijkmatigere warmteverdeling.

Men onderscheidt twee soorten segmentvering:

- 1 De enkelvoudige segmentvering, waarbij de voering aan beide zijden op dunne, gewelfde segmenten geklonken is, die op hun beurt aan het hoofdblad geklonken zijn. Voordelen zijn het kleine draaimoment van de koppelingsplaat en de eenvoudiger te doseren vering.
- 2 De dubbele segmentvering, waarbij de voering op twee op elkaar liggende segmenten wordt geklonken. De ene segmentveer werkt in tegenovergestelde zin van de andere. De segmenten zijn zoals bij de enkelvoudige segmentvering aan het hoofdblad geklonken. Het voordeel van de betere benutting van de veerwegen staat tegenover het nadeel van een groter draaimoment en de hogere prijs.

3.2 | Drukgroep

3.2.1 | Taken

De drukgroep vormt samen met het vliegwiel en de koppelingsplaat een wrijvingssysteem. De drukgroep is met bouten aan het vliegwiel bevestigd en zorgt dat het draaimoment van de motor via de koppelingsplaat naar de prise-as wordt doorgegeven. Een van de belangrijkste onderdelen van moderne koppelingen voor voertuigen is de diafragmaveer (3). Deze heeft de vroeger gebruikelijke schroefveren in de personenauto volledig vervangen.

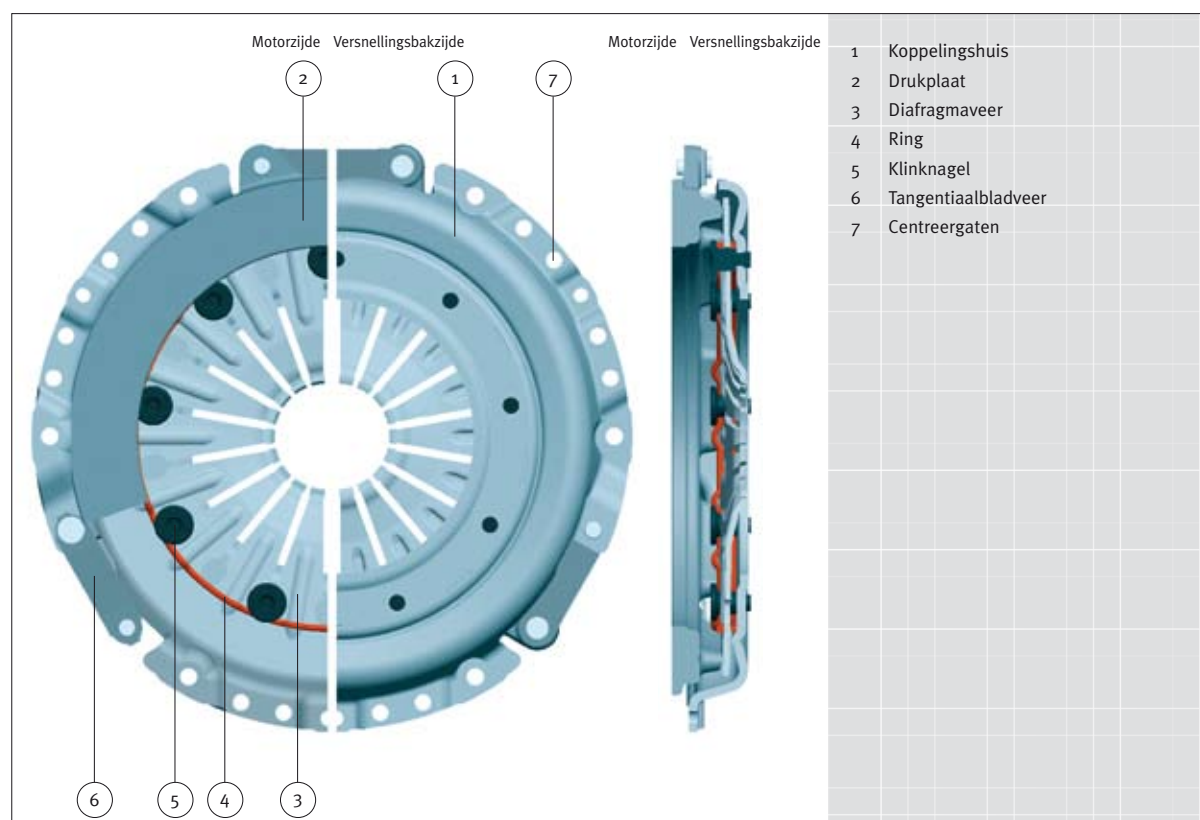


Fig. 3.8: Drukgroep

Figuur 3.8 laat een diafragmakoppeling in standaarduitvoering zien. Het koppelingshuis omsluit de diafragmaveer (3) in zijn geheel. De drukplaat (2) is met het koppelingshuis (1) verbonden via de tangentiaalbladveren. Ze zijn op 3 gegoten nokken van de drukplaat vastgeklonken.

De tangentiaalbladveren vervullen 3 belangrijke functies:

- 1 De drukplaat terugtrekken bij het ontkoppelen.
- 2 Het draaimoment van de motor van het huis op de drukplaat overdragen.
- 3 De drukplaat centreren.

De diafragmaveer is zo tussen drukplaat (2) en koppelingshuis (1) gespannen, dat ze noodzakelijke drukkracht bewerkstelligt die noodzakelijk is om de koppelingsplaat tussen vliegwiel en drukplaat (2) in te klemmen. Ze zet zich daarbij af tegen een ribbel in het koppelingshuis (1) en een ring (4). Aan de buitenzijde ligt ze op de drukplaat (2).

Als het koppelingspedaal wordt ingetrapt, drukt het druklager tegen de diafragmatongen (3). De drukplaat (2) trekt zich terug met behulp van de tangentiaalveren en de koppelingsplaat wordt vrijgegeven.

Het koppelingshuis (1) dient als draager voor de diafragmaveer (3), die via klinknagels of ringen op het koppelingshuis rust. De diafragmaveer drukt de drukplaat (2) tegen de koppelingsvoering. Tangentiaalbladveren (6) vormen samen een verticaal meebewegende verbinding tussen koppelingshuis en drukplaat.

De balansboring wordt ter vereffening van mogelijke onbalans van de drukplaat voorzien. Centreergaten (7) zijn aangebracht om nauwkeurige montage van het koppelingshuis op het vliegwiel mogelijk te maken.

3.2.2 | Diafragmaveer

Het centrale bestanddeel van alle constructies is de diafragmaveer. Zij is duidelijk vlakker en eenvoudiger dan schroefveren. Belangrijk is de grafiek van de diafragmaveer, die zich duidelijk van de lineaire grafiek van een vingerdruk-groep onderscheidt.

Via verschillende combinaties van buiten- en binnendiameter van de diafragmaveer, dikte, plaatsingshoek en hardheid van het materiaal laat zich een grafiekverloop afleiden, zoals in figuur 3.9 door de doorgetrokken curve is weergegeven (linkerdiagram).

Terwijl de gerealiseerde drukkracht bij een vingerdrukgroep door slijtage (afnemende dikte van de voering) lineair afneemt, neemt ze bij een diafragmakoppeling eerst toe om vervolgens ook af te nemen.

De combinatie is zo gekozen dat de koppeling al begint te slippen nog voor het dunste gedeelte van de voering is bereikt. Hierdoor kan er tijdig op vervanging attent gemaakt worden. Op deze manier kan verdere schade worden voorkomen, zoals de klinknagels van de voering die gaan invreten in het vliegwiel. Verder is de benodigde pedaalkracht geringer dan bij de vingerdrukgroep.

3.2.3 | Koppelingskarakteristieken en krachtdiagrammen

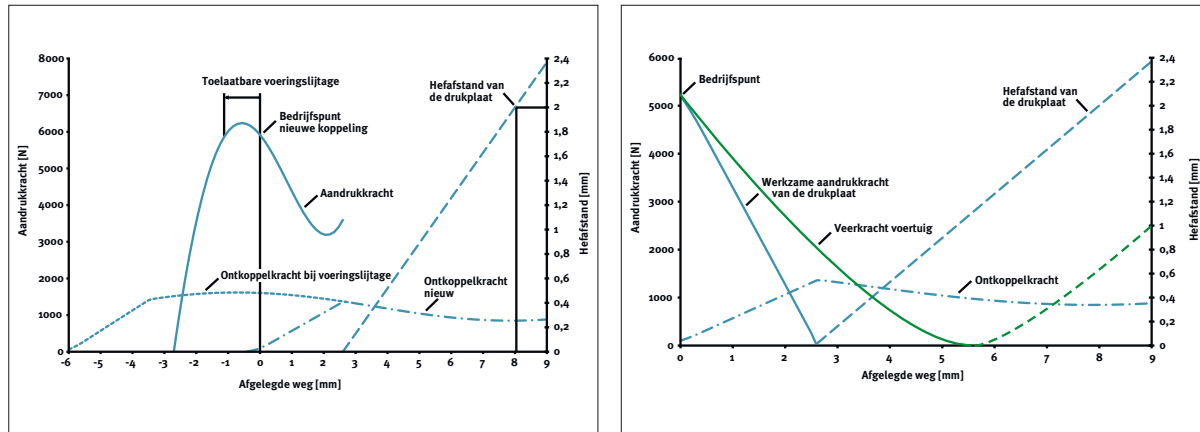


Fig. 3.9: Krachtdiagrammen

In de figuur 3.9 zijn als voorbeeld enkele koppelingskarakteristieken en krachtdiagrammen afgebeeld.

Verticaal is telkens de druk of krachtwaarde weergegeven en horizontaal de ontkoppelafstand. In het linker diagram zien we de afstand die het druklager aflegt en op het rechterdiagram de hefstand van de drukplaat.

Het linkerdiagram toont met de doorgetrokken lijn het verloop van de aandrukkraft in verhouding tot de ontkoppelafstand.

Bij een nieuw gemonteerde koppelingsplaat is de positie van maximale veerkracht van de diafragmaveer overwonnen (bedrijfspunt nieuwe koppeling).

Met het slijten van de voering stijgt de aandrukkraft van de diafragmaveer tot aan het krachtmaximum om dan weer te zakken tot aan de nieuwe waarde, tot aan de toelaatbare slijtage van de voering.

De dikte van de koppelingsplaat neemt tijdens de levensduur circa 1,5 tot 2 mm af.

De aandrukkraften zijn zo berekend dat de koppeling begint te slippen net voordat de klinknagels van de voering in de drukplaat of in het vliegwiel beginnen te schuren en daarbij extra schade veroorzaken.

De stippellijn toont het verloop van de ontkoppelkracht, m.a.w. de kracht nodig voor het bedienen van de koppeling in nieuwstand en, gestippeld, na slijtage van de voering. Dan loopt de aandrukkraft op tot het bedrijfspunt bereikt wordt om vervolgens weer langzaam af te nemen.

De curve voor de ontkoppelkracht bij slijtage van de voering wordt naar links getrokken, ter verduidelijking van de verhouding tussen aandrukkraft en ontkoppelkracht.

De hogere aandrukkraften in het bedrijfspunt bij slijtende voeringen staan tegenover hogere ontkoppelkrachten.

De gestreepte lijn toont het verloop van de hefstand van de drukplaat t.o.v. de afgelegde weg van het druklager. Hier wordt de hevelomzetting in de koppeling duidelijk: 8 mm beweging van het druklager komt neer op een hefstand van de drukplaat van 2 mm, dus een verhouding van 4:1. Deze verhouding loopt analoog aan de voor boven aangevoerde druk- en ontkoppelkracht.

Bij het rechtse diagram zijn de metingen aan koppelingen zonder en met inachtneming van de vering van de voering van de koppelingsplaat tegenover elkaar geplaatst.

Al eerder werden de voordelen van de vering van de voering genoemd, zoals een soepeler aangrijpen en een gunstiger slijtagepatroon.

Zonder vering neemt de werkzame aandrukkraft (doorgetrokken lijn) bij het ontkoppelen lineair en relatief snel af. Omgekeerd neemt deze kracht bij het koppelen precies zo steil en plotseling toe.

Maar in het groen is te zien dat de ter beschikking staande ontkoppelweg, waarover de aandrukkraft afneemt, dubbel zo groot is.

Omgekeerd stijgt bij het koppelen de aandrukkraft langzaam in een curve, waarbij eerst de vering van de voering samengedrukt moet worden. Door de geleidelijke daling/stijging van de aandrukkraftcurve (doorgetrokken lijn) wordt ook de uitgedrukte kracht op de benodigde ontkoppelkracht afgebouwd. Zolang de drukplaat nog tegen de koppelingsplaat drukt, komen de aandrukkraft en de veerkracht van de voering met elkaar overeen.

3.2.4 | Constructietypes

In de automobiellindustrie worden tegenwoordig bijna uitsluitend diafragmadrukgroepen gebruikt. De vroeger veel voorkomende schroefdrukgroepen zijn op grond van een reeks nadelen praktisch volledig verdwenen. Vooral de beduidend grotere inbouwruimte en het grote gewicht worden als zeer nadelig ervaren.

De belangrijkste voordelen van de diafragmadrukgroep tegenover de schroefdrukgroep zijn:

- ▶ Ongevoelig voor hoge toerentallen.
- ▶ Ondanks een kleine bouwhoogte bereikt men hoge aandrukkrachten bij lage ontkoppelkrachten.
- ▶ De diafragmatongen nemen tegelijkertijd de functie van de ontkoppelingshefboom over.
- ▶ Minder slijtagegevoelige onderdelen.

Voor de bestuurder van het voertuig is het duidelijk merkbaar dat bij een lagere ontkoppelkracht slechts geringe pedaalkracht hoeft te worden gebruikt.

Men onderscheidt twee soorten koppelingen, deze verschillen van elkaar in opbouw en bedieningswijze:

3.2.4.1 | De getrokken diafragmakoppelingen

Het druklager wordt geleid door een bus (6) die zich in de diafragmaveer bevindt en geblokkeerd met een automatische clips. Wanneer men aan het druklager trekt, trekt men de gele bus alsook de diafragmaveer naar achteren en komt de koppeling vrij.

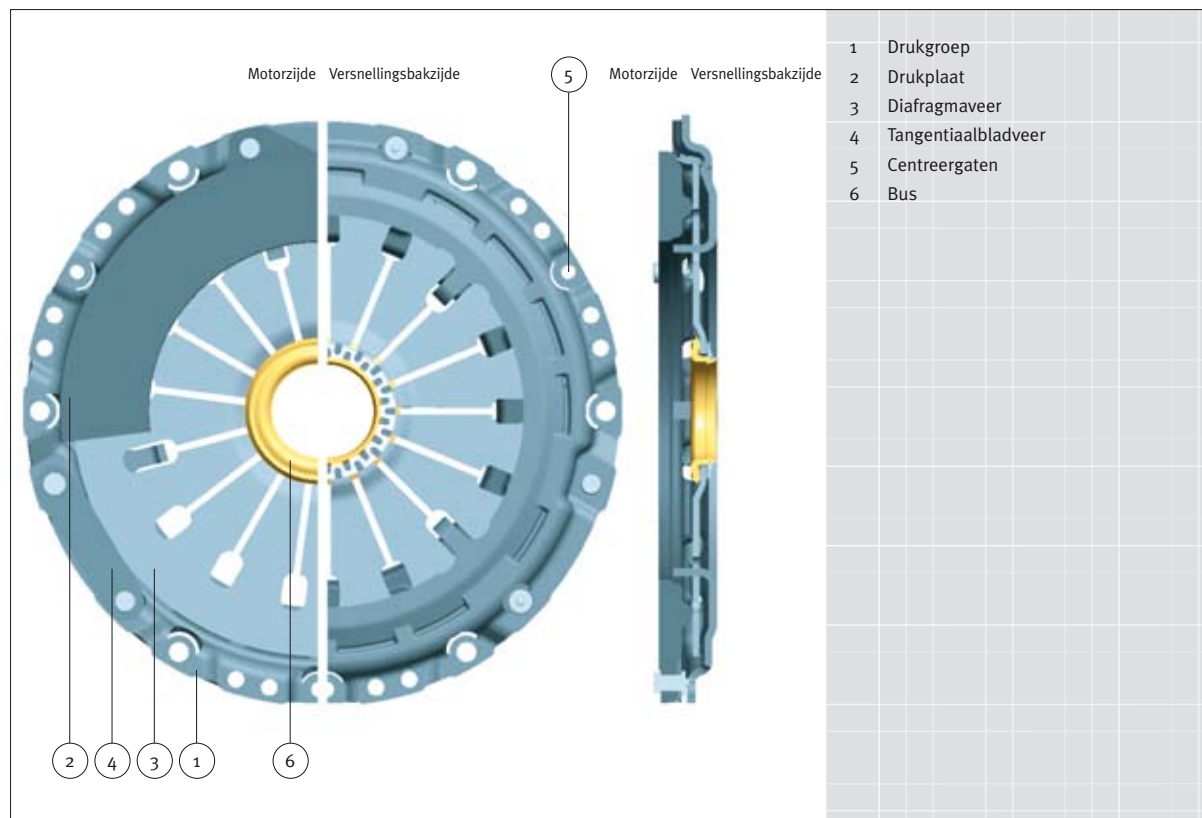


Fig. 3.10: Een getrokken koppeling

Links in figuur 3.11 een kenmerkende koppeling van de Volkswagen Golf.

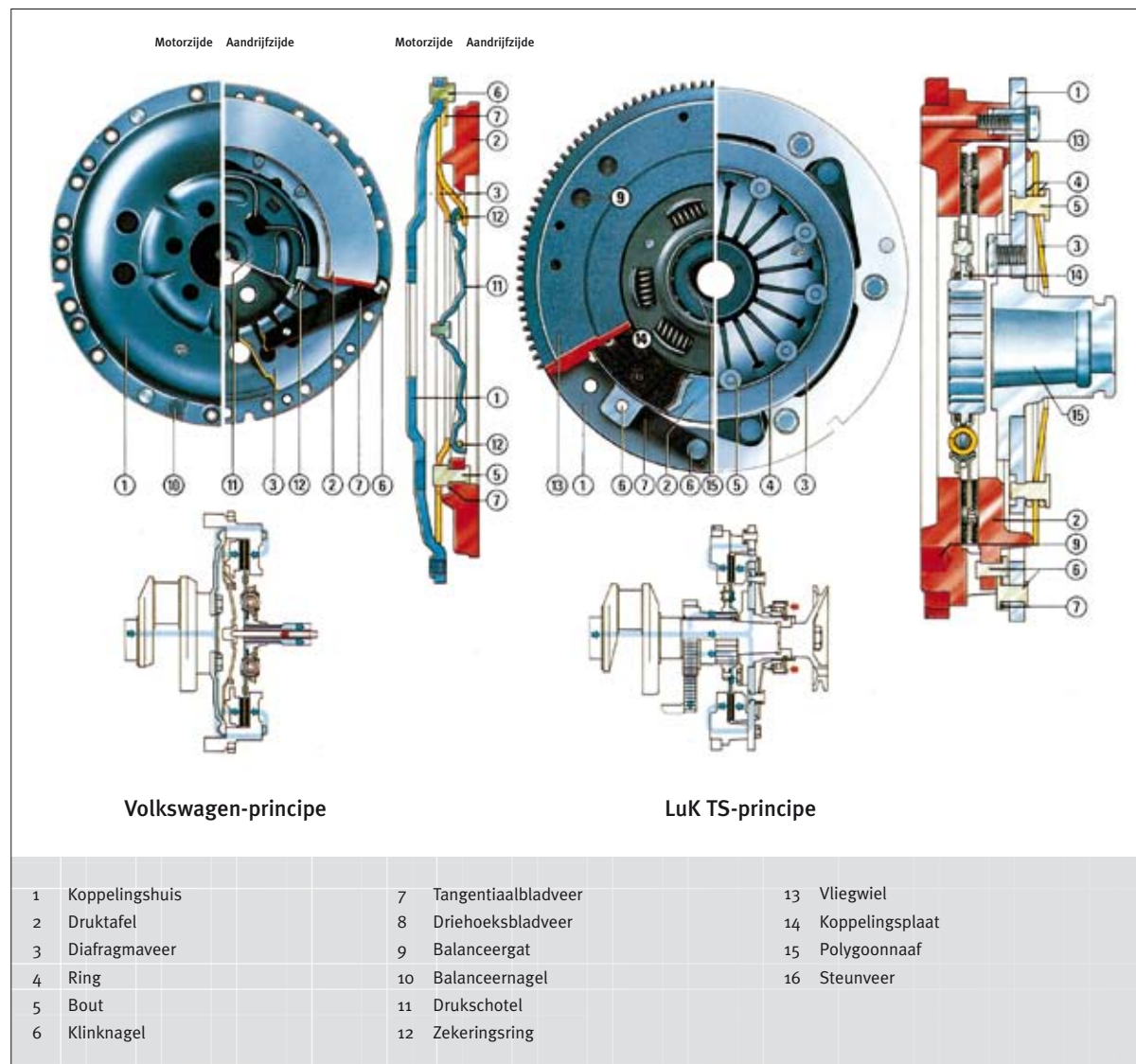


Fig. 3.11: Inbouwschema

Het koppelingshuis (1) wordt vast gebouwd aan de krukas en het vliegwiel, en vervolgens aan de kap van de drukgroep. De diafragmaveer (3) steunt op deze kap en drukt de drukplaat (2) door haar veerkracht tegen de koppelingsplaat. Steunring en dekselribbel ontbreken. De koppelingsplaat wordt tussen het vliegwiel (13) en de drukplaat vastgeklemd en kan daardoor het draaimoment van de motor via de naaf op de ingangsas van de versnellingsbak overdragen. Om de verbinding te verbreken, moet de diafragmaveer (3) van de drukplaat (2) weggetrokken worden.

Omdat de koppeling als het ware ‘verkeerd om’ is gebouwd, kan hier ook de diafragmaveer – via de drukschotel (11) - ‘gedrukt’ worden.

In principe gaat het bij deze koppeling echter om het trekken in de richting van de krukas. De druk wordt opgebouwd door een drukstift, die in de holle versnellingsbak-ingangsas axiaal bewegend is aangebracht.

3.2.4.2 | De gedrukte diafragmakoppelingen

Diafragmakoppeling LuK TS

Rechts op figuur 3.11 een LuK TS gedrukte koppeling. De bijzonderheid van deze koppeling is de hoge integratie van de koppeling en het vliegwiel. De polygoonnaaf (15) van de koppeling is samen met de poelie van de V-snaar gemonteerd op de van een tegenovergesteld profiel voorziene krukas.

De kracht gaat door het koppelingshuis (1) naar het daarop vast gemonteerd vliegwiel. De drukplaat (2) zit tussen het koppelingshuis (1) en de koppelingsplaat (14). Die is met behulp van de tangentialbladveren (7) met het koppelingshuis verbonden.

De nokken van de drukplaat (2) steken door de openingen van het koppelingshuis (1). Op deze nokken stut zich de buitenliggende diafragmaveer, die d.m.v. bouten (5) en draadringen (4) aan het huis beweeglijk verbonden is.

Het druklager is op de cilindrische buitendiameter van de polygoonnaaf verschuifbaar aangebracht. Het draaimoment wordt via de koppelingsplaat (14) op de versnellingsbakas overgebracht, die hol is en op de krukasstomp tussen motor en koppeling zit. De versnellingsbak kan daardoor in de carterpan van de motor worden geïntegreerd.

Diafragmakoppeling met veerschommels

Eén van de modernste uitvoeringen is de diafragmakoppeling met de zogenaamde “veerschommels”. Deze sleutelgat-vormige sleuven zijn zo ontworpen dat ze de bouten (5) naar buiten trekken. Dit heeft tot gevolg dat de diafragmaveer (3) te allen tijde spelingsvrij blijft functioneren, ook bij slijtage in de diafragmaveerlagering.

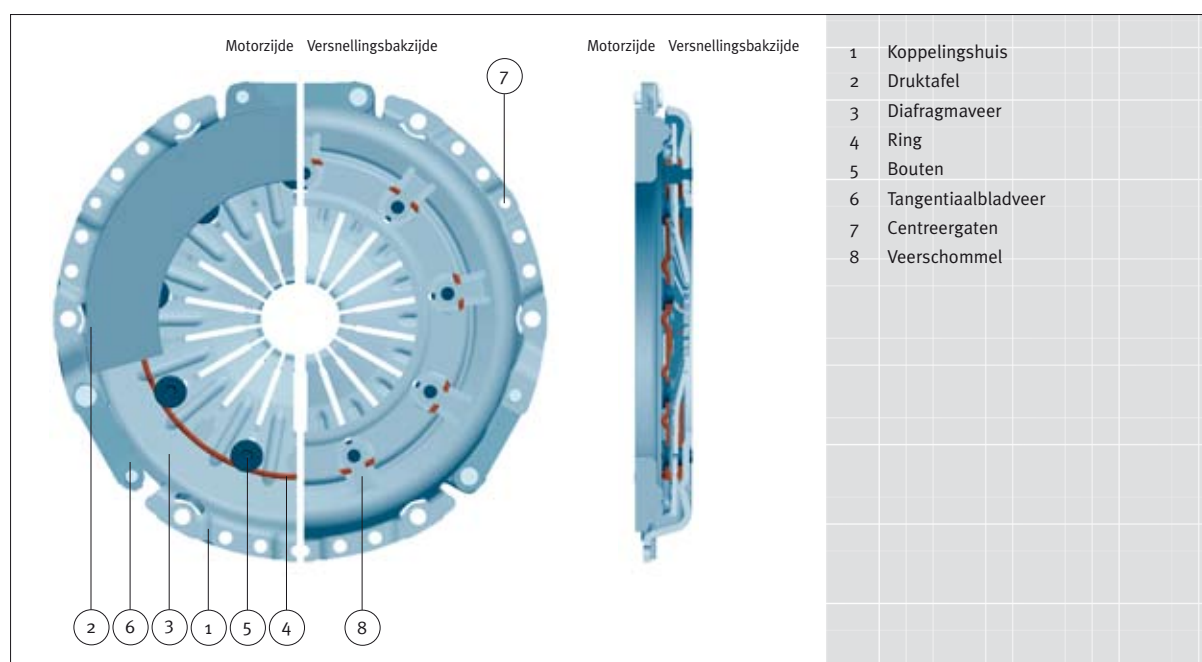


Fig. 3.12: Diafragmakoppeling met veerschommels

Diafragmakoppeling met steunveer

Een speciale uitvoering is de diafragmakoppeling met steunveer. De kantelringen zijn hier vervangen door enerzijds een rand aan het koppelingshuis en anderzijds een steunveer. Wanneer er slijtage optreedt aan deze rand, zal de steunveer steeds de rand naar zich toe trekken waardoor we als het ware een automatische slijtagenastelling hebben. Voor het overige onderscheidt dit onderwerp zich niet van de in de figuur genoemde ontwerpen.

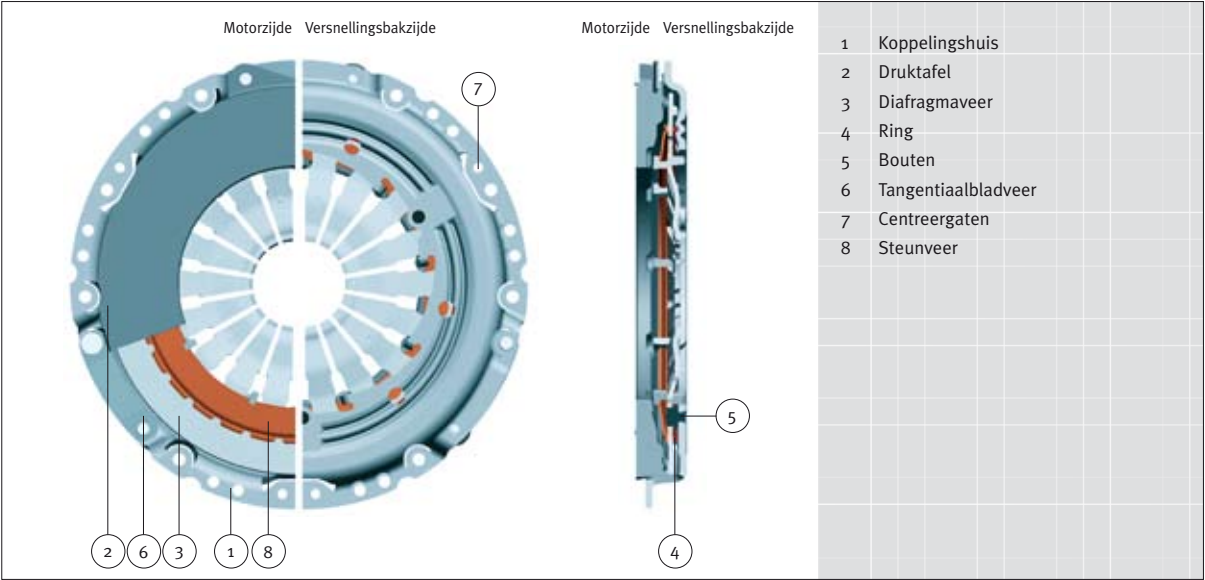


Fig. 3.13: Diafragmakoppeling met steunveer

Diafragmakoppeling zonder klinknagels

Bij de diafragmakoppeling zonder klinknagels gebeurt de ondersteuning van het diafragma door een ring. Deze ring wordt op zijn plaats gehouden door schommels, die behoren tot het koppelingshuis. Zoals bij de diafragmakoppeling met veerschommels worden de schommels voorgespannen zodat ook hier de slijtage van de lagering gecompenseerd wordt. Een spelingsloze lagering heeft een positief effect op de levensduur van de koppeling.

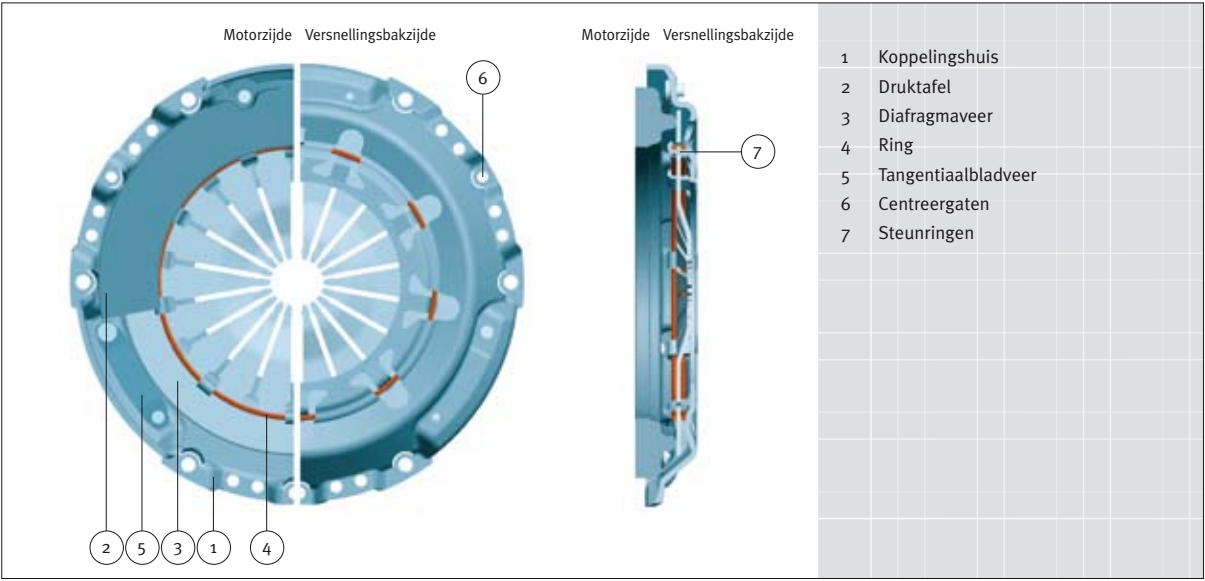


Fig. 3.14: Diafragmakoppeling zonder klinknagels

SAC-koppeling

Een speciale uitvoering van de gedrukte koppeling, door LuK ontworpen, is de SAC-koppeling. Meer hierover in het hoofdstuk: SAC-koppeling.



3.3 | Druklager

Het druklager is de verbinding tussen de drukgroep aan motorzijde en het bedieningssysteem aan versnellingsbakzijde. In principe bestaat het druklager uit twee hoofdgedeelten. Het eerste gedeelte is de gelagerde (metalen) ring die meedraait met het diafragma. Het tweede gedeelte schuift over de geleidehuls die over de prise-as zit.

De metalen ring loopt mee met het diafragma. Het is belangrijk dat die met dezelfde snelheid als het diafragma draait. Anders ontstaat er wrijving tussen deze twee onderdelen en is de slijtage enorm. Om ervoor te zorgen dat de snelheid van het druklager gelijk blijft aan het diafragma, staat het druklager onder een voorlast van 5 tot 10 kilo. Dit wil zeggen dat het druklager permanent met 5 tot 10 kilo tegen het diafragma drukt. Deze voorspanning wordt vaak door het bedieningssysteem opgebracht.

Het tweede gedeelte is vaak in kunststof uitgevoerd en schuift over de prise-as. Tegenwoordig is het binnen gedeelte vaak zelf centreren, om een zo goed mogelijk gecentreerde positie van het druklager ten opzichte van het diafragma te verkrijgen.



Fig. 3.16: Hoekcontactlager



Fig. 3.15: Druklager

Om de bedieningskracht over te dragen, zit er een lager in het druklager. Bij nieuwe systemen wordt meestal een hoekcontactlager gebruikt. Deze lagers kunnen een hoge axiale kracht overbrengen en ook bij hogere bedrijfstemperaturen (150 °C) ingezet worden.

Het druklager wordt bediend door een gaffel, die op verschillende manieren ontworpen kan zijn. Zo kan ook de bevestiging aan het druklager verschillen. Bij een getrokken koppeling zit deze vaak vast met een borgring. Vast staat dat, als er een vlak afrolvlak op het druklager zit, de gaffel ronde afrolvlakken heeft.

Door de stijgende bedieningskrachten en de vraag naar ruimtebesparing is het hydraulische druklager uitgevonden.

Druk-lagers hoeven niet te worden gesmeerd, en gaan even lang mee als een koppeling.

