

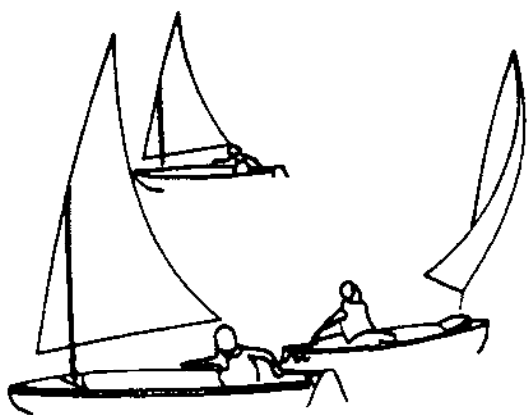
**VADEMECCUM
VOOR HET
WATERWERK**



**DEEL 10
MOTORDRIJVER - 1978**

In deze reeks van het *Blauwe Vademecum* verschijnen de volgende deeltjes:

- 1 Handboek voor de leiding
- 2 Het water op
- 3 Werfbaas
- 4 Seinen
- 5 Spelen op en rond het water
- 6 De Juniorvlet
- 7 Leidraad voor Zeeverkenners
- 8 De Lelievlet
- 9 Zeilwedstrijdreglement
- 10 Motordrijver
- 11 Varen met M3 schepen



1.1. Voorwoord

Motordrijvers zijn op motorschepen, langer dan 10 meter noodzakelijk. De motorschepen die in het spel van verkennen op en rond het water gebruikt worden, hebben veelal een uitgebreide installatie, waar men voldoende kennis van en ervaring mee dient te hebben om veilig en verantwoord te varen.

Nu is het zo dat "kennis" meestal niet komt aanwaaien, zodat er voor gestudeerd moet worden. Het cursusboek Motordrijver wil hierbij een handreiking zijn. Lang niet alles is behandeld, dat kan ook niet: dan zou het boek uitgroeien tot vele delen. Naast dit boek waar veel onderwerpen beknopt in worden behandeld, zijn er in de bibliotheek vele delen te vinden welke voor de geïnteresseerden een aanvulling kunnen vormen.

Met "ervaring" ligt het moeilijker. Sommigen zeggen ervaring is "de som van alle fouten". Hiermee probeert men dan te zeggen dat je moet profiteren van de ervaringen van anderen. Daarnaast moet je het gewoon zelf doen, je er voor interesseren en hopelijk niet te veel missers maken.

Hopelijk draagt dit boek bij tot een goed en veilig functioneren van het Spel van Verkennen op en rond het water.

Henk Bos,
Nautisch Technische Commissie

3e druk
september 1978.

Opmerking

De teksten moeten gezien worden vanuit de tijd dat ze geschreven zijn met een oude Adler typemachine, karbonpapier en trekpenen met oostindische inkt.

Uit historisch perspectief zijn de teksten interessant daar ook de oude motoren beschreven zijn.

1.2. INHOUD	Pagina
1.1. voorwoord	1
1.2. Inhoud	2
1.3. Eisen voor het Certificaat	4
1.4. Toelichting	5
1.5. Motordrijver en motoren	8
2. motoren	9
2.1. Inleiding	9
2.2. Indeling der motoren	11
2.3. Het arbeidsproces	16
2.4. De benzinemotor	21
2.5. De gasmotor	26
2.6. De oliemotor	27
3. installatie van de motor	46
3.1. Inleiding	46
3.2. Stuwkracht	46
3.3. Motorvermogen	46
3.4. Motorkoppel	47
3.5. Rolas of rolcentrum	48
3.6. Richtlijnen voor het bepalen van de voortstuwing	48
3.7. Het verband tussen motorvermogen, snelheid en brandstofverbruik	50
3.8. Bepaling schroef en schroefas diameter	52
3.9. Berekening stuwlager	54
4. de werkzaamheden van de motordrijver	56
4.1. Doelmatig onderhoud verrichten en eenvoudige storingen verhelpen	56
4.2. Onderhoud van de kleppen	57
4.3. Slijtage van de ketting	58
4.4. Kleppen schuren	60
4.5. Rokende dieselmotoren	60
4.6. Storingen benzinemotor	62
4.7. Storingen dieselmotor	66
4.8. Bediening en onderhoud	68
4.9. Controles tijdens de vaart	69
4.10. Startlijst hoofdmotor	70
4.11. Winterberging van de dieselmotor	72
5. verschillende onderdelen	73
5.1. Omkeerinrichtingen	73
5.2. Reducties	77
5.3. Koppelingen	79
5.4. Pakkingbussen	97
5.5. Uitlaat	101
5.6. Motorkoeling	103
5.7. Leidingen en afsluiters	107
5.8. Centrifugaalpomp	114

6. elektriciteit	122
6.1. Inleiding	122
6.2. De invloed van elektrische stroom op het menselijk lichaam	122
6.3. Brandgevaar door elektriciteit	123
6.4. Aardlekschakelaars	124
6.5. Installatietekening	128
6.6. Richtlijnen voor een veilige installatie	129
6.7. Accu	131
6.8. Stroom- en spanningsregelaar	141
6.9. Walaansluiting	145
7. olie gestookte kachels in wachtschepen	146
8. gas aan boord	148
9. Veiligheid	158
9.1. Aan boord van een wachtschip	158
9.2. Veiligheid in de machinekamer	159
9.3. Veiligheid bij het lassen	160
9.4. Brandbestrijding	163

BIJLAGEN

Scheepsbouwkundige eisen (<i>niet opgenomen daar ze verouderd zijn</i>)	169
---	-----

De volgende onderwerpen worden niet in dit boekje behandeld, maar de kennis daarvan is voor de motordrijver wel noodzakelijk.

o Bij installatie van de motoren: het vliegwiel

o Bij omkeerinrichtingen: planetaire tandwielstelsels

o Schroef en schroefassysteem

o Smering. Shell Nederland Verkoopmaatschappij B.V., Postbus 1414, Rotterdam, heeft over dit onderwerp een uitgave: "Van stuur tot schroef", welke voor de motordrijver geschikt is.

o Bij pompen: zuigerpomp, plunjerpomp, membraam, schotten, tandwiel, vleugel, wormpomp.

o Bij benzinemotoren: de ontstekingsinstallatie.

1.3. EISEN VOOR HET CERTIFICAAT MOTORDRIJVER

1. Indeling van de motorkamer van het eigen schip kennen
2. Orde en netheid in de machinekamer weten te bewaren
3. De juiste bediening kunnen toepassen, de werking kennen en het onderhoud kunnen uitvoeren van alle motoren en hulpwerktuigen inclusief schroefasleiding voor zover aan boord aanwezig.
4. Weten met welke smeermiddelen de gehele technische installatie te smeren en hoe
5. De werking kennen van het koelsysteem
6. De soorten pompen en de werking kennen
7. Weten hoe de stuurinrichting werkt en hoe de eventuele noodstuurinrichting moet worden aangebracht
8. Kennis hebben van de elektrische installatie voor zover aan boord aanwezig.
9. Storingen van welke aard ook weten op te sporen en indien mogelijk te verhelpen
10. Weten, hoe het winteronderhoud van de gehele technische installatie moet worden uitgevoerd
11. Begrip hebben voor het verband tussen navigatie- en machine technische problemen
12. Weten hoe brand moet worden voorkomen. Weten hoe te handelen bij brand en met welke middelen deze te bestrijden is.
13. Het aanwezige gereedschap kunnen gebruiken, beheren en onderhouden
14. Blijk hebben gegeven de verantwoording voor de gehele technische installatie en personen aanwezig in de machinekamer te kunnen dragen
15. Instructies en tekeningen van technische installatie kunnen lezen en hanteren

1.4. TOELICHTING OP DE EISEN VOOR HET CERTIFICAAT MOTORDRIJVER

1. Indeling van de motorkamer van het eigen schip kennen.

Denk daarbij aan de boordafsluiters, wierbakken, reserve onderdelen, gereedschappen, brandbestrijdingsmiddelen, ingang(en), vluchtwegen

2. Orde en netheid in de machinekamer weten te bewaren.

Inzien van de noodzaak materialen en gereedschappen op een vaste plaats te bergen omdat, bij evt. calamiteiten feilloos de benodigdheden gevonden kunnen worden. Inzien dat netheid de basis vormt van veilig en bedrijfszeker werken.

3. De juiste bediening kunnen toepassen, de werking kennen en het onderhoud kunnen uitvoeren van alle motoren en hulpwerktuigen incl. de schroefleiding voor zover aan boord aanwezig.

* De motoren op de juiste manier kunnen starten, schakelen en stoppen, e.e.a. volgens instructieboek fabrikant.

* De werking kennen en kunnen verklaren met het benoemen van de onderdelen van de machines.

* Doelmatig onderhoud kunnen verrichten.

* Evt. aanwezige ankerlieren, zwaardlieren, vallieren, laadbomen, hijswerktuigen en takels kunnen bedienen, verklaren, onderhouden en beoordelen op veiligheid.

4 Weten met welke smeermiddelen de gehele technische installatie te smeren en hoe.

* Van alle machines de smeerschema's kennen.

* Alle smeernippels kunnen aanwijzen en weten waarmee te smeren

* Enige kennis hebben over vaste smeermiddelen (grafiet, talk, molybdeen-en tungstensulfiden), vetten (calcium, natrium, aluminium en lithium) en smeeroliën (verschil gedoopte en ongedoopte), weten wat onder viscositeit wordt verstaan.

* Onderscheid kunnen maken tussen huisbrandolie - gasolie petroleum -benzine.en super-benzine.

5 De werking kennen van het koelsysteem

* Luchtkoeling - open en gesloten koeling kunnen verklaren

* De werking kennen van de thermostaat, koelwaterpomp(en), wierbakken en warmtewisselaars.

* In staat zijn een noodkoeling aan te leggen.

6. De soorten pompen en de werking kennen.

De soorten pompen: zuiger plunger - membraam - schotten - tandwiel'-vleugelworm - centrifugaal kennen en kunnen verklaren.

7. Weten hoe de stuurinrichting werkt en hoe de evt. noodstuurinrichting moet worden aangebracht.

Ook weten waar de onderdelen van de noodstuurinrichting zich bevinden.

8. Kennis hebben van de elektrische installatie voor zover aan boord aanwezig.

- * Ontstekingsinstallaties van motoren
- * Accubatterijen - werking - lading - onderhoud
- * De dynamo met regelaar
- * Verbruikers van elektrische energie
- * De bedrading en beveiligingen (zekeringen)
- * Kennen van de veiligheidsvoorschriften.

9. Storingen van welke aard ook weten op te sporen en indien mogelijk verhelpen.

- * Storingen en afwijkingen van het normale beeld kunnen constateren b.v. onregelmatig lopen - roeten - tikken van kleppen enz.
 - * De afwijkingen onder woorden kunnen brengen voor het doorgeven aan de monteur
 - * Eenvoudige storingen kunnen verhelpen zoals lucht in brandstofsysteem
10. Weten hoe het winteronderhoud van de gehele technische installatie moet worden uitgevoerd.
- * Weten hoe de machines behandeld moeten worden met conserveringsmiddelen
 - * Koelwatersystemen af kunnen tappen
 - * Het inspuitsysteem van een dieselmotor kunnen voorzien van wintergasolie (preservering).
 - * Bij benzinemotoren brandstofsysteem af kunnen tappen i.v.m. gomvorming

11. Begrip hebben voor het verband tussen navigatie- en machine technische problemen.

- * Bij storingen tijdig de schipper waarschuwen, zodat deze de vaarroute kan verlaten en smeren of voor anker gaan.
- * Nooit zonder voorkennis van de schipper aan de machine gaan werken.
- * Blokkeer tijdens de werkzaamheden altijd de startinrichting.

12 Weten hoe brand moet worden voorkomen. Weten hoe te handelen bij brand en met welke middelen deze te bestrijden.

- * De grondslagen van het brandblussen kennen
- * De brandklassen kunnen onderscheiden
- * De brandgevaarlijke plaatsen, materialen en installaties kennen
- * Weten welke blusmiddelen op welke branden toe te passen
- * Weten hoe een beginnende brand te blussen
- * De vaste plaatsen van het blusmateriaal (blussers, dekens, pompen, slangen, emmers, kranen enz.) kennen
- * Weten hoe en waar een brand gemeld moet worden.

13. Het aanwezige gereedschap kunnen gebruiken, beheren en onderhouden

- * Algemene richtlijnen betreffende de veiligheid van wachtschepen
 - * De veiligheidsregels kennen, algemeen en handgereedschap
- Indien aanwezig de veiligheidsregels kennen van
- * Hijsgereedschap
 - * Lasapparatuur elektrisch
 - * Las- en snijapparatuur autogeen
 - * Slijppapparatuur
 - * Ladders

14. Blijk hebben gegeven de verantwoording voor de gehele technische installatie en personen aanwezig in de machinekamer, te kunnen dragen.

Beseffen dat een machinekamer een zeer gevaarlijke ruimte is met de volgende gevaren:

- mechanisch toegebrachte verwondingen door draaiende machinedelen;
- verbranding door hete machinedelen
- brandgevaar: door aanwezigheid brandstoffen
- beschadiging van het gehoor door het lawaai

Het weten van personen die niet met bovenstaande gevaren en de machinekamer bekend zijn

Het gebruiken van doelmatige beschermingsmiddelen.

Het naleven van een rookverbod

Het doorvoeren van de veiligheid in de machinekamer in de vorm van:

- * afscherming van draaiende delen
- * isoleren of afschermen van hete delen
- * het slipvrij houden van trappen en paden en
- * het aanbrengen van handgrepen en railingen om ook tijdens de vaart te kunnen controleren.

15. Instructies en tekeningen van de technische installatie kunnen lezen en hanteren.

- * Bij elke machine behoort een gebruiksaanwijzing en indien mogelijk een werkplaatshandboek en onderdelenboek
- * Van elke installatie zowel gas als elektriciteit behoort een duidelijke en bijgewerkte installatie tekening te zijn.
- * De motordrijver behoort deze documentatie te kunnen hanteren en de tekeningen te kunnen lezen.

1.5. MOTORDRIJVER EN MOTOREN

Een motor is vaak de aandrijving van een voortstuwingsinstallatie of een werktuig. Het is dan het hart van een installatie. Werkt dit hart niet regelmatig, is het niet in goede conditie, dan kan het werktuig de verlangde prestatie niet volbrengen. Het is dan ook de plicht van de motordrijver er voor te zorgen dat de motor in orde is en in orde blijft.

Meestal waarschuwt de motor zelf als er iets is wat hem niet aanstaat, of iets wat hem verhindert zijn volle arbeidsprestatie te leveren. Nu gaat het er maar om of de motordrijver deze waarschuwingen hoort of ziet en of hij ze inderdaad begrijpt. Dit is alleen dan mogelijk als hij volledig op de hoogte is van de levensvoorwaarden van de motor. Niet alleen eist de motor van ons een behoorlijke behandeling, zoals het op tijd inwendig reinigen van de krukkast (carter), de verbrandingskamer enz. en ook het uitwendig-schoon houden, een goed verzorgde smering, brandstof van goede kwaliteit en zuivere lucht van een voldoende hoeveelheid. Een vervuild en halfverstopt luchtfilter hindert hem erg.

Waarschuwt de motor, dan is de motordrijver verplicht hieraan onmiddellijk gehoor te geven en er zo spoedig mogelijk voor te zorgen, dat de bezwaren die zich voordoen verholpen worden. Een verbrandingsmotor is een zeer ingewikkelde machine. De brandstof moet volledig verbranden en de daardoor ontstane warmte moet worden omgezet in arbeidsvermogen. De constructeur en de fabrikant zorgen ervoor, dat alles volkomen in orde is, maar de motordrijver moet er voor zorgen dat de verbranding en smering in orde blijft. Als b.v. van een dieselmotor de uitlaatgassen zwart zijn is dat een waarschuwing. De motordrijver die z'n vak verstaat weet dat de verbranding niet in orde is. Hij weet ook, als hij deze waarschuwing in de wind slaat, de gevolgen noodlottig kunnen zijn. De motor zal in snel toenemende mate inwendig vervuilen, de zuigerveren gaan vastzitten. De eind-compressiedruk wordt te laag waardoor de verbranding nog ongunstiger wordt; de smeerolie wordt dik en vuil door roet en andere producten, de smeerolie leidingen verstoppen met gevolg uitgelopen lagers enz.

De motor meldde: "Kijk eens even naar mijn verstuiver. Het kan ook zijn dat je teveel van mij verlangt (overbelast) of ik ben veel te koud of ik heb te weinig lucht. Heb je m'n luchtfilter wel op tijd schoongemaakt".

De motordrijver die de waarschuwing niet verstaat kan na korte tijd niet meer met de motor werken.

De benzine motor is zeer gevoelig voor de juiste verhouding van het gasmengsel, d.w.z. de juiste verhouding tussen lucht en benzinedamp. Is de hoeveelheid lucht veel te groot, dan krijgt de motor een te arm mengsel met als gevolg dat de moter gaat waarschuwen door een verminderde arbeidsprestatie en niezen in de carburateur. Wordt er van deze waarschuwing geen notitie genomen dan gaat hij nog detoneren (d.w.z. hij gaat lijden aan klopverbranding), hij wordt abnormaal heet en het gevolg kan, zijn dat de uitlaatkleppen verbranden.

Het is dus gewenst dat de motordrijver deze waarschuwingen leert verstaan en er naar te handelen. Hij moet dus zover op de hoogte zijn met de werkingswijze, de functies van de verschillende onderdelen, het verloop van de verbranding enz., dat hij in staat is, de zich voordoende afwijkingen te beoordelen, en dat hij stelselmatig de oorzaak van de storing kan opsporen en kan verhelpen. Een motordrijver met ambitie zal dus trachten "bij" te blijven en de ontwikkeling van de motor techniek te blijven volgen.

2. MOTOREN

2.1. INLEIDING

We kunnen bij de wijze waarop de verbranding bij calorische werktuigen plaats heeft, 2 hoofdgroepen onderscheiden, nl.

* de verbranding kan buiten de krachtinstallatie plaatsvinden, zoals bij de stoommachine, waarbij de verbranding in de stoomketel plaats vindt en de ontwikkelde warmte door middel van een tussenstof, het medium stoom, naar het eigenlijke krachtwerktuig wordt gevoerd, om daar in arbeid ongezet te worden;

* de verbranding kan binnen de krachtinstallatie plaatsvinden. Deze groep noemt men verbrandingsmachines. In de verbrandingsmachines kan men nog een onderscheid maken tussen zuiger-machines en turbines. In het eerste geval wordt een zuiger door de verbrandingsgassen voortgedreven, in het tweede geval dienen de verbrandingsgassen voor het aandrijven van een turbine. De verbrandingsturbines worden hoofdzakelijk toegepast voor de voortstuwing van vliegtuigen. De verbrandings-zuigermachines worden meestal aangeduid met de naam verbrandingsmotoren of kortweg motoren. Ze hebben een uitgebreid toepassingsgebied gevonden, zowel in het stationaire bedrijf, als scheepsmotor en bij de tractie. Door hun veelvoudige toepassing zijn de verbrandingsmotoren wel de belangrijkste krachtwerktuigen die tot op heden bekend zijn.

De ontwikkeling van de verbrandingsmotoren dateert van omstreeks 1850. In die tijd werden grote hoeveelheden gas, die vrijkwamen bij de ijzerfabricage in de hoogovens, zomaar de lucht in geblazen. Men zocht naar middelen om dit gas, waarvan men wist dat het nog een vrij hoge verbrandingswaarde had, nuttig te gebruiken, maar dat lukte aanvankelijk nog niet zo best. Lenoir bouwde in 1860 een gasmotor waarvan het rendement slechts 4% was. Gedurende de helft van een zuigerslag voerde hij een brandbaar mengsel van gas en lucht in de cilinder, waarna dit mengsel tot ontbranding werd gebracht, De zuiger werd dan door de expanderende (uitzettende) verbrandingsgassen over de helft van de zuigerslag voortgedreven.

Otto verbeterde de gasmotor door over een gehele zuigerslag brandbaar mengsel aan te voeren, het in de daarop volgende zuigerslag samen te persen (te comprimeren) en het daarna tot ontbranding te brengen. Het rendement steeg hierdoor tot ca 12%. Het toepassingsgebied was toen nog beperkt. Alleen bedrijven die in de onmiddellijke nabijheid hoogovengas of lichtgas konden betrekken was het mogelijk de gasmotor als krachtbron te gebruiken. Transport van het gas was praktisch onuitvoerbaar. Dit wordt duidelijk als we bedenken dat 1 liter benzine een even grote verbrandingswaarde heeft als 1,5 m³ hoogovengas. Er zouden enorme tanks nodig zijn om een redelijke hoeveelheid gas te kunnen vervoeren. Voor tractie kwam de gasmotor daarom niet in aanmerking. Men heeft, om de transportmoeilijkheden van het gas te omzeilen, gasgeneratoren gebouwd.

Deze werden op een voertuig naast de gasmotor opgesteld. Hoewel deze opzet slaagde, is de gasgenerator nooit een succes geworden. De reden daarvan is dat juist in de tijd dat men de gasgenerator ontwikkelde, de benzine als geschikte brandstof voor verbrandingsmotoren ontdekt werd. Evenals hoogovengas was benzine in die tijd een afvalproduct, dat bij de verwerking van aardolie tot petroleum en smeerolie ontstond. Om ervan af te komen werd de benzine verbrand! Na de ontdekking van benzine als motorbrandstof stond niets een voorspoedige ontwikkeling van de verbrandingsmotor meer in de weg. Benzinemotoren kunnen in stationaire bedrijven worden toegepast, maar ook voor het voortstuwten van voertuigen, schepen en vliegtuigen.

Robert Diesel ontwierp in 1892 een motor waarin de goedkopere zware oliesoorten gestookt konden worden. Hij meende aanvankelijk dat zijn dieselmotor ook voor het stoken van poederkool geschikt zou zijn, maar de proeven hiermee leverden geen succes op. De ontwikkeling van de verbrandingsmotoren is nog steeds in volle gang. Men streeft ernaar, het brandstofverbruik en het gewicht van de motor per ontwikkelde paardekracht zo laag mogelijk te houden. Fig. 1 geeft een overzicht van de onderverdeling van de calorische werktuigen.

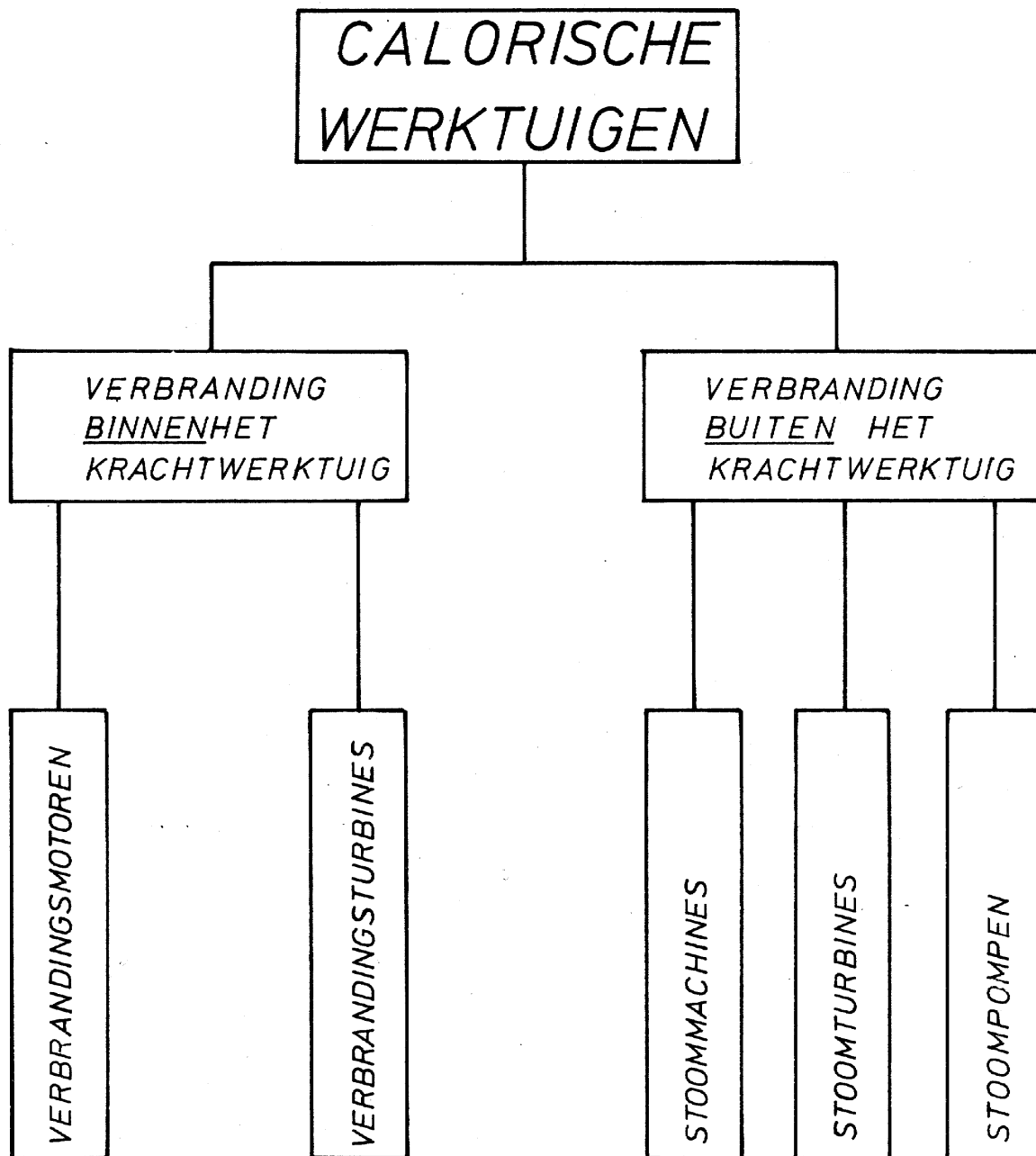


fig. 1

2.2. INDELING DER MOTOREN

De verschillen die tussen de voornaamste motortypen bestaan zijn terug te voeren op:

- * hun geschiktheid voor een bepaalde brandstof
- * de wijze waarop de verbranding plaats heeft
- * de compressiedruk.

Andere verschillen worden veroorzaakt door de werkwijze die voor een bepaalde motor gekozen werd en door bepaalde constructieve eigenaardigheden.

2.2.1. Brandstof.

De brandstoffen die voor verbrandingsmotoren geschikt zijn kunnen in twee hoofdgroepen verdeeld worden:

A. Vluchtige brandstoffen

Aardgas
Hoogovengas
Lichtgas
Benzine
Benzol
Spiritus

B. Minder vluchtige brandstoffen

Petroleum
Gasolie
Dieselolie
Teerolie

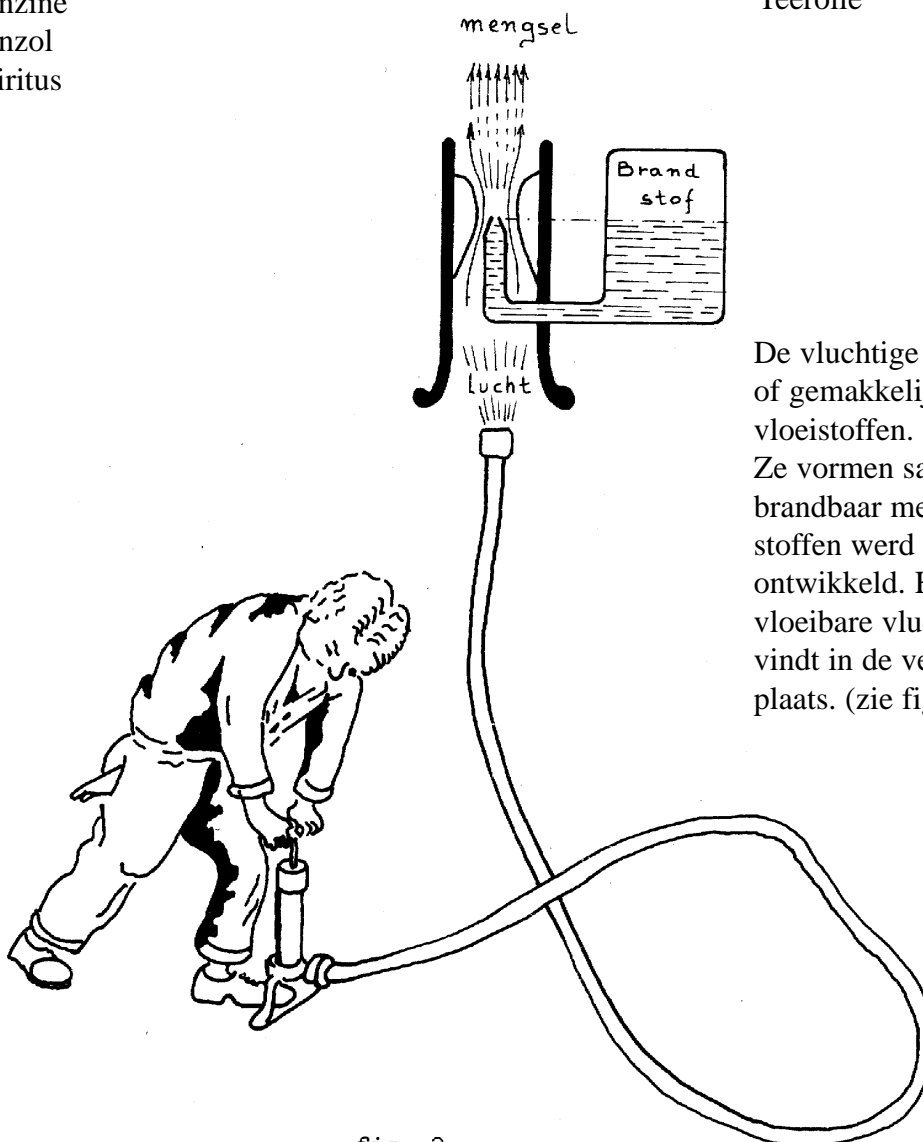


fig. 2

De vluchtige brandstoffen zijn gassen of gemakkelijk te vergassen vloeistoffen.

Ze vormen samen met lucht een brandbaar mengsel. Voor deze brandstoffen werd de mengselmotor ontwikkeld. Het vergassen van de vloeibare vluchtige brandstoffen vindt in de vergasser of carburateur plaats. (zie fig. 2)

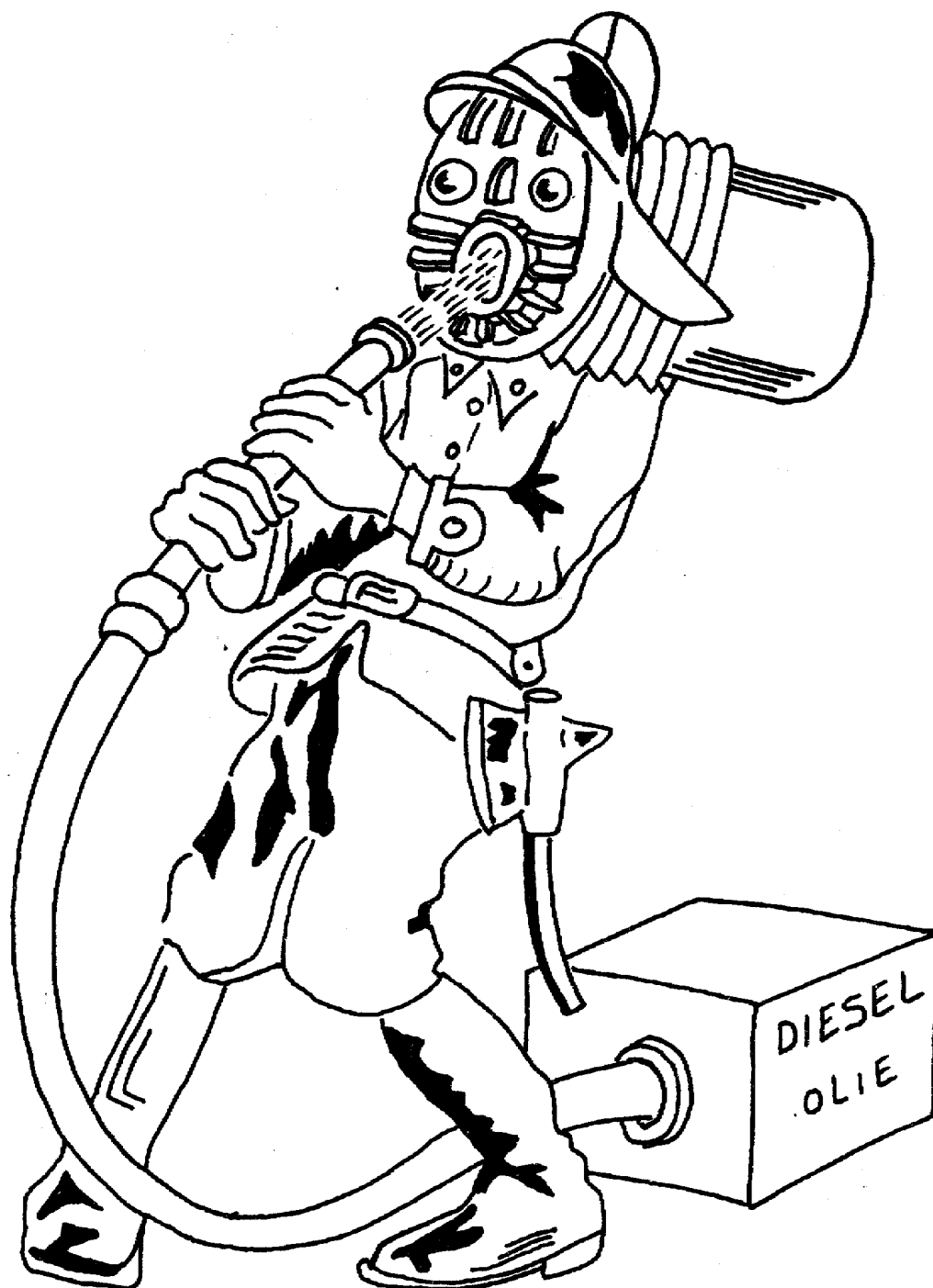
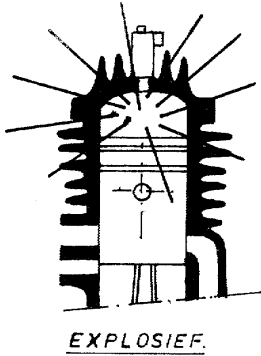


fig. 3

Voor de minder vluchtige brandstoffen werd de inspuitmotor geconstrueerd. In deze motoren wordt, in plaats van een mengsel, alleen lucht gecompriemd. Bij de hoogste compressiedruk wordt de brandstof ingespoten. Tijdens het comprimeren van de lucht is de temperatuur sterk gestegen, waardoor de ingespoten brandstof gemakkelijk vergast en zich innig met de lucht vermengt, voordat de verbranding plaats heeft.

2.2.2. De verbranding.

De verbranding kan op 3 verschillende manieren plaats vinden.

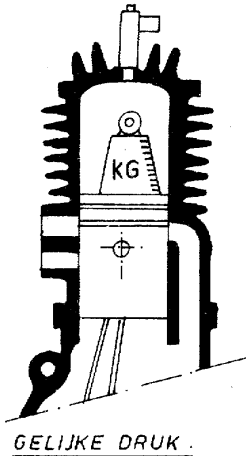


A. Verbranding.

De brandstof verbrand in een zeer korte tijd in een vrijwel gelijk blijvende ruimte. Hierbij heeft dus een sterke drukverhoging plaats. We treffen deze soort verbranding bij alle mengselmotoren aan.

B. Verbranding bij gelijkblijvende druk.

Bij inspuitsmotoren wordt de brandstof gedurende ca 1/10 deel van de zuigerslag ingespoten, vermengt zich met de gecomprimeerde hete lucht en verbrandt. Tijdens de verbranding is het volume groter geworden, omdat de zuiger zich in die tijd verplaatst heeft. Het gevolg hiervan is dat de druk vrijwel constant blijft.



C. Gecombineerde verbranding.

Deze wijze van verbranding, die het midden houdt tussen de explosieve verbranding en de gelijke druk-verbranding treffen we aan bij inspuitsmotoren waarbij de verbranding over een kortere tijd plaats vindt; b.v. 1/15 deel van de zuigerslag. Het eerste deel van de ingespoten brandstof verbrandt vrij plotseling, terwijl de zuiger zich slechts weinig verplaatst. De druk stijgt daardoor sterk. De rest van de brandstof verbrandt bij nu sneller toenemend volume zodat de druk verder constant blijft.

2.2.3. De compressie

We leerden reeds dat Otto het rendement van de gasmotor opvoerde door het gasmengsel voor de verbranding te comprimeren. In het algemeen zal een verhoging van de compressie een verhoging van het rendement ten gevolge hebben. Er zijn twee redenen die een grens stellen aan het opvoeren van de compressie. De belangrijkste hiervan is in de aard van de brandstof gelegen. Hoe sterker namelijk een mengsel of een luchthoeveelheid gecomprimeerd wordt, des te hoger stijgt de temperatuur. Bij vluchtige brandstoffen leidt dit al spoedig tot zelfontbranding, waardoor de druk in de cilinder op een ongewenst ogenblik hoog oploopt en de zuiger kan terugslaan. Het proces is dan niet meer beheerst. Daarom komen voor de vluchtige brandstoffen alleen motoren in aanmerking, die met een lage compressiedruk werken. Ze worden dan ook lagedrukmotoren genoemd.

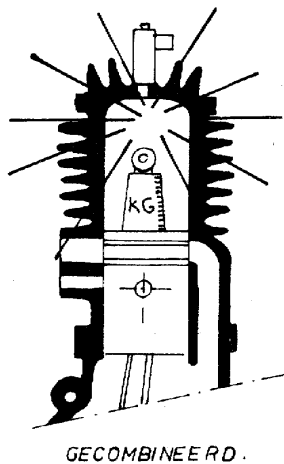


Fig. 4

Bij inspuitsmotoren ligt de zaak heel anders. Hier wordt immers de brandstof pas ingespoten als de compressie voltooid is zodat er geen ontijdige ontsteking te vrezen is. Bovendien ligt voor deze zwaardere brandstoffen de ontvlammings temperatuur hoger. Voor deze motoren is een hoge compressiedruk geen onoverkomelijk bezwaar. De tweede reden is dat de compressie uit economische motieven aan bepaalde grenzen gebonden is. Hoe hoger de compressie opgevoerd wordt, des te sterker zal de motor geconstrueerd moeten zijn. Sterker geconstrueerd betekend zwaarder en dus duurder. Het zal duidelijk zijn dat een zeer kleine verhoging van het rendement niet opweegt tegen een sterke verhoging van de productiekosten.

De compressiedruk voor hogedruk motoren blijkt in het gunstigste geval 30 tot 35 kg/cm² te moeten bedragen. Bij deze hogedruk motoren is de temperatuur na de compressie zo hoog opgelopen, dat de brandstof na het inspuiten onmiddellijk verbrandt.

Een tussenvorm tussen lagedruk en hogedruk-motoren is de middeldruk-motor. Hierbij wordt de compressie opgevoerd tot ca. 20 kg/cm². Bij deze druk is de temperatuur nog niet zo hoog, dat zelfontbranding plaats heeft. Daarom worden middeldruk-motoren van een ontstekingsinrichting voorzien, meestal een gloeiplaat of ontstekingsplaat.

Fig. 5 geeft een schema, waarin het hierboven besprokene overzichtelijk is opgenomen.

B R A N D S T O F			
VLUCHTIG		MINDER VLUCHTIG	
VERBRANDING	EXPLOSIEF	GELIJKE DRUK	GECOMBINEERD
COMPRESSIE	LAGE DRUK	MIDDEL DRUK	HOGEDRUK
	MENGSELMOTOREN	INSPUITMOTOREN OLIEMOTOREN	
BENAMINGEN	LAGEDRUKMOTOR BENZINEMOTOR GASMOTOR BENZOLMOTOR PETROLEUMMOTOR	MIDDELDRUKMOTOR GLOEIKOPMOTOR GLOEIPLAATMOTOR PETROLEUMMOTOR (INSPUIT) DIESELMOTOR MET LUCHTVERSTUIVING	HOGEDRUKMOTOR DIESELMOTOR MET DRUKVERSTUIVER

fig. 5

2.2.4. Tweetakt en viertakt.

Een verbrandingsmotor kan werken volgens het tweetakt of het viertaktprincipe.

Bij elke omwenteling van de krukas gaat de zuiger één maal naar boven en één maal naar beneden. Iedere zuigerslag noemt men een takt. Het tweetaktprincipe is dat bij elke omwenteling, met elk 2 takten (zuigerslagen), van de krukas één werkslag met één verbranding van een hoeveelheid brandstof plaats heeft.

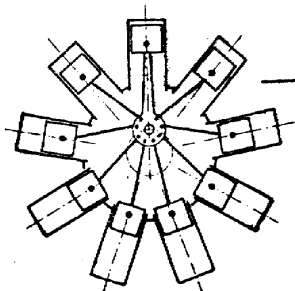
Het viertaktprincipe is dat bij elke twee omwentelingen, met totaal 4 takten (zuigerslagen), van de krukas een werkslag, met een verbranding van een hoeveelheid brandstof plaats heeft.

Door deze verschillende werkwijzen onderscheidt men tweetaktmotoren en viertaktmotoren.

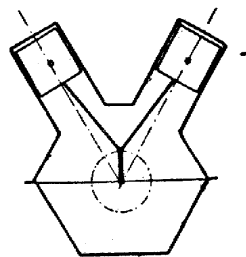
2.2.5. De constructie.

De constructie van de motoren geeft eveneens aanleiding tot verschillende benamingen.

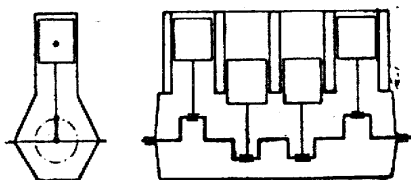
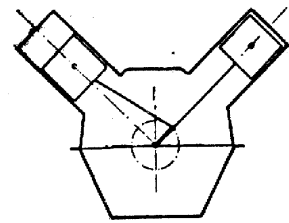
- Vaak wordt het aantal cilinders en de plaatsing van de cilinders als kenmerkende eigenschap van een motor genoemd. Al naar gelang de cilinder horizontaal of verticaal is opgesteld, spreekt men van horizontale- of verticale motoren. Zijn de cilinders in V-vorm opgesteld dan spreekt men van V-motoren. Bij vliegtuigen werden de cilinders wel in de vorm van een ster opgesteld. Deze motoren noemde men stermotoren. Wanneer zich aan weerszijden van de krukas een of meer horizontale cilinders bevinden, waarvan de zuigers op de gemeenschappelijke krukas werken, spreken we van een boks-motor, omdat de zuigers tegen elkaar in "boksen".



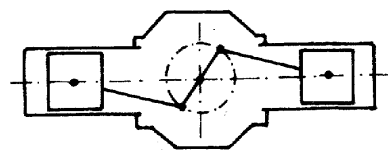
STER MOTOR.



V MOTOREN.



LIJN MOTOR.



BOKSER MOTOR.

fig. 6

Noemen we dan ook nog het aantal cilinders, dan ontstaan benamingen als: 4-cilinder boksmotor, of 8-cilinder verticale dieselmotor. enz.

* Bij enkelwerkende motoren speelt het proces zich aan één zijde van de zuiger af, bij dubbelwerkende motoren aan beide zijden.

* Een dubbele-zuigermotor is een motor waarbij zich in elke cilinder twee zuigers bevinden.

* Bij kleine motoren wordt de zuiger meestal via een drijfstang aan de krukas verbonden. Omdat de zuiger hierbij zijdelings krachten moet opnemen die door de soms schuin staande drijfstang worden uitgeoefend, maakt men de zuiger vrij lang. Op deze wijze is een goede geleiding van de zuiger in de cilinder gewaarborgd. Een dergelijke zuiger noemt men een trunk-zuiger en de motoren waarin een trunkzuiger wordt toegepast noemt men wel trunkmotoren.

Motoren voor grote vermogens worden meestal volgens een ander systeem geconstrueerd. Om de zijdelingse krachten op de zuiger te voorkomen, brengt men een kruishoofd aan. Zuiger en kruishoofd worden door een zuigerstang verbonden. De drijfstang is tussen de krukas en het kruishoofd aangebracht. In verband met de constructie spreekt men wel van kruishoofdmotoren. Dubbelwerkende motoren worden altijd met zuigerstang en kruishoofd uitgevoerd.

2.3. Het arbeidsproces.

Het arbeidsproces zijn de gebeurtenissen die in de cilinder plaats vinden tussen twee opeenvolgende verbrandingen. Omdat het proces steeds herhaald wordt spreekt men ook wel van een arbeidscyclus. Al naar gelang van het aantal zuigerslagen dat nodig is om deze cyclus te volbrengen, spreken we van het tweetakt-proces of wel het viertaktproces.

2.3.1. Het tweetaktproces.

We zagen reeds dat dit arbeidsproces geheel volvoerd wordt in twee zuigerslagen. Fig. 7 laat zien hoe dit in zijn werk gaat. Wanneer we de eerste takt bekijken, zien we dat de zuiger hierbij van de onderste stand naar de bovenste stand gaat. We zeggen meestal: de zuiger gaat van bodem naar top. De kruk van de krukas gaat in deze slag van het onderste dode punt naar het bovenste dode punt. Staat de zuiger in bodemstand, dan kan de lucht of het brandbare mengsel dat zich in de krukkast bevindt, door spoelpoort C in de cilinder stromen. De nog aanwezige afgewerkte gassen worden door uitlaatpoort B uitgedreven. Wanneer de zuiger zover omhoog gekomen is dat hij de spoelpoort afsluit, is de uitlaatpoort nog een weinig geopend en zal een klein deel van de vulling ontwijken. Sluit de zuiger ook de uitlaatpoort af, dan begint de compressie van het gasmengsel of de lucht. Het volume in de cilinder wordt steeds kleiner, de druk wordt steeds hoger. Tevens stijgt de temperatuur. In de krukkast is tijdens het omhoog gaan van de zuiger het volume groter geworden, zodat daar een onderdruk ontstaan is. Wanneer de zuiger de inlaatpoort A vrijgeeft, zal het mengsel of de lucht dan ook met vrij grote snelheid in de krukkast toestromen. Is de zuiger in de bovenste stand gekomen, dan is de eerste takt beëindigd.

Aan het begin van de tweede takt vindt de verbranding plaats. Bij mengselmotoren wordt het gecomprimeerde mengsel door de vonk van een bougie ontstoken (zie fig.7).

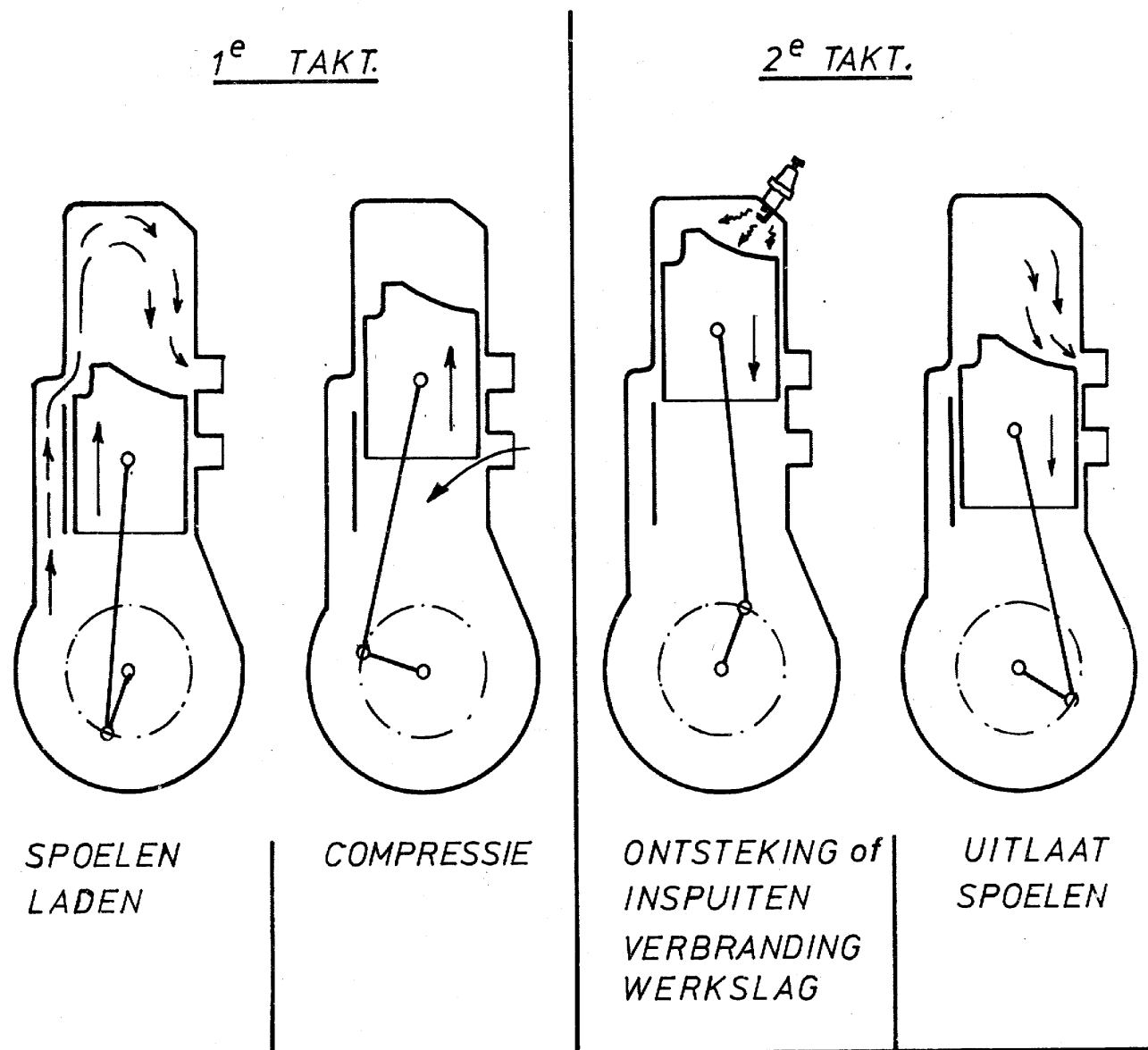


fig. 7

Bij inspuitmotoren wordt aan het begin van de tweede takt de brandstof in fijn verdeelde toestand ingespoten waarna de verbranding vanzelf plaatsvindt door de hoge temperatuur van de samengeperste lucht (bij dieselmotoren) of wel ingeleid wordt door een gloeikop of gloeiplaat (bij gloeikopmotoren). Door de druk van de verbrandingsgassen wordt de zuiger nu met kracht omlaag gedreven. Men noemt de tweede takt ook wel de werkslag, omdat in deze slag de arbeid geleverd wordt, terwijl de eerste slag alleen arbeid kost. Tijdens de neergaande slag wordt eerst de inlaatpoort door de zuiger afgesloten. Bij het verder dalen van de zuiger wordt nu de vulling in de krukast gecompriëerd. Vervolgens komt de uitlaatpoort vrij zodat de verbrandingsgassen door de uitlaat naar buiten stromen. Daarna komt ook de spoelpoort vrij en stroomt de vulling onder overdruk uit de krukast in de cilinder. Als de zuiger in de onderste stand gekomen is, is de tweede takt beëindigd en begint de eerste takt van een nieuwe cyclus.

2.3.2. Het viertaktproces.

In tegenstelling tot het tweetaktproces vindt bij dit proces op elke vier takten één werkslag plaats. Een ander verschil dat direct in het oog springt is de aanwezigheid van kleppen. Tijdens de eerste takt, als de zuiger van top naar bodem gaat, opent de inlaatklep en wordt mengsel of lucht aangezogen. Bij het begin van de tweede takt sluit de inlaatklep en wordt de vulling gecomprimeerd. Aan het eind van de tweede takt staat de zuiger dus in top. De derde takt is een werkslag. Evenals bij de tweede takt blijven de kleppen beide gesloten. De ontsteking of het inspuiten wordt gevolgd door de verbranding. De verbrandingsgassen drijven de zuiger met kracht van top naar bodem. Op elke werkslag van de viertaktmotor volgen dus drie slagen, die arbeid kosten. Dit zou aanleiding kunnen geven tot zeer onregelmatig draaien van de motor, wanneer er geen bijzondere maatregelen waren genomen om dit te voorkomen. Men heeft de oplossing gevonden door de krukas te voorzien van een vliegwiel. Tijdens de arbeidsslag wordt een deel van de verrichte arbeid door dit vliegwiel opgenomen zodat hierin een hoeveelheid arbeidsvermogen van beweging wordt opgehoopt. Gedurende de arbeidsloze takten wordt deze arbeid weer aan de krukas afgestaan, zodat die met behoorlijke regelmaat kan blijven draaien. Motoren met meer dan één cilinder hebben minder last van de bovengenoemde onregelmatigheid, omdat hierbij de werkslagen van de cilinders zodanig gekozen kunnen worden, dat ze na elkaar vallen.

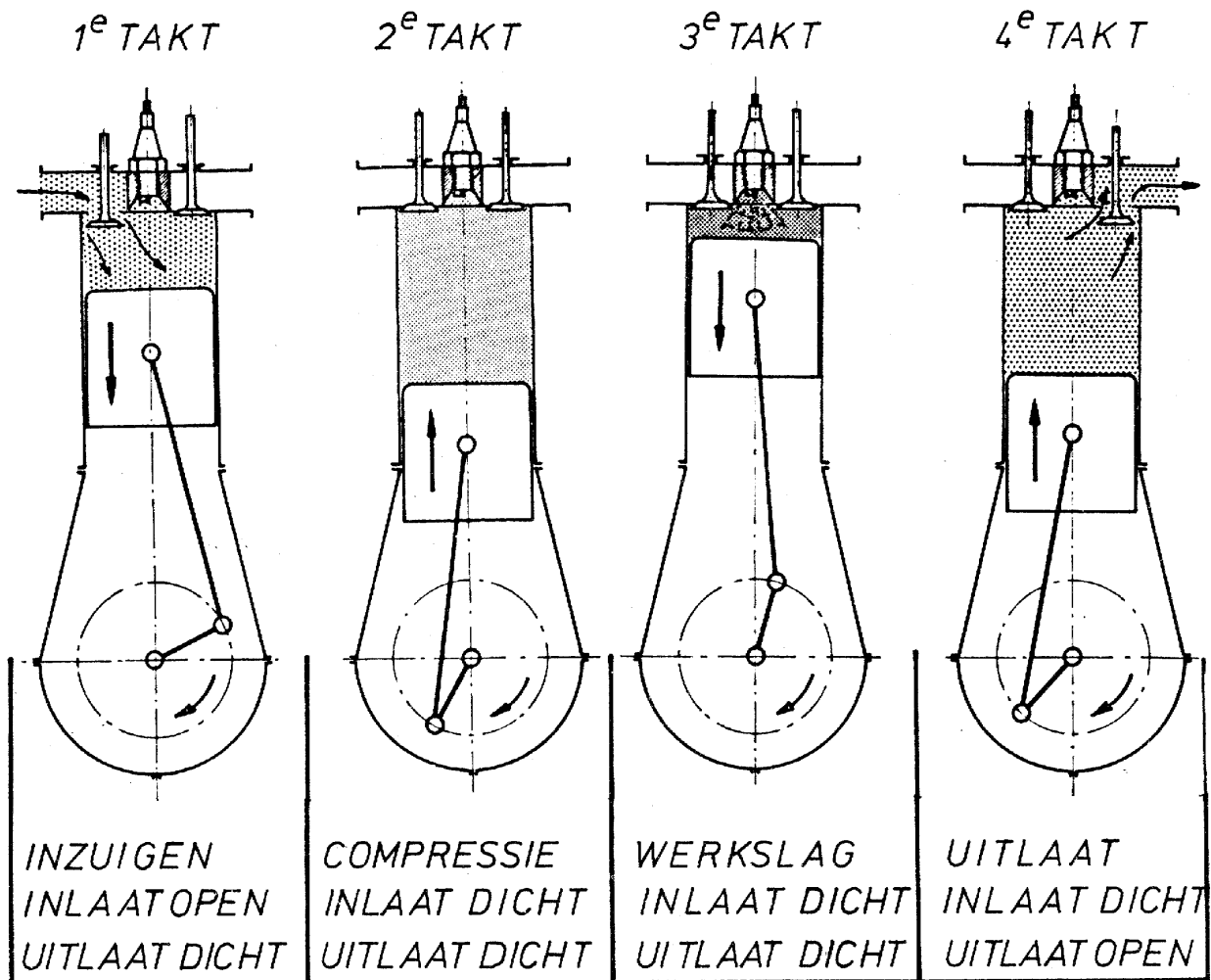


fig. 8

Voor een 4-cilinder viertaktmotor zou het schema van de volgorde der werkslagen er als volgt uit kunnen zien:

Halve omwentelingen van de krusas	cilinder I	Cilinder II	Cilinder III	Cilinder IV
1e halve slag	werkslag	uitlaat	compressie	inlaat
2e halve slag	uitlaat	inlaat	werkslag	compressie
3e halve slag	inlaat	compressie	uitlaat	werkslag
4e halve slag	compressie	werkslag	inlaat	uitlaat

fig. 9

Bij deze motor valt op elke takt een werkslag, zodat een vrijwel regelmatig lopen verzekerd is. Het vliegwiel kan daarom bij meer-cilinder motoren veel lichter uitvallen dan vergelijkenderwijs bij één-cilindermotoren het geval is.

2.3.3. Voor- en nadelen van het viertaktsysteem.

A. De tweetaktmotor heeft het voordeel zeer eenvoudig van constructie te zijn. De in- en uitlaatkleppen zijn voor deze motor overbodig evenals het vrij ingewikkelde mechanisme dat voor de bediening van kleppen nodig is. Daardoor is een tweetaktmotor niet alleen verhoudingsgewijs goedkoper in kostprijs, maar ook de onderhoudskosten zijn geringer.

B. Omdat een tweetaktmotor bij een gelijk toerental twee maal zoveel werkslagen heeft als een viertaktmotor met gelijke cilinderdiameter en zuigerslag, kan hij theoretisch twee maal zoveel vermogen ontwikkelen. Omdat bij tweetaktmotoren in verband met een goede spoeling de uitlaatpoorten hoger liggen dan de spoelopeningen, eindigt de arbeidsslag eerder dan bij de viertaktmotor, terwijl ook een deel van de vulling door de uitlaatpoort wegstroomt. In de praktijk is daarom het vermogen van een tweetaktmotor in plaats van twee maal zo groot slechts 1,8 maal zo groot als dat van een viertaktmotor met dezelfde cilinderdiameter, zuigerslag en aantal omwentelingen.

C. Het gewicht van een tweetaktmotor waarvan het vermogen en het aantal omwentelingen gelijk is aan dat van een viertaktmotor, is beduidend kleiner. Gewoonlijk drukt men het gewicht van een motor uit in kilogrammen per aspaardekracht (apk.). Weegt een motor b.v. 100.000 kg, terwijl het vermogen dat de as aflevert 1.000 pk bedraagt, dan weegt deze motor 100 000 delen door 1000 = 100 kg/ pk.

Het gewicht per apk van een motor moet echter steeds gezien worden in samenhang met het toerental. Onderstaande tabel laat dit duidelijk zien.

Type motor	Aantal omw. per minuut	Gew. per apk.
Enkelwerkende tweetaktscheepsdieselmotor	100	120
Enkelwerkende viertaktscheepsdieselmotor	100	170
Enkelwerkende tweetaktbromfietsmotor	6000	25

fig. 10

D. Een nadeel van de tweetaktmotor ten opzichte van de viertakt is de minder goede spoeling en vulling. Hierdoor is het brandstofverbruik van viertaktmotoren in het algemeen lager. Omdat het vullen van de cilinder bij tweetaktmotoren in een klein deel van de slag moet plaatsvinden, zal behalve de slechtere vulling ook nog de tijdsfactor een woord meespreken. Bij viertaktmotoren vindt de vulling over een gehele slag plaats, zodat er bij deze motoren veel meer tijd voor het vullen beschikbaar is. Daarom zullen viertaktmotoren beter geschikt zijn voor hoge toerentallen dan tweetaktmotoren.

E. Vatten we het voorgaande kort samen:

	Tweetaktmotoren	Viertaktmotoren
<u>Voordelen</u>	Eenvoudig van constructie. Per omwenteling één arbeidslag. Klein gewicht en afmetingen. Lopen gelijkmatiger. Weinig onderhoud. Goedkoper dan viertakt.	Goede vervanging van de afgewerkte gassen door mengsel of lucht. Hoog rendement. Geschikt voor hoge toerentallen.
<u>Nadelen</u>	Matige vervanging van de afgewerkte gassen door mengsel of lucht. Minder geschikt voor hoge toerentallen.	Door klepmechanisme ingewikkelder van constructie. Meer onderhoud. Per twee omwentelingen slechts één werkslag. Duur in aanschaffingskosten. Lopen minder gelijkmatig.

fig. 11

2.4. De benzinemotor.

2.4.1. Benamingen van de onderdelen.

Aan de hand van de tekening van de 4-cilinder benzinemotor zal een verklaring worden gegeven van de verschillende onderdelen. Het motorblok is voorzien van 1, 2, 3, 4, 6 of 8 cilinders die of in lijn of in V-vorm zijn aangebracht of als boksermotoren voorkomen. In elke cilinder bevindt zich een zuiger (4) die op en neer kan bewegen. De zuigers zijn voorzien van zuigerveren om lekkages tussen cilinderwand (2) en zuiger zoveel mogelijk te voorkomen. De zuiger is verbonden met de krukas (6) door een drijfstang (5) waardoor de op- en neergaande beweging van de zuiger wordt omgezet in een draaiende beweging van de krukas. Op een van de einden van de krukas is een zwaar vliegwiel gemonteerd om een gelijkmatig draaien van de krukas te bevorderen. De krukas drijft via een aantal tandwielen de nokkenas (7) aan. Dit tandwielstelsel dat vaak ook de aandrijving van de waterpomp en dynamo verzorgt, wordt de distributie (10 en 11) genoemd. De nokkenas zorgt er voor dat het openen en sluiten van de kleppen (14) op het juiste moment plaatsvindt. Iedere cilinder is voorzien van 2 kleppen, een in- en een uitlaatklep. Tevens is in elke cilinder een bougie (19) aangebracht die dient om het gasmengsel te ontsteken.

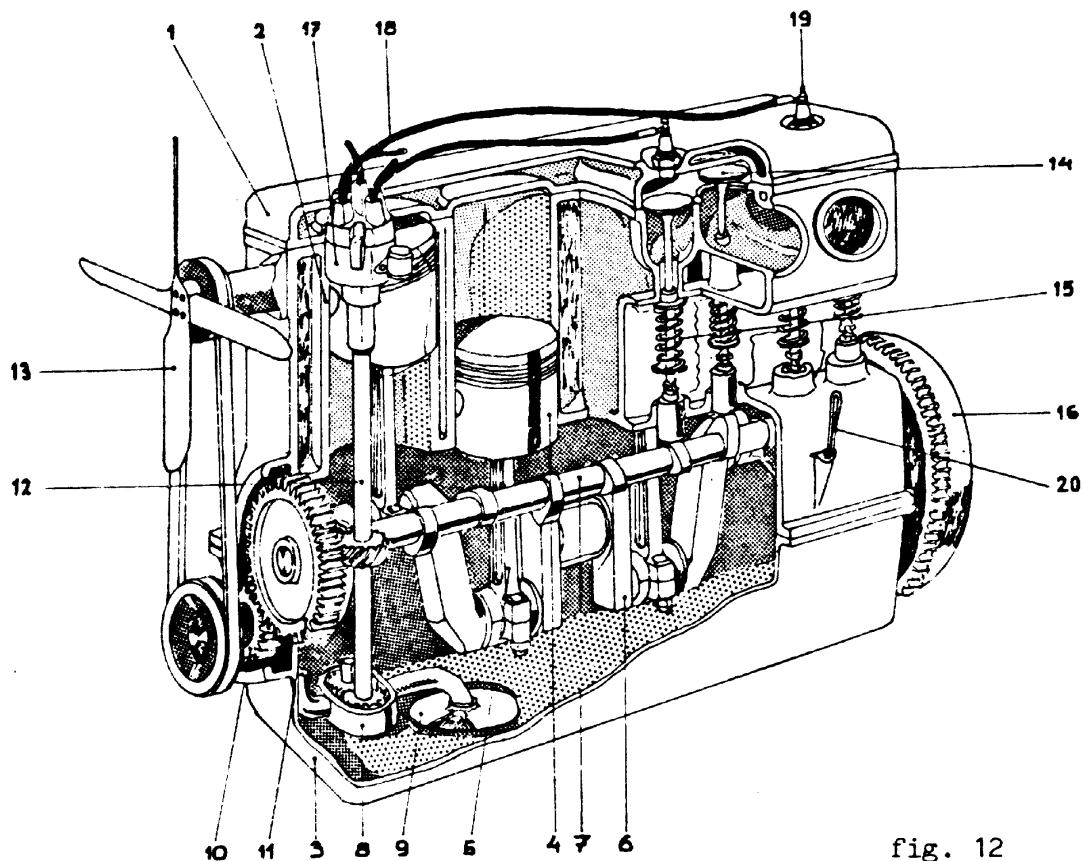


fig. 12

1 = cilinderkop
2 = cilinderwand
3 = carter
4 = zuiger
5 = drijfstang
6 = krukas
7 = nokkenas
8 = tandwielpompe
9 = zuigfilter
10 = distributietandwiel

11 = distributietandwiel
12 = verdeleras
13 = ventilator
14 = klep
15 = klepveer
16 = vliegwiel
17 = stroomverdeler
18 = bougiekabel
19 = bougie
20 = peilstok

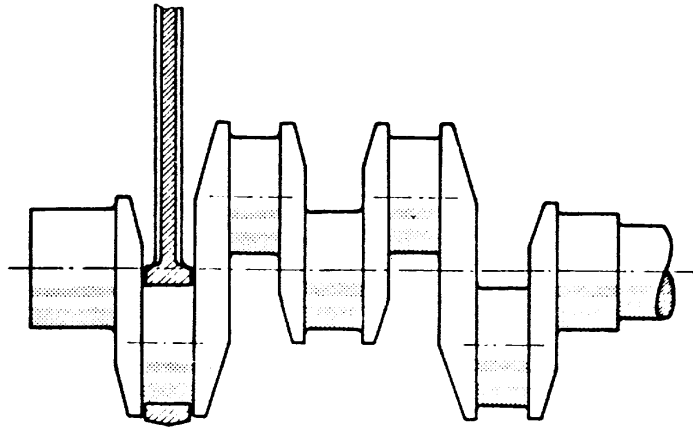


fig. 13 De krukas

2.4.2. Het brandstofsysteem.

Het brandstofsysteem van een benzinemotor bestaat uit de volgende onderdelen:

- benzinetank
- benzineleiding
- benzinepomp met filter
- carburateur
- luchtfilter
- inlaatspruitstuk

In de onderstaande tekening is een schematisch overzicht gegeven van het brandstofsysteem van de benzinemotor.

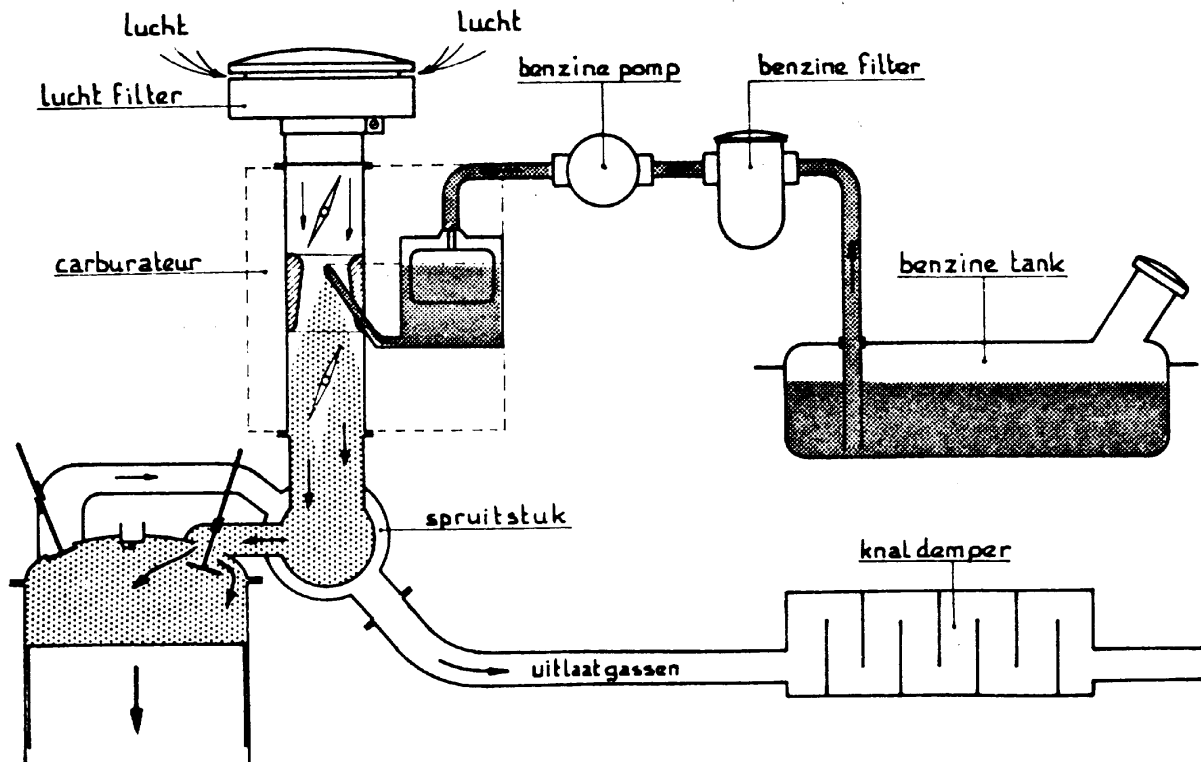


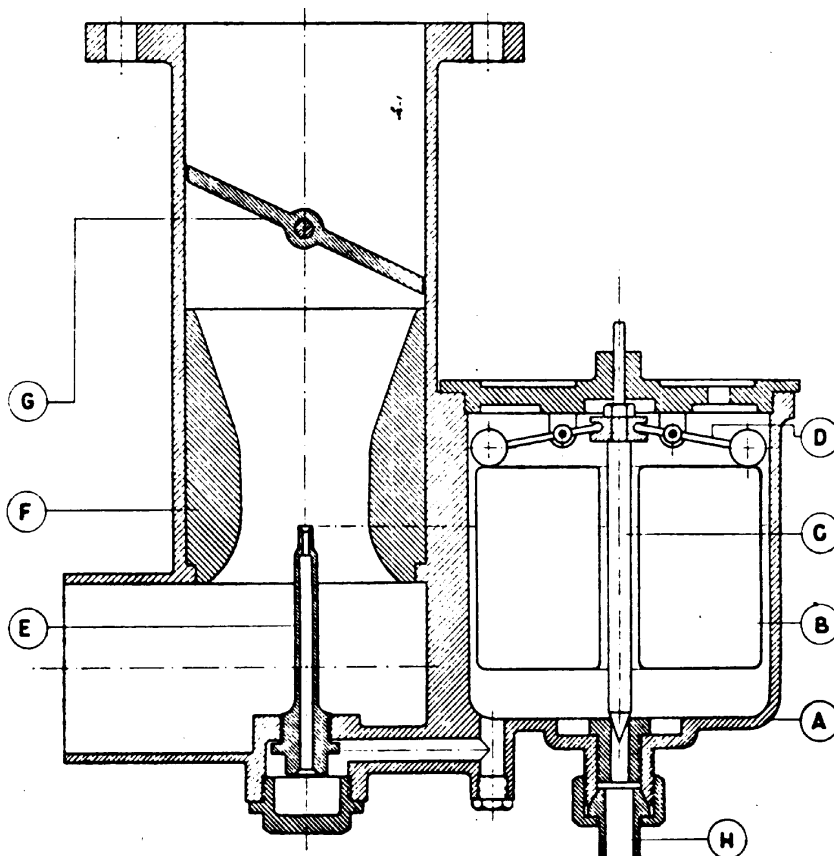
fig. 14

De werking is als volgt:

De benzinepomp voert de benzine die uit de tank wordt opgezogen via het filter naar de vlotterkamer van de carburateur. Het doel van een carburateur is om een juiste mengverhouding en verdeling te krijgen van benzine en lucht. In de vlotterkamer wordt de benzine op een constant niveau gehouden door de vlotter. De vlotterkamer staat in verbinding met de sproeier. Als de zuiger tijdens de inlaatslag lucht aanzuigt, die via het luchtfilter in de carburateur komt, zorgt de onderdruk die dan in de carburateur ontstaat ervoor dat de benzine uit de sproeier wordt gezogen. Het mengsel stroomt dan in het inlaatspruitstuk dat de brandstof zo gelijk mogelijk over de cilinders verdeelt.

2.4.3. Carburateur.

Een carburateur is voorgesteld in fig. 15. De belangrijkste onderdelen zijn de vlotterkamer A, waarin zich de vlotter B bevindt. Verder de brandstofnaald C met het vlotterhefboompje D en de sproeier E met een zeer kleine boring van ± 1 mm. Vanuit een hoger gelegen reservoir kan de benzine bij H in de vlotterkamer stromen. De vlotter B drijft op de benzine en bij een bepaalde stand van de benzine stijgt de vlotter zo hoog, dat de hefboomen D worden opgelicht. Hierdoor wordt de brandstofnaald omlaag gedrukt en de benzinetoevoer afgesloten. De sproeier vormt met de vlotterkamer communicerende vaten en in beide staat de benzine dan in hetzelfde horizontale vlak. Daalt echter boven de sproeier de luchtdruk, dan spuit een fijn straaltje benzine omhoog. In de vlotterkamer daalt nu de benzine en dus ook de hierop drijvende vlotter. De hefboompjes D dalen een weinig en tillen daardoor de brandstofnaald op. Er stroomt nu weer benzine toe. De vlotter rijst en de toevoer wordt afgesloten. Rondom de sproeier bevindt zich de verstuiver F, die een vernauwing veroorzaakt in de inlaatpijp. De aangezogen lucht wordt daardoor gedwongen met grote snelheid langs de sproeier te stromen, waardoor een goede menging van lucht en benzine wordt verkregen.

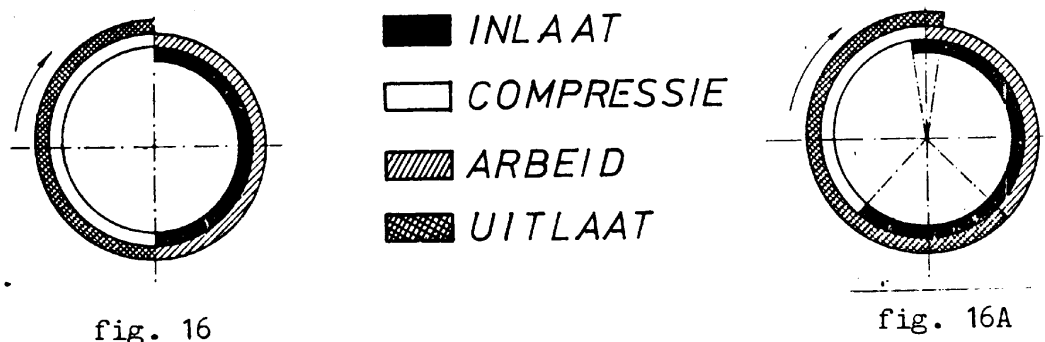


- A=VLOTTERKAMER
- B=VLOTTER
- C=BRANDSTOFNAALD
- D=HEFBOOMPJE
- E=SPROEIER
- F=VERSTUIVER
- G=GASKLEP
- H=BENZINE TOEVOER

fig. 15

Wanneer de motorzuiger bij de eerste takt omlaag gaat en de inlaatklep wordt geopend, stroomt de buitenlucht de inlaatpijp binnen en krijgt ter plaatse van de verstuiver een zeer grote snelheid. Deze snelheidstoename gaat ten koste van de luchtdruk. In de verstuiver ontstaat dan ook een lagere druk, waardoor de benzine opspuit uit de sproeier. Het dunne benzinestraaltje wordt door de snel langs stromende lucht meegevoerd en verdampt op zijn weg naar de cilinder in de inlaatleiding. Keert nu de zuiger terug voor de compressieslag, dan wordt de inlaatklep gesloten. Er is nu geen luchtstroom in de inlaatleiding en uit de sproeier spuit geen benzine meer omhoog. Tegen het einde van de compressieslag wordt het gasmengsel met behulp van de bougie ontstoken en stijgt de spanning snel tot ± 25 at. De zuiger wordt met grote kracht omlaag geduwd en levert nu arbeid. Bij de volgende ingaande slag opent de uitlaatklep en het verbrandingsgas wordt uitgedreven. Met behulp van de gasklep G kan men de toevoer van lucht en benzine regelen. Deze gasklep is een zgn. vlinderklep, welke de eigenschap heeft, dat in meer gesloten toestand de doorstromende lucht langs de wanden van de inlaatpijp wordt geleid. Hierdoor vermindert de luchtstroom, de druk boven de sproeier wordt hoger en daardoor wordt minder benzine meegenomen. Het gas-luchtmengsel wordt armer aan benzine en zal bij verbranding een minder krachtige explosie veroorzaken. Bij geopende gasklep stroomt de aanzuiglucht om de sproeier, neemt meer benzine op, waardoor het gas-luchtmengsel rijker aan benzine is en een krachtiger explosie doet ontstaan. Bij een zgn. geknepen gasklep levert de motor dus minder arbeid dan bij een geopende gasklep. Bij stationaire motoren wordt de gasklep geregeld door middel van een reguleur, terwijl bij automotoren de gasklep wordt geopend met behulp van een voetpedaal (gaspedaal).

In fig. 16 zien we de doorlopen krukbogen, voor het geval dat elke periode even groot zou zijn. Het openen en sluiten van de inlaatklep gebeurt echter niet precies bij de uiterste zuigerstanden. De inlaatklep wordt al geopend, voordat de zuiger in de bovenste stand staat. Als de zuiger weer omhoog gaat, sluit hij pas wanneer de zuiger zijn laagste stand gepasseerd is. Men bereikt zo een betere vulling van de cilinder. Hoe moet men zich dit voorstellen- Bij het omlaag gaan van de zuiger zal er pas lucht in de inlaatleiding stromen wanneer er boven de zuiger een onderdruk heerst. Bij het binnenstromen van deze lucht in de cilinder is de zuiger al omlaag gegaan. De luchtstroom achtervolgt de zuiger als het ware. Maar om de achtervolging te kunnen voortzetten, moet er tussen de zuiger en de luchtstroom een luchtverduunning blijven.



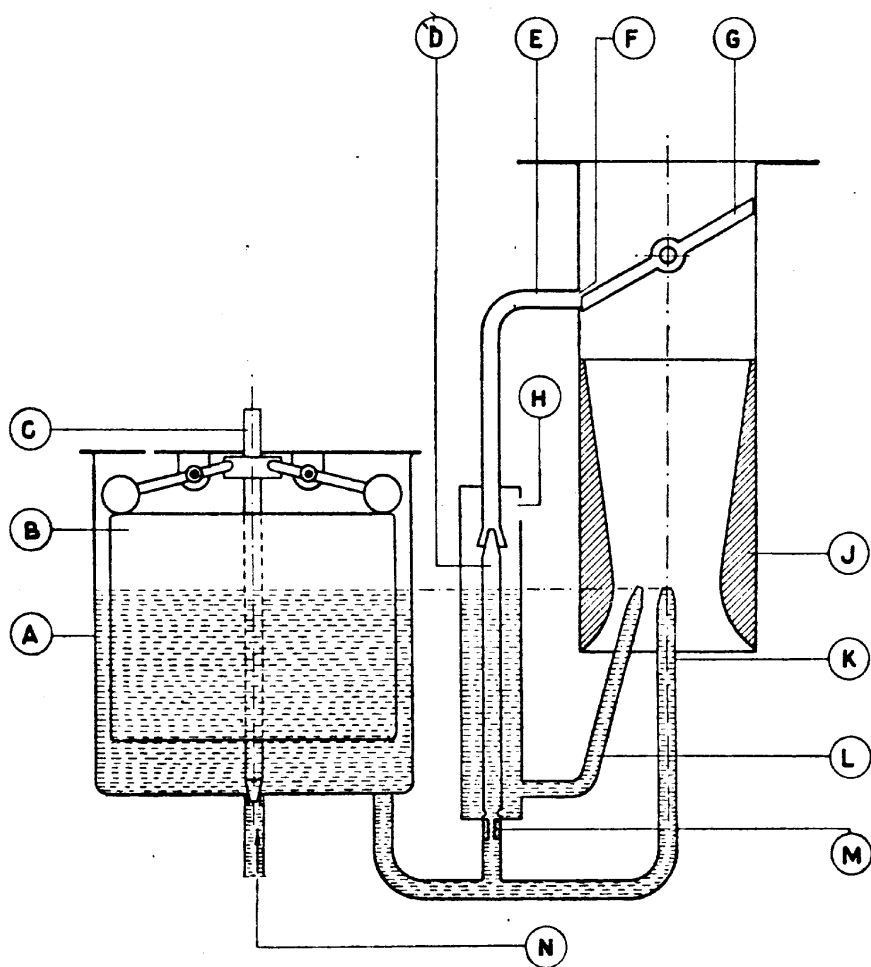
Is de zuiger in zijn laagste stand gekomen, dan zal de toestromende lucht de cilinder nog niet geheel gevuld hebben. De zuiger gaat nu omhoog, terwijl de luchtstroom nog steeds de cilinder binnenstroomt. Juist op het moment, dat de omhoog komende zuiger tegen de luchtstroom zou stoten, wordt de inlaatklep gesloten.

Op dit moment is de cilinder zo goed mogelijk met een lucht-benzinemengsel gevuld. De uitlaatklep wordt geopend, voordat de zuiger zijn onderste stand heeft bereikt. De verbrandingsgassen met een druk van ± 3 at. kunnen nu ontsnappen. Keert de zuiger terug voor de uitlaatslag, dan is de tegendruk op de zuiger, door de vooruitlaat, geringer. Heeft de zuiger zijn hoogste stand bereikt, dan sluit de uitlaatklep nog niet. Gebeurde dit wel, dan zou immers de verbrandingsruimte gevuld blijven met verbrandingsgassen. Blijft echter de uitlaatklep nog even open staan, dan stromen de verbrandingsgassen door hun grote snelheid de cilinder uit, zelfs al keert de zuiger terug. Doordat ook de inlaatklep al open staat, oefenen de snel wegstromende uitlaatgassen een zuigende werking uit op de inlaatleiding. In fig. 16A zien we de doorlopende krukbogen voorgesteld. Hieruit valt op de merken, dat de inlaat-, de compressie-, de arbeids- en de uitlaatperioden zeer verschillend zijn. Omdat benzinemotoren, evenals de gasmotoren, een brandbaar gas-luchtmengsel samenpersen, mag deze compressie niet te hoog worden opgevoerd. Het gecomprimeerde gas-luchtmengsel zou anders tot zelfontsteking komen. Mocht dit gebeuren, dan zou de motor een stotende gang krijgen. De compressiedruk van de benzine motor bedraagt 5 tot 7 at. Van een gasmotor bedraagt de compressiedruk ongeveer 10 tot 14 at. Dit is de reden, waarom men deze motoren lagedruk-motoren noemt.

2.4.4. Zenith-carburateur.

De carburateur volgens fig. 15 is slechts te gebruiken bij stationaire motoren, die steeds een gelijk aantal omwentelingen maken. In motorrijtuigen zou men dergelijke carburateurs niet kunnen gebruiken, omdat hierbij de motor nu eens langzaam en dan weer zeer snel draait, afhankelijk van de snelheid van de wagen. Maakt de motor slechts weinig omwentelingen per minuut, b.v. bij onbelast draaien (stationair draaien), dan gaat de zuiger ook langzaam op en neer. De lucht stroomt dan tijdens de aanzuigslag langzaam door de inlaatleiding, en de luchtverdunding op de sproeier is dan gering. Nu blijkt echter, dat bij daling tot de helft van de luchtsnelheid, veel minder dan de helft van de benzine wordt aangezogen, zodat het vermogen sneller daalt dan gewenst wordt. Omgekeerd zal b.v. bij 2 maal zo snel langsstromende lucht veel meer dan twee maal zoveel benzine worden aangezogen. Hierdoor ontstaat een te rijk benzine-luchtmengsel, waardoor alle benzine niet kan verdampen, daardoor niet zal verbranden en koolaanslag in de cilinders zal ontstaan. De smeerolie zal bovendien door deze niet verdampte benzine wegspoelen van de cilinderwand, waardoor de smeerolie in het carter verdunt, met als gevolg snelle slijtage van de lagers, enz.

In tek. 17 is de Zenith-carburateur voorgesteld, welke drie sproeiers D, K en L bezit. Bij stationair draaien is de gasklep G gesloten. De zuiging is dan geheel gericht op de kleine opening F. In het kanaaltje E ontstaat een lage druk en nu spuit de benzine uit de sproeier D. Lucht wordt door de opening H aangezogen. Trapt nu de chauffeur de gasklep open om weg te rijden (gaspedaal intrappen), dan is de zuiging gericht op de sproeiers K en L. Beide sproeiers geven een straaltje benzine, terwijl de sproeier D staakt met benzinelevering. De sproeier L krijgt aanvoer uit de vlotterkamer via een zeer nauwe opening M. Deze opening laat zo weinig benzine door, dat na enkele ogenblikken sproeier L zeer weinig benzine meer levert. Er wordt dan door de opening H lucht aangezogen, die langs M stroomt en het opstijgen van benzine verhindert (afremmende luchtstroom). De sproeier L levert nu lucht in plaats van benzine (remlucht genoemd). De sproeier K staat in directe verbinding met de vlotterkamer en blijft juist voldoende benzine leveren. Omgekeerd zal bij gedeeltelijk sluiten van de gasklep G de luchtsnelheid verminderen. De luchtstroom, welke langs M stroomt, is nu niet meer zo sterk en de benzine komt hier omhoog, waarna de sproeier L weer benzine begint te leveren. Bij matig toerental leveren dus twee sproeiers benzine, bij hoog toerental alleen sproeier K en bij stationair draaien de sproeier D.



- A = Vlotterkamer
- B = Vlotter
- C = Brandstofnaald
- D = Stat.sproeier
- K = Hoofdsproeier
- J = Verstuiver
- H = Luchtgat
- G = Gasklep
- L = Hulpsproeier
- M = Doseur
- N = Benzinetoevoer

fig. 17

2.5. De gasmotor.

De brandstof voor een gasmotor is traktiegas of L.P.G.

L.P.G. of Liquefied Petroleum Gas is een gas dat vrijkomt bij aardgas- en aardoliebronnen en bij het raffinage- en kraakproces. Het is een mengsel van propaan en butaan.

De voordelen van L.P.G. zijn:

- Het is mogelijk een grote gewichtshoeveelheid van dit gas in vloeibare vorm samen te persen en dit op te bergen in een betrekkelijk kleine brandstoftank. Door drukverlaging treedt weer gasvorming op;
- schonere uitlaatgassen worden verkregen, waardoor deze minder gevaarlijk zijn;
- de motoren blijven inwendig schoner waardoor de revisietermijnen kunnen worden verlengd;
- de lagere brandstofprijzen.

De nadelen zijn:

- het assortiment appendages op de brandstoftank moet worden uitgebreid;
- het gas is zeer brand- en explosiegevaarlijk.

De installatie voor L.P.G.:fig. 18

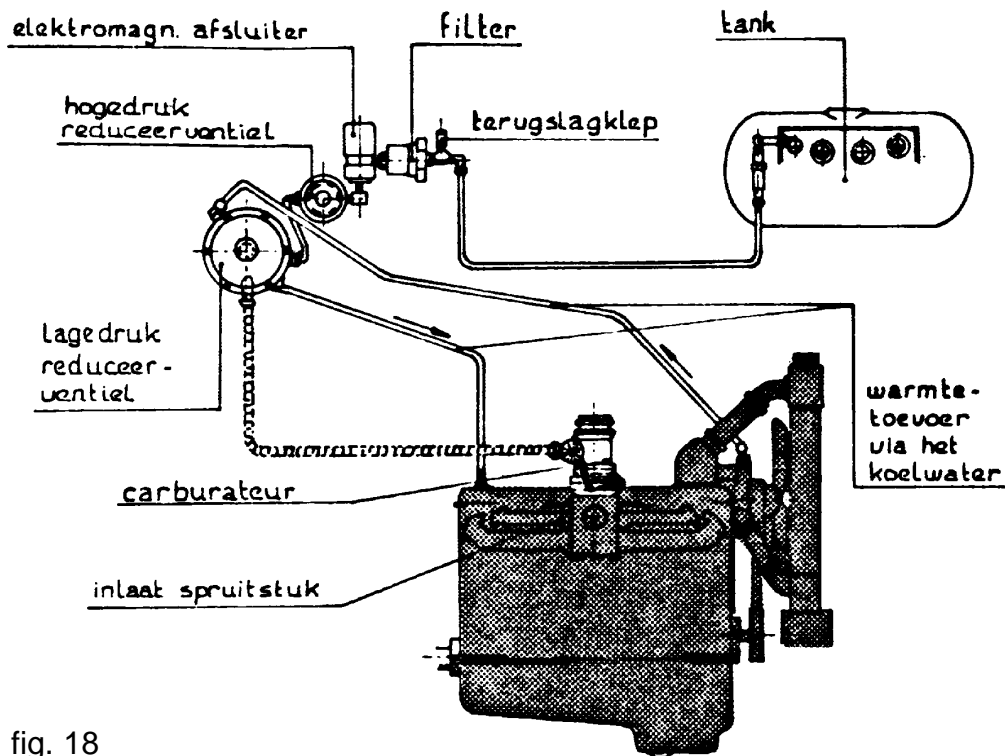


fig. 18

Een dergelijke installatie bestaat uit:

- L.P.-gastank voorzien van diverse kranen en regelventielen;
- terugslagklep;
- filter;
- elektromagnetische afsluiter;
- hogedruk reduceer-ventiel;
- lagedruk reduceer-ventiel;
- carburateur.

De werking is als volgt:

Het onder druk staande vloeibare L.P.G. stroomt vanuit het drukvat dat op het voertuig is gemonteerd via een filter en een afsluiter naar een reduceerapparaat. Daarin neemt de druk van het L.P.G. geleidelijk af en verdampt de vloeistof tot gas. Door het motorkoelwater of de uitlaatgassen wordt warmte toegevoerd om de verdamping zo snel mogelijk tot stand te brengen. De motor zuigt het gas uit de drukregelaar naar een speciale carburateur die ervoor zorgt dat een juiste mengverhouding gas-lucht tot stand komt. Het gebruik van L.P.G. als motorbrandstof geeft een gunstige verbranding, omdat de brandstof in gasvormige toestand in de motor wordt gevoerd, hetgeen een gemakkelijke vermenging met de lucht ten goede komt.

2.6. De oliemotoren.

2.6.1. Inleiding.

Mengselmotoren, hebben we gezien, zijn motoren, waarbij de brandstof (gas of benzinedamp) met de verbrandingslucht samen in de cilinder wordt gebracht, waarbij de compressie zo hoog mag worden opgevoerd (afhankelijk van de brandstof) dat de temperatuur van het mengsel beneden de ontstekings temperatuur blijft.

Gelijktijdig met de ontwikkeling van de mengselmotoren werden ook de eerste pogingen verricht om ook petroleum als brandstof te gebruiken. Deze brandstof, die bij een hogere fraktie, met hogere kookgrenzen (160 - 250°C) gewonnen wordt, is moeilijker te verdampen. Men ondervond daarmee in een mengselmotor vele moeilijkheden door een onvolkomen verbranding. Alhoewel petroleum een hoger vlampunt heeft dan benzine (resp. 50° en 40°) en het gevaar voor brand geringer is, ligt het ontstekingspunt toch iets lager, waardoor de compressiedruk iets lager moet zijn dan in een benzinemotor. Daarnaast was men, om een behoorlijke verbranding te krijgen genoodzaakt om de verbrandingslucht voor de carburateur te verwarmen. De lucht kreeg daardoor een lagere soortelijke massa en bevatte eenzelfde slagvolume minder zuurstof, waardoor er minder brandstof in kon verbranden.

Naast de carburateur-petroleummotor (mengselmotor) ontstond dan ook spoedig een nieuw type petroleummotor (oliemotor), waarin alleen de verbrandingslucht werd gecompriëerd en waarin bij de hoogste zuigerstand de petroleum werd ingespoten. Hierdoor werd een hogere compressie mogelijk, maar nu moest de vloeibaar ingebrachte brandstof nog in de cilinder verdampen en zich met de lucht vermengen, om tot ontbranding te kunnen worden gebracht. De vonk van een bougie bleek daartoe echter niet in staat te zijn. Bij deze motoren werd daarom vóór het aanzetten de cilinderkop roodheet gestookt, waardoor de daar tegenaan gespoten olie verdampte en werd ontstoken. De verbrandingsgassen hielden de ongekoelde kop op voldoende temperatuur. Deze motoren werden daarom gloeikop-motoren genoemd. Het zijn deze motoren, die de weg hebben gebaan voor de tegenwoordige zwareolietmotoren. Voor een beter rendement voerde men de compressie steeds hoger op en kon men langzamerhand behalve petroleum ook gas- en zware oliën gebruiken. Met het opvoeren van de compressie werd ook de temperatuur van de gecompriëerde verbrandingslucht steeds hoger en bevatte deze meer warmte, zodat zij meer en meer een gedeelte van de taak van de gloeikop ("het verdampen van de olie") overnam, zodat het heet te stoken gedeelte van de cilinderkop steeds kleiner kon worden. Op deze wijze voortgaande zou dus een motor zijn ontstaan waarin in het geheel geen ontstekingsapparaat (bougie, gloeikop of -plaat) nodig zou zijn, omdat door een voldoende hoge compressie van de verbrandingslucht deze een voldoende hoeveelheid warmte en een hoge temperatuur zou bezitten om de brandstof te doen verdampen, vergassen en ontbranden. We zouden te kort schieten als we hierbij niet direkt Dr. Diesel vermelden, die reeds in 1893, toen de gloeikopmotor nog in het beginstadium van zijn ontwikkeling verkeerde, zijn plan bekend maakte, waarin het bovenstaande tot uiting kwam. Zelfs meende hij, behalve de zware olie-soorten, ook vaste brandstof door de hoog gecompriëerde lucht tot ontbranding te kunnen brengen. Hoewel in de gloeikopmotor reeds lang, in plaats van petroleum, de goedkopere gas- en zware oliën als brandstof worden gebruikt en hij zelfs in de meeste bedrijven door de naar Diesel genoemde dieselmotoren is verdrongen, zullen we toch, om tot een beter begrip van de moderne motoren te komen, eerst de gloeikopmotor bespreken.

2.6.2. De gloeikopmotor

De gloeikopmotor behoort tot de groep oliemotoren. Onder oliemotoren verstaan we die motoren, waarbij alleen de verbrandingslucht wordt gecompriëerd en waar de vloeibare brandstof in de cilinder wordt gebracht en de vermenging plaats vindt. Hij wordt bijna zonder uitzondering volgens het tweetaktsysteem gebouwd en kenmerkt zich dan ook, zowel in constructie als bediening, door eenvoud, daar hij geen in- en uitlaatkleppen met de daarvoor benodigde nokkenas heeft. Het type met de gesloten krukast is het eenvoudigste en wordt algemeen gebruikt.

De werking is als volgt.

Bij het omhoog gaan van de zuiger, wordt de lucht in de cilinder gecompriëerd en wordt lucht,

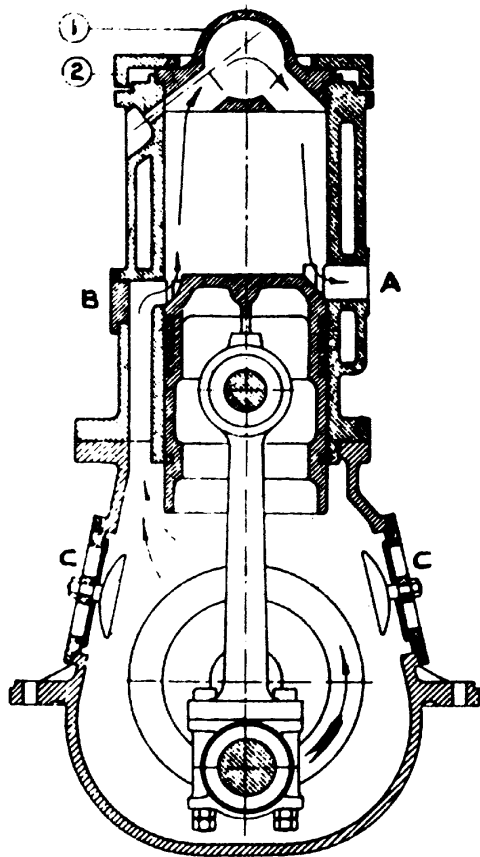


fig. 19

weergegeven in fig. 19, dan zullen daaruit enkele nadelen blijken, die zijn ondervangen, zoals in de fig 20 - 24 is te zien. Uit de aard der zaak was natuurlijk de gloeikop het zwakke punt van deze motor, niet alleen constructief, omdat hij door de hoge temperatuur onderhevig was aan warmtespanningen en door de explosie aan de hoge druk van de verbrandingsgassen, maar ook omdat hij zijn voornaamste taak, "het verdampen en ontsteken van de brandstof", niet gemakkelijk onder alle omstandigheden kon verrichten. Zowel om de cilinder een eenvoudige vorm te kunnen geven, als om de gloeikop zo nodig afzonderlijk te kunnen vernieuwen, werden zij gescheiden gehouden. De gloeikop had oorspronkelijk de vorm van een bol en werd met een drukstuk en bouten op de cilinder bevestigd. Nadat de bol in 20 à 30 minuten met behulp van een blaaslamp roodheet was gestookt, kon de motor worden aangezet. Daarna hielden de verbrandingsgassen zelf de bol op temperatuur en kon de lamp worden gedoofd. De brandstof, die even voor de hoogste stand van de zuiger, door een pompje via een inspuitsstuk, met een fijne straal (volgens de schuine hartlijn) in de bol tegen de hete wand werd gespoten, moest dan verdampen en zich met de gecomprimeerde lucht vermengen om te verbranden. Daar de compressie slechts 7 à 8 at bedroeg, bevatte de gecomprimeerde lucht maar weinig warmte, zodat het eerste verdampen en vergassen van de brandstof bijna uitsluitend door warmte van de gloeibol moest plaats hebben. Wanneer nu bij een lagere belasting minder olie moest worden verbrand, bleef de bol niet heet genoeg, waardoor de olie slecht verdampte en de motor vrij spoedig stopte. Daarom moest bij een geringe belasting de gloeibol met de blaaslamp op temperatuur worden gehouden, wat lastig en duur was.

Een andere manier was om de motor zo uit te voeren, dat de bol toch op temperatuur werd

via de luchtkleppen C, in het carter gezogen. Is de zuiger op zijn hoogste punt gekomen, dan vindt de verbranding plaats. De zuiger wordt naar beneden geduwd en de werkslag heeft plaats. Tegen het eind van de werkslag is de lucht in het carter samenge-drukt tot 0,25 à 0,3 at. en wordt uitlaatpoort A geopend. Even daarna gaat ook de spoelpoort open, zodat de cilinder met de onverbrande, onder druk staande lucht uit het carter schoongespoeld wordt. Na deze spoeling is de cilinder weer gevuld met verbrandingslucht en begint het proces opnieuw. De poorten A en B moeten over het grootste gedeelte van de slag (0,8) door de zuiger worden afgesloten. Deze moet daarom lang zijn en meestal wordt daar een trunkzuiger voor gebruikt. Voor de overbrenging op de krukas is hier slechts een direkt aan de zuiger gekoppelde drijfstaang nodig, want de trunkzuiger kan de zijdelingse druk voldoende aan de cilinder overdragen. Het ingewikkelde elektrische ontstekingsapparaat is door de eenvoudige gloeibol vervangen en ook de carburateur is vervallen, waar slechts een zuigerpompe voor in de plaats komt, waarmee men de gewenste hoeveelheid brandstof gemakkelijk kan regelen. Deze motor is wel bijzonder eenvoudig.

Gaan we nu nog eens de inrichting van deze motoren na, te beginnen bij een van de eerste typen,

gehouden door de verbrandingsgassen, wat weer het nadeel had dat de bol te heet werd bij volle belasting van de motor. Om dit te voorkomen, liet men de spoellucht water meevoeren. Later werd ook wel water in de bol gespoten, waardoor de motor iets gecompliceerder werd, maar vooral voor schepen gold het bezwaar dat een vrij grote hoeveelheid zoet water (soms tweemaal zoveel als de brandstof) moest worden meegenomen. Voor een volkomen verbranding is behalve een voldoende temperatuur natuurlijk ook een snelle en goede vermenging van damp en lucht een vereiste.

Hiervoor kon men zorgen door de verbrandingsruimte een zodanige vorm te geven, dat de lucht bij

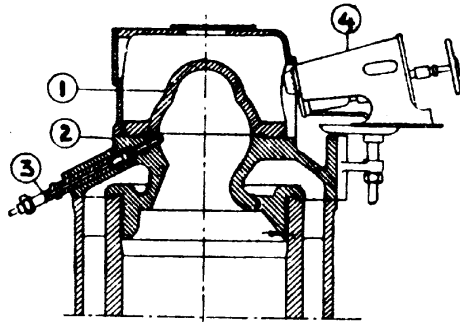


fig. 20A

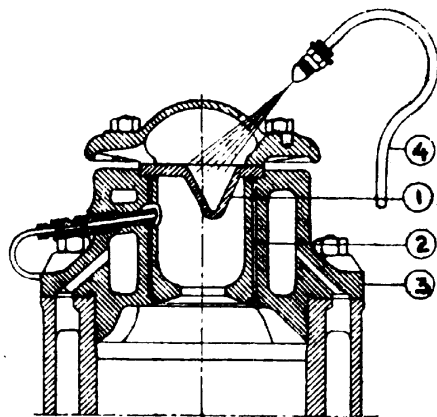


fig. 20B

het comprimeren in sterke werveling komt en elk dampdeeltje ook de nodige lucht vindt. Door de weerstand van de kleppen zal er bij het omhooggaan van de zuiger enige onderdruk en bij het spoelen enige overdruk in het carter heersen. Hierdoor staat er slechts een hoeveelheid lucht, die minder is dan het slagvolume voor het spoelen van de cilinder ter beschikking, zodat deze niet geheel schoon wordt gespoeld. De grote verbrandingsruimte is hiervan natuurlijk in de eerste plaats de oorzaak. Omdat nu door het opvoeren van de compressie, ter verbetering van het rendement, de verbrandingsruimte werd verkleind, werd ook de spoeling iets beter. De tot een hogere druk gecomprimeerde lucht bevatte ook meer warmte, waardoor deze meer kon bijdragen tot het verdampen van de brandstof. De cilinderkop 2 (fig. 20A) werd al voor de helft gekoeld en men kon volstaan met een gloeideksel 1. We zien daaruit ook, hoe de verbrandingsruimte reeds zodanige vorm heeft, dat de lucht daarin wordt gedrongen om een goede vermenging te verkrijgen. Dit wordt nog beter bereikt in de kop van fig. 20B, waar de verbrandingsruimte bestaat uit een afzonderlijk stuk met een vernauwde toestroomopening, zodat de uit de cilinder komende gecomprimeerde lucht in sterke werveling komt en een goede vermenging met de brandstof bevordert.

De cilinderkop is geheel gekoeld, zodat met een klein gloeideksel 1 van bijzondere vorm kan worden volstaan. Bij de ontwikkeling van de motor is de oorspronkelijke gloeikop (bol) vervallen en er is slechts een betrekkelijk kleine gloei- of ontstekingsplaat overgebleven. Omdat deze eenvoudig van vorm is, kan hij van speciaal materiaal worden vervaardigd en is dan goed bestand tegen de optredende hoge druk- en warmtespanningen. De cilinderkop kan overigens geheel worden gekoeld, terwijl ook de gloeideksel, zij het op verschillende manieren, op constante temperatuur kan worden gehouden, waardoor de grootste nadelen van deze motoren zijn vervallen. Door de toepassing van deze wijzigingen is ook de naam veranderd: men spreekt thans alleen van middeldrukmotoren; dit in verband met de compressiedruk, die het midden houdt tussen die van de hogedruk-motoren en de lagedruk-motoren. Onder een hogedruk-motor verstaan we een oliemotor, waarbij de verbrandingslucht zo hoog wordt gecomprimeerd, dat de temperatuur daarvan hoger is dan de ontstekingstemperatuur van de in de cilinder gebrachte brandstof, zodat deze vanzelf ontbrandt. De lagedruk-motor is daarentegen een mengselmotor, waarin de compressie laag genoeg moet blijven, opdat de temperatuur van het mengsel beneden de ontstekingstemperatuur blijft om een vroegtijdige ontbranding te voorkomen.

2.6.3. De Middeldrukmotor.

Onder een middeldrukmotor verstaan we een oliemotor met middelmatige compressie (15 - 25 at). Enerzijds behoeft immers de druk niet laag te zijn, omdat er geen explosie te vrezen is: alleen de verbrandingslucht wordt gecomprimeerd. Anderzijds behoeft de druk niet zo hoog te zijn dat de ingebrachte brandstof door de hitte van de lucht wordt ontstoken, daar dit door de aangebrachte gloeiplaat geschiedt. Fig 20C geeft de cilinderkop weer van een Kromhout-middeldruk-motor, waarin de compressiedruk een spanning van 16-20 at bereikt.

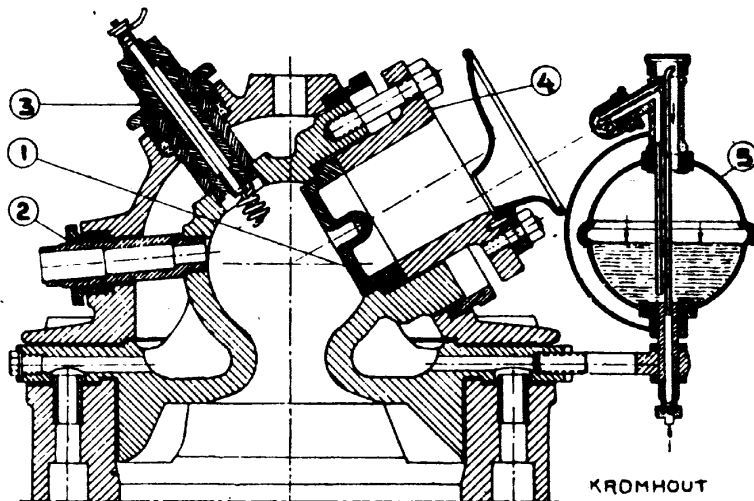


fig. 20C

De bolvormige verbrandingsruimte, waarvan de wand bijna geheel wordt gekoeld, staat slechts door een nauwe opening met de cilinder in verbinding. Tijdens de compressie wordt de lucht in de verbrandingsruimte gedreven, zodat zij, vooral bij de hoogste zuigerstand, in sterke werveling verkeert. Even voor de hoogste zuigerstand perst een brandstofpomp de brandstof tegen gloeiplaat 1. Dit gebeurt, afhankelijk van de soort verstuiver, met een krachtig fijn straaltje, of fijn verstoven via een inspuiststuk, de volgens de stand van de hartlijn in 2 geplaatst is. De gloeiplaat is nodig voor de ontsteking, maar de

warmte van de plaat en de warmte afgestaan door de verbrandingsgassen en de sterke werveling werken allen samen om tot een snelle verdamping en een innige vermenging van de lucht te komen, zodat er een onmiddellijke verbranding kan plaats hebben. De gloeiplaat heeft een eenvoudige vorm en is door juiste keuze van materiaal en plaatsing bestand tegen de hoge drukken en eventueel nog optredende warmtespanningen. Ze wordt vastgezet met een drukstuk 4 en is gemakkelijk te verwijderen om schoon gemaakt of vernieuwd te worden. Vroeger had men 20 à 30 minuten nodig voor het heetstoken van de gloeiplaat met een blaaslamp, maar nu gebeurt dit in 3 à 5 minuten met behulp van een snelverhitter 5. Deze bestaat uit een reservoir (bolvorm), dat bijna geheel wordt gevuld met gasolie. Aan de onderkant is het aangesloten op de persluchtleiding van het aanzetluchtvat. Nadat men het ventiel in die luchtleiding langzaam heeft geopend, stroomt de samengeperste lucht door het rechte buisje omhoog en splitst zich naar de brander en het reservoir, waar de lucht druk uitoefent op de olie. De olie wordt dan door het linker buisje omhoog geperst en vermengt zich in de brander met de lucht, zodat zij fijn verstoven met de lucht uit de brander stroomt en kan worden aangestoken. Door regeling van het luchtventiel wordt de vlam op de grootste hitte ingesteld (felle blauwe vlam). Als er geen open vuur mag worden gebruikt, kan voor de verwarming en de ontsteking een elektrisch apparaat 3 worden aangebracht. Hiervan wordt de spiraalvormige gloeidraad door middel van de stroom van een 12 volts accu verhit en kan de motor al na 1 min. worden aangezet. Is de motor voldoende doorgewarmd, dan wordt het ontstekingsapparaat of de blaaslamp buiten dienst gesteld. Uit fig. 21 blijkt, dat o.a. ook bij de Industrie-motor de verbrandingsruimte door een vernauwde opening in verbinding staat met de cilinder, terwijl ook het gloeideksel 1 een ongeveer gelijke vorm heeft. Hier echter is het gloeideksel 1 bovenop geplaatst, terwijl de verstuiver zó (in 2) kan worden versteld, dat

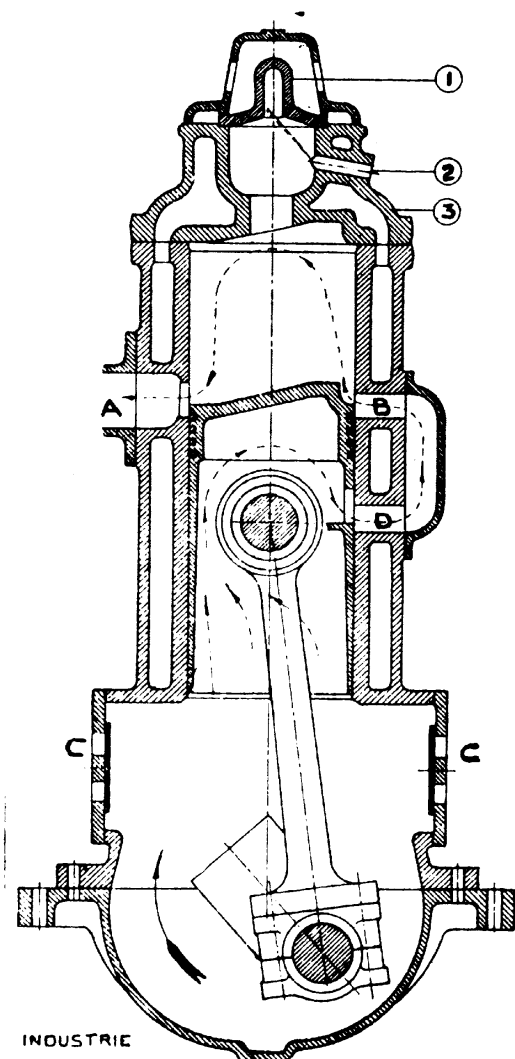


fig. 21

ontstaat zo een dubbelwerkende zuigerpomp, waarvoor de zuiger iets kleiner kan zijn. Bij een grotere zuiger kan die ringvormige ruimte alléén voldoende zijn en wordt een open krukast mogelijk. De gesloten krukast heet het grote bezwaar, dat de lopende delen niet te controleren zijn, terwijl bovendien de spoellucht met de smeerolie in aanraking komt. Hoewel dit het al bekende voordeel heeft, dat dan ook de zuiger en de cilinder ineens worden gesmeerd, kan dat ook een overmatige smering en vervuiling ten gevolge hebben. Bij grote motoren is het gebruikelijk de spoellucht langs het inwendige van de zuiger, en langs de kruispen (fig. 21) naar de spoelpoort te voeren. Zuigerpen en zuiger worden hierdoor gekoeld, terwijl de lucht enigszins wordt verwarmd. Genoemde bezwaren hebben geleid tot de motor van het open type (fig.23). Door de toepassing van drijfstang en zuigerstang wordt de motor weliswaar hoger en ook duurder, doch men kan de lopende delen alle controleren en door de rechtgeleiding van de kruiskop zijn de zuiger en de cilinder niet aan zijdelingse druk onderhevig, zodat het hierdoor ovaal slijten van de cilinder is uitgesloten. We zien dat ook hier de onderkant van de zuiger dienst doet als spoelpomp en dat de lucht via de kleppen C in de holle gegoten ijzeren kolom wordt aangezogen.

het brandstofstraaltje of tegen de plaat botst, of meer in de verbrandingskamer wordt gespoten, waardoor de temperatuur van de gloeiplaat bij verschillende belastingen vrij constant kan worden gehouden. Bij de Bolnes-motor (fig. 23) wordt de brandstofstraal tegen de ingeplaatste nok 3 gericht, waardoor de brandstof, fijn verstoven, de gloeiplaat 1 treft. Deze wordt bij verschillende belastingen op constante temperatuur gehouden door er een water gekoeld bakje op te plaatsen. We zien verder, dat de verbrandingsruimte hier door twee kanalen (evenals bij fig. 19) met de cilinder in verbinding staat, waardoor ook de verbrandingsruimte in de spoeling wordt betrokken, wat bij de in fig. 21 afgebeelde motor al heel slecht gebeurt. Bij deze motor bestaat er dus meer kans, dat er van de toch al geringe hoeveelheid spoellucht (minder dan het slagvolume) nog meer ongebruikt door de uitlaatpoort zal verdwijnen. Natuurlijk zal de cilinder beter gespoeld worden, als een grotere hoeveelheid spoellucht ter beschikking staat. Hoewel daarvoor soms een afzonderlijke spoelpomp wordt gebruikt, die vanaf de as met een drijfstang wordt aangedreven, kan ook wel de zuiger als een trapzuiger worden uitgevoerd. Hiervan (zie schema fig.22) doet de grote zuiger dienst als luchtpompzuiger, waardoor dus een belangrijk groter volume spoellucht wordt verwerkt. Eventueel kan ook de ringvormige ruimte boven deze zuiger worden afgesloten en door het aanbrennen van kleppen dienst doen als pompruimte; er

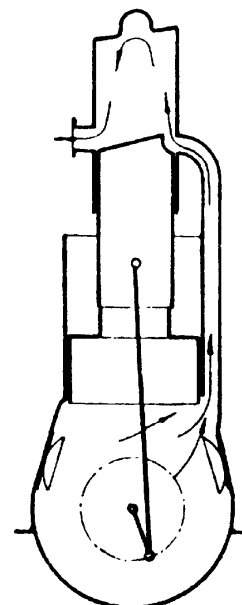


fig. 22

Bij het gebruik van een trunkringer wordt vooral de zuigerpen zeer heet, terwijl de metalen veel olie vereisen, waarvan de toevoer moeilijkheden oplevert. Kromhout heeft daarvoor een zeer doelmatige constructie gevonden en gepatenteerd. Hierbij brengt de zuigerpen de zuigerdruk niet meer via een metaal over op de drijfstang, maar via een gehard stalen plaat 5, de zg. rolplaat (fig 24). Deze wordt zo genoemd, omdat de pen nu niet meer over een metaal sleept of glijdt (waarbij dus slepende of glijdende wrijving optreedt), maar over de stalen plaat rolt, zodat er dus rollende wrijving optreedt, die belangrijk geringer is. Bij deze constructie behoeft de zuigerpen dan ook geen aparte smering. Aan de bovenkant is in de drijfstangknop een stelbout 2 geschroefd met 1/10 mm speling tussen de pen, zodat deze constructie alleen bij tweetaktmotoren is te gebruiken, daar bij deze motor steeds een neerwaartse zuigerdruk heerst en de pen dus op de rolplaat blijft rusten. Op de plaats, waar de zuiger het heetst werd, zodat inbranden het gevolg was, is een los brandstuk 1 (paddestoel) aangebracht. Het bovengedeelte ligt vrij in de zuiger en kan uitzetten, terwijl het onderste, conische gedeelte in de zuiger afsluit. In het spoelkanaal zien we een smoorklep 3 aangebracht, die bij een geringere belasting iets kan worden afgesloten, in overeenstemming met de kleinere hoeveelheid lucht die nodig is. Hiermee wordt eenvoudig bereikt, dat de cilinder niet geheel wordt schoongespoeld, zodat een gedeelte van de hete verbrandingsgassen achterblijft. Dit hete gas met de lucht tesamen gecompriemd, verkrijgt een voldoende temperatuur om de gloeiplaat op vrij constante temperatuur te houden. Werd de cilinder geheel schoongespoeld, dan zou er door de verbranding van de geringere hoeveelheid brandstof niet voldoende warmte ontstaan om de plaat op temperatuur te houden. De kleinere hoeveelheid brandstof wordt verkregen door de pomp-slag te verkleinen, waarvoor de reguleur zorg draagt (zie fig.26). Bij te grote snelheid gaan de gewichten 1 meer naar buiten en wordt de op de as verschuifbare brandstof-nokschijf met nok 2 naar links verplaatst, waardoor rol 3, die de brandstofpompplunjer beweegt, nok 2 een kleinere slag laat maken (hierover later meer). De kleine motoren brengt men met de hand op gang; bij de grotere moet men dat doen met behulp van gecompriemde lucht. Deze zg. aanzetlucht moet steeds met een druk van ± 15 atmosfeer in het aanzetvat voorradig zijn. Aan de cilinder is daarvoor een aanzettoestel of luchtaanzetter (fig.25) aangebracht. Staat de motor in de goede stand, even voorbij het dode punt in top, dan brengt men de handel 3 in de door een stippellijn aangegeven stand. Hierdoor krijgt de aanzetlucht, die onder de klep wordt aangevoerd toegang tot de cilinder en wordt de zuiger snel omlaag gedrukt.

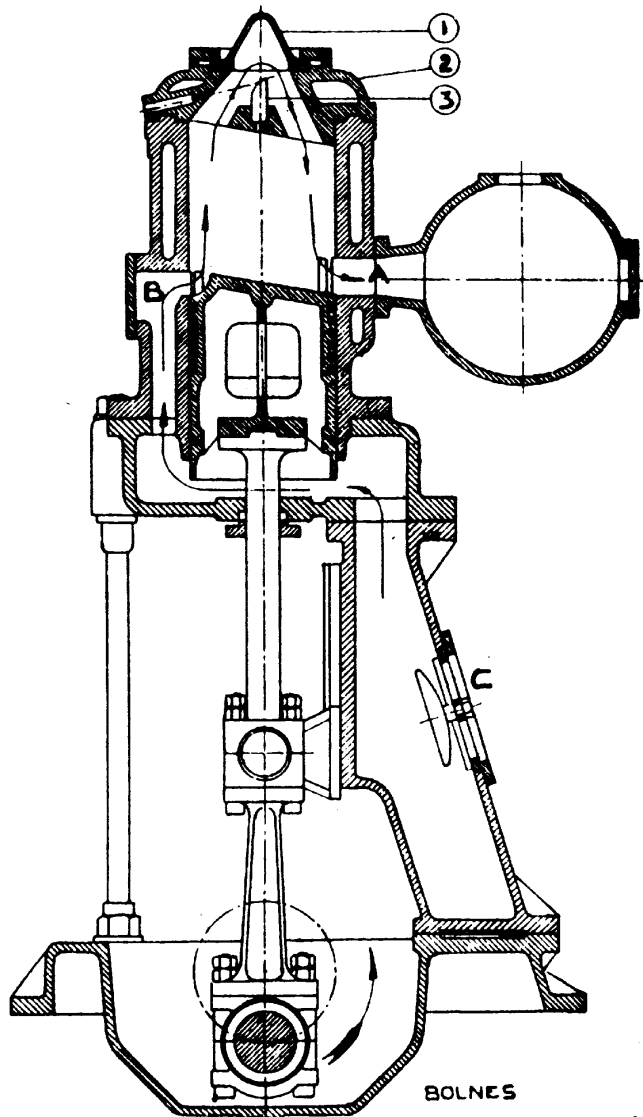


fig. 23

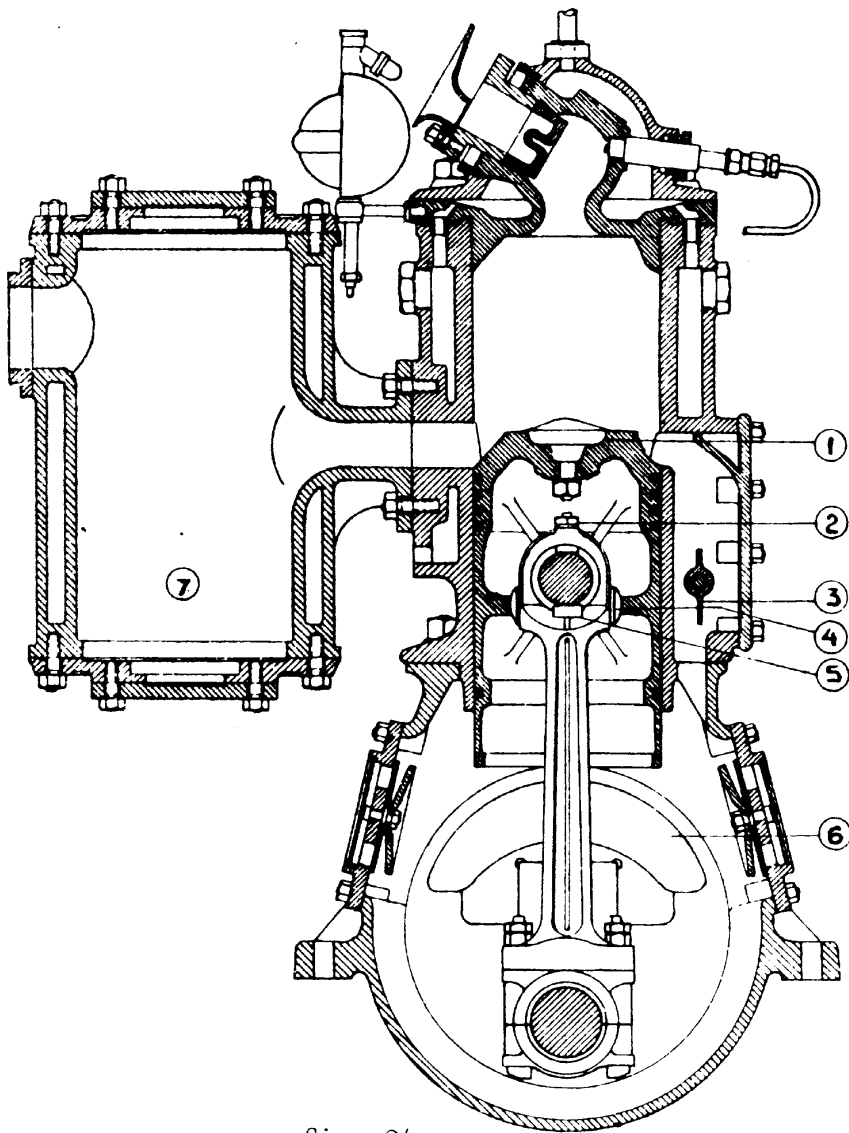


fig. 24

2.6.4. De Hogedruk Motor.

Elke oliemotor, waarin de compressiedruk van de verbrandingslucht zo hoog wordt opgevoerd, dat de temperatuur hiervan boven de ontstekingstemperatuur van de te gebruiken brandstof ligt, zodat deze, tegen het einde van de compressieslag in de cilinder gebracht, vanzelf ontbrandt en er dus geen speciale ontstekingsapparaten nodig zijn. Zij hebben hun ontstaan te danken aan Dr. Diesel, die in 1893 de theorieën over zijn vinding bekend maakte. Dit was dus al kort, nadat de gloekopmotor was ontstaan (1892), waarin, zoals uit het voorgaande bekend is, eveneens de verbrandingslucht wordt gecomprimeerd, maar nog pas tot een grens, die ver onder de ontstekingstemperatuur van de brandstof ligt.

Daarop laat men de handel direct los, zodat de klep zich weer sluit. Voor het vullen van het aanzetvat kan handwielje 1 naar behoefte worden geopend en stroomt soms enige lucht, maar in hoofdzaak verbrandingsgassen, door de terugslagklep 2 naar het aanzetvat. Indien het aanzetvat niet voldoende op spanning is (bijv. bij een nieuwe motor), kan een koolzuurfles worden aangesloten. Men moet er voor zorgen nooit een zuurstoffles te nemen, daar er bij een normale hoeveelheid brandstof al een geweldige druk kan ontstaan, maar bij het aanzetten is het waarschijnlijk, dat er meer brandstof in de cilinder aanwezig is en dan is een geweldige explosie lang niet denkbeeldig.

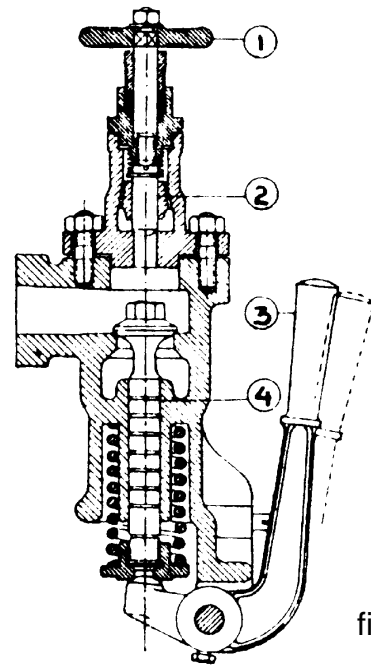


fig 25

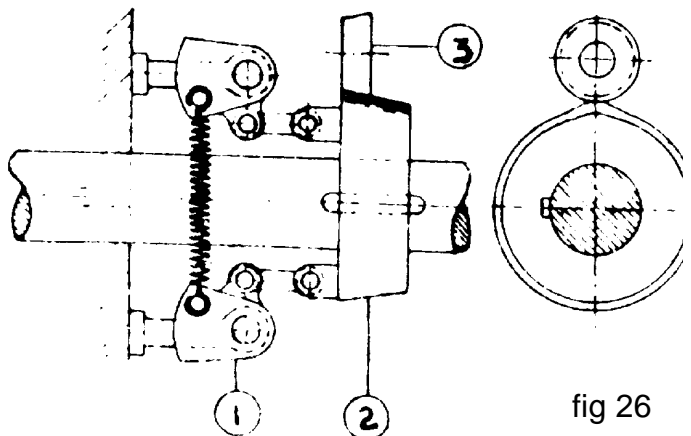


fig 26

Dr. Diesel zou echter de compressiedruk van de verbrandingslucht in de cilinder zeer hoog opvoeren. Daardoor zou niet alleen de in te brengen brandstof vanzelf ontbranden, maar door de hogere begintemperatuur zou het rendement belangrijk stijgen. Hij meende de zwaarste oliesoorten en zelfs poederkool als brandstof te kunnen gebruiken. Eveneens dacht hij de brandstof meer geleidelijk (langzamer) in te brengen, zodat de verbranding daarvan ook geleidelijk zou plaats hebben, waardoor de druk van de ontstane verbrandingsgassen gedurende de verbranding vrij constant zou blijven. Hoewel het niet is gelukt, poederkool als brandstof te gebruiken en dit tot nu toe bij proefnemingen is gebleven, was daarentegen het succes met het gebruik van petroleum als brandstof in een viertaktmotor des te groter en er werd een rendement van 26% bereikt (dit was toentertijd bij de stoommachine maar 13%). In deze, naar de uitvinder genoemde, dieselmotor werd weliswaar om praktische redenen (te zware constructie en zeer hoge temperaturen) slechts een compressie tot ongeveer 35 atmosfeer toegepast, maar de verbranding had in werkelijkheid bij een vrij constant blijvende druk plaats, zodat men bij dit type van een gelijkdrukmotor sprak, in tegenstelling met de toen bestaande motoren, waarbij gedurende de verbranding de druk zo snel opliep, dat men deze explosiemotoren noemde. Ten einde een goede verbranding te krijgen bleek het noodzakelijk, de brandstof in fijn verstoven toestand in de cilinder te brengen, wat werd bereikt door de olie door middel van tot 50 à 70 atmosfeer samengeperste lucht in de cilinder te blazen (dus tegen de compressiedruk van 30 à 35 atmosfeer in).

2.6.5. De Dieselmotor.

De dieselmotor moest van een compressor worden voorzien, waarin deze zg. inblaaslucht werd gecomprimeerd.

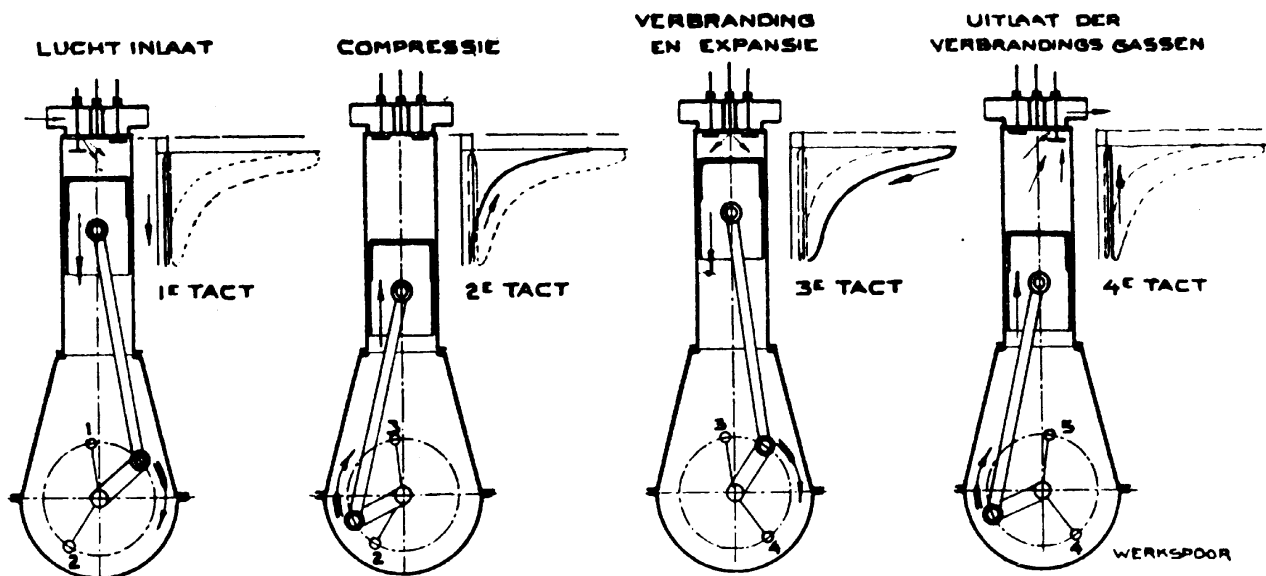
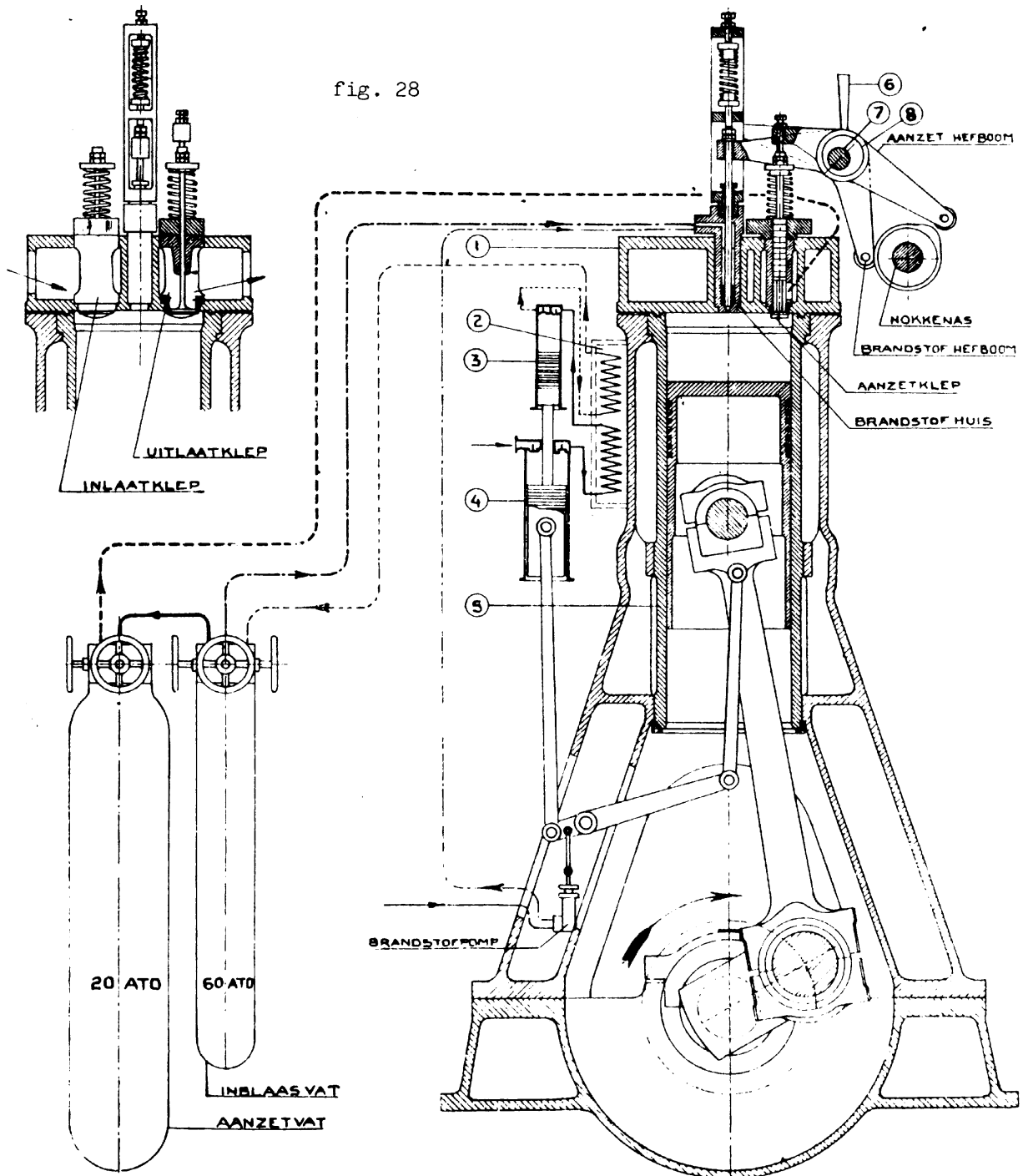


fig. 27

In fig.27 is het arbeidsschema van een viertakt dieselmotor weergegeven. Bij de krukstand 1 begint de inlaatklep te openen, zodat gedurende de eerste takt (1e slag, zuiger gaat omlaag) lucht in de cilinder wordt aangezogen; hierbij heerst dus vooral tengevolge van de weerstand langs de klep een geringe onderdruk in de cilinder (zie de getrokken inlaatlijn van het diagram). Bij de krukstand 2 is de inlaatklep weer gesloten, zodat gedurende de tweede takt (2e slag, zuiger gaat omhoog) de verbrandingslucht wordt gecomprimeerd tot 30 à 35 atmosfeer (zie de getrokken lijn in het diagram).

Is de kruk in stand 3, wanneer de zuiger bijna in top is gekomen, dan begint de geleidelijke invoer van de brandstof, waardoor de verbranding hiervan over een kort gedeelte van de derde takt plaats heeft en de verbrandingsdruk vrij constant blijft, waarop dan de expansie van de verbrandingsgassen volgt. Deze derde takt (3e slag, zuiger gaat omlaag) is dus de werk- of arbeidslag (zie wederom de getrokken lijn, nu in het derde diagram). Bij krukstand 4, voordat de kruk en de zuiger beneden zijn, begint de uitlaatklep te openen, waardoor de druk in de cilinder snel afneemt en gedurende de vierde takt (4e slag, zuiger gaat omhoog) de verbrandingsgassen verder zullen worden uitgedreven, zodat in de cilinder een geringe overdruk zal heersen. Bij krukstand 5 is de uitlaatklep gesloten en herhaalt alles zich. De uitlaatklep is bij krukstand 1 al weer geopend.



Na de werking willen we nu de inrichting van de dieselmotor nagaan, waarvoor in fig. 28 een van de eerste motoren schematisch is weergegeven. Deze verticale motor bestaat uit een zg A-vormig frame, dat met de twee kolommen is bevestigd op de fundatieplaat, waarin de krukas draaibaar in lagers is opgesloten. De afzonderlijke werkcilinder 5 kan door de eenvoudige vorm van beter materiaal worden gegoten en is eventueel gemakkelijk te vernieuwen. Met een pakking wordt de werkcilinder goed afgedicht. Om de cilinder is een ruimte, onder en boven is het frame goed afgesloten, waar het koelwater goed langs kan stromen. De lange trunkzuiger maakt een goede afdichting tegen de hoge drukken mogelijk, terwijl een groot cilinderoppervlak de zijdelingse drukken opneemt, zodat geen zuigerstang nodig is. Hierdoor ontstaat een niet te hoge, sterk gebouwde motor. In de afzonderlijke cilinderkop 1, ook met water gekoeld, zijn verschillende kleppen aangebracht, die door middel van klephefbomen op de juiste tijden worden geopend en gesloten. Deze hefbomen worden gecommandeerd door evenzoveel nokken, aangebracht op de nokas, die de helft van het aantal omwentelingen van de krukas maakt. Hij wordt door de krukas, door middel van een overbrengingsmechanisme, aangedreven. Natuurlijk is deze motor van een zwaar vliegwiel voorzien. De luchtcompressor, die de voor een goede verstuiving noodzakelijke inblaaslucht moet leveren, wordt door een balans aangedreven. Hieraan hebben wij, voor het gemak, in het schema de brandstofpomp gekoppeld. Zowel om een constante druk van de inblaaslucht te behouden, als om na het stoppen van de motor, voor het opnieuw aanzetten, inblaaslucht in voorraad te hebben, is een inblaasvat nodig, terwijl ook een aanzetvat, gevuld met lucht van 15 à 20 at, aanwezig moet zijn om de zware motor aan te kunnen zetten. De beide grote kleppen zijn de in- en uitlaatklep, die natuurlijk naar binnen opengaan, zodat zij gedurende de in de cilinder optredende hoge drukken (compressie- en werkslag) vanzelf goed afsluiten en er maar licht gespannen veren nodig zijn om hen zo snel te doen bewegen, dat de rollen van de klephefbomen op hun nokken blijven aanlopen. De kleine klep, die ook naar binnen opengaat, is de aanzetluchtklep, die dus alleen maar dienst doet bij het aanzetten van de motor. Omwille van de afdichting is de klepsteel van boven verdikt en van groeven voorzien en passend in het aanzethuis geslepen. Behalve dat hierdoor een goede geleiding en afdichting zonder pakking wordt verkregen, is hij nu ook in evenwicht, als rondom de dunne steel de aanzetlucht in het huis wordt toegelaten. Ook hiervoor is dus slechts een lichte veer nodig, die zorgt, dat de hefboomrol op de nok blijft aanlopen, wanneer de klep dienst doet en dat de klep gesloten blijft, wanneer de motor loopt. In tegenstelling met al deze klepafsluitingen is het brandstofhuis voorzien van een naaldafsluiting, waarmee gemakkelijk een goede afdichting van de kleine doorlaat tegen de hoge druk is te bereiken. De brandstofnaald opent dus niet naar binnen, maar moet voor elke brandstofvulling worden gelicht. De brandstofhefboom loopt tegen de brandstofnok aan de andere zijde van de nokas. Terwijl de in- en uitlaathefbomen een vast draaipunt hebben om het asje 7, is het draaipunt van de brandstof- en aanzetluchtheefboom hoger of lager verstelbaar, doordat zij om een excentrische bus 8 draaien, die met een handel 6 over het asje 7 verstelbaar is. In de getekende stand ligt het middelpunt van de bus 8 zo hoog, dat de rol (op het einde) van de aanzetheefboom vrijloopt van zijn nok en dus buiten dienst staat, zodat de klep gesloten blijft. Daarentegen loopt de brandstofhefboomrol tegen zijn nokschijf en zal wel dienst doen; hieruit volgt dus, dat de getekende stand de bedrijfsstand is. Wordt met de handel de bus 8 rechtsom gedraaid, dan daalt het middelpunt zover, dat de brandstofhefboom vrijloopt en de naald dus gesloten blijft. Dan zal echter de aanzetheefboomrol tegen zijn nokschijf lopen en de motor met behulp van de aanzetlucht op gang worden gebracht. Hiervoor heeft de aanzetnok een zodanige lengte en stand op de nokas, dat de aanzetklep wordt geopend gedurende ± 0.8 van de slag, die bij de in bedrijf zijnde motor de werkslag is, omdat daarop immers een uitlaatslag volgt. Als de aanzetlucht de zuiger omlaag heeft gedrukt, stroomt zij bij de volgende opgaande zuigerslag door de uitlaat weg, daar deze gewoon functioneert. De dan volgende neergaande slag wordt niet voor het aanzetten gebruikt, omdat de inlaatklep ook gewoon functioneert, zodat de aanzetlucht door deze klep zou ontsnappen.

Wil men de motor kunnen aanzetten, dan moet de nokkenas in de goede stand staan of worden geturnd; dit is, zoals we weten, na de compressieslag even door de topstand heen, zover, dat de aanzetnok de aanzetklep al iets opent. De aanzethandel 6 wordt in de aanzetstand, rechtsom omlaag, geplaatst en het zuigafsluiterje van de brandstofpomp en de afsluiter van het inblaasvat moeten worden geopend, waardoor de brandstof, zodra dit nodig is, in de cilinder kan worden geblazen. Door het openen van het aanzetventiel aan het aanzetvat stroomt er lucht met een spanning van 20 at naar het aanzethuis en via de geopende klep in de cilinder, zodat de zuiger omlaag wordt gedreven. Tegen het einde van de slag is de aanzetklep gesloten en volgt er een gewone uitlaatslag, vervolgens een gewone inlaatslag en daarna de compressieslag. Om de motor sneller op gang te krijgen, wordt soms wel door handel 6 tevens een compressieventiel geopend, zodat er tijdens het gebruik van de aanzetklep geen compressie zal plaats hebben. Na deze slag volgt er weer aanzetlucht, enz. Heeft de motor voldoende snelheid, dan wordt de handel 6 in de bedrijfsstand geplaatst en wordt thans na de inlaatslag en de nu wel optredende compressieslag de in het brandstofhuis opgehoopte brandstof door de inblaaslucht fijn verstoven ingeblazen. Hierop volgt een werkslag en de motor loopt. Eveneens kan tijdens het aanzetten de brandstofpomp buiten werking worden gesteld, daar er zich anders te veel brandstof in het huis zou ophopen. Hoewel de brandstofpomp ter vereenvoudiging aan de balans gekoppeld is getekend, en in de tekening bij iedere omwenteling brandstof opvoert, wordt hij algemeen zo uitgevoerd, dat dit slechts eenmaal per twee omwentelingen gebeurt. Dit doet echter weinig ter zake als de benodigde brandstof maar in het brandstofhuis aanwezig is, wanneer de toevoer plaats moet hebben en de naald daarvoor wordt gelicht. Door het verminderen van deze hoeveelheid brandstof kan op eenvoudige wijze het vermogen van de motor worden verminderd. Dit kan gebeuren door een reguleur te laten inwerken op de slag of op de zuigklep. Omdat het brandstofhuis voortdurend door de inblaasleiding met het inblaasvat in verbinding moet staan, zal de brandstofpomp de brandstof dus tegen deze hoge druk in moeten pompen; daarom spreken we dan ook van een H.D.-brandstofpomp. Deze wordt thans algemeen van een geslepen plunjer voorzien, waardoor het moeilijk dichthouden met pakking is vervallen. Met de brandstof wordt tevens ook een hoeveelheid inblaaslucht ingeblazen. Het inblaasvat moet daarom regelmatig worden bijgevuld, waarvoor de luchtcompressor dient. Met het oog op het materiaal en de smering is het niet mogelijk de lucht ineens tot 60 at te comprimeren, daar ze dan een zeer hoge temperatuur zou bereiken, terwijl ook het rendement van zo'n pomp zeer slecht zou zijn. De lucht wordt dan ook meestal in drie, soms in twee, trappen tot deze druk gecomprimeerd (zie schema). In de L.D.-compressor wordt ze tot ± 4 at. gecomprimeerd en vandaar door een spiraalvormige buis, waarin ze door stromend water wordt gekoeld, naar de zuigkleppen van de M.D.-compressor gevoerd. De M.D.-compressor comprimeert de lucht tot ± 18 at., waarna ze weer wordt gekoeld en dan naar de H.D.-compressor wordt geleid. Na hierin tot 60 at. te zijn gecomprimeerd, stroomt de lucht nu via de H.D.-koeler naar het inblaasvat. Door de aanzuigdoorlaat naar de L.D. minder of meer te openen, wordt de juiste hoeveelheid inblaaslucht afgeleverd, waarvan door een overstroomleiding een voldoende hoeveelheid in het aanzetvat kan overstromen. Hiertoe moet men natuurlijk zo gauw mogelijk overgaan, als de motor na het aanzetten op brandstof loopt, opdat men bij eventuele storing niet met een leeg aanzetvat zit, wat stagnatie veroorzaakt.

2.6.6. Hogedruk inspuitmotoren.

Bij de hogedruk-inspuitmotoren wordt de gasolie in de verbrandingsruimte gespoten. Deze motor heeft een hogedruk-brandstofpomp, die de olie onder een druk van 150 tot 600 atm in de verbrandingsruimte spuit. Deze hogedruk is nodig opdat de inspoten oliedeeltjes voldoende diep doordringen in de gecomprimeerde lucht van ± 30 at.

Een goede vermenging met de lucht wordt hierdoor bevorderd. De ingespoten olie moet zeer fijn verdeeld worden, zodat ze spoedig zal verdampen. Dit geschiedt door de olie door verstuivergaatjes van $\pm 0,2$ mm te persen. Het hieruit spuitende straaltje ziet er uit als een rookwolkje, zo fijn verdeeld is de olie. Toen Diesel zijn motor uitvond, was men nog niet in staat goede hogedruk-brandstofpompen en bijbehorende verstuivers te vervaardigen. De hogedrukmotor heeft geen compressor nodig, waardoor de bouw van deze motor eenvoudiger wordt. In fig. 29 is een motor met hogedruk-brandstofpomp voorgesteld. Vergelijken we deze tekening met tekening 28 van de inblaasmotor, dan valt de eenvoud van constructie direct op. Door de eenvoudige constructie van de hogedrukmotor werd het mogelijk deze motor te gebruiken voor het aandrijven van treinen, landbouwwerktuigen en autobussen. Zodoende nam de hogedrukmotor de plaats in, die voordien bestemd was voor benzine- en gloeikopmotoren. In fig. 29 zien we verder nog, dat de zuigerbodem hol is gemaakt. De ingespoten brandstof zal de bolvormige bodem van de zuiger niet bereiken. De verdamping en verbranding zou dan onvolledig zijn. De in fig. 29 voorgestelde motor noemt men een motor met directe inspuiting, omdat de brandstof direct in de verbrandingsruimte van de cilinder gespoten wordt. Insputmotoren vereisen meestal brandstof van betere kwaliteit. Hoofdzakelijk gebruikt men voor insputmotoren gasolie. In de volgende hoofdstukken zullen we enkele systemen bespreken, waarbij de brandstof eerst in een voorkamer van de verbrandingsruimte wordt gespoten.

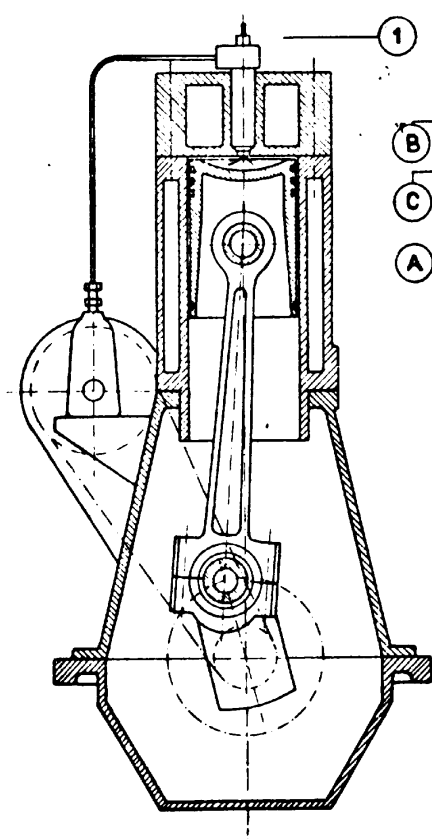


fig. 29

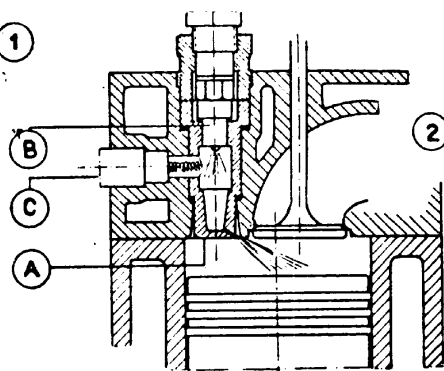


fig. 30

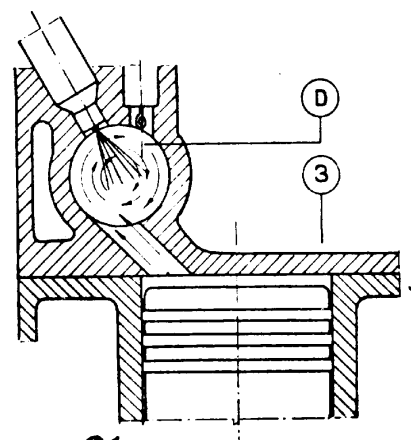


fig. 31

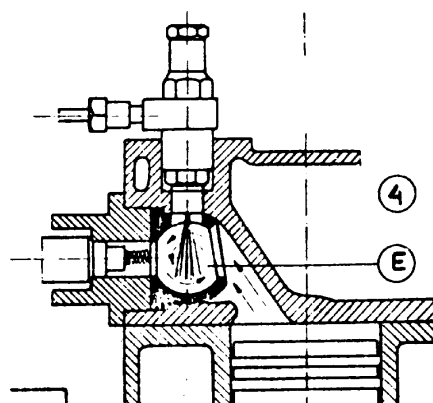


fig. 32

2.6.6.2. Hogedrukmotoren met voorkamer en wervelkamer.

In fig. 30 zien we een cilinderkop van een hogedrukmotor, waarbij een voorkamer A is toegepast. Hiermede wordt, ondanks een veel lagere inspuitedruk (90 tot 150 at), toch een goede verbranding verkregen. Door enige kleine gaatjes staat de voorkamer in verbinding met de verbrandingsruimte van de cilinder. Tijdens de compressie spuit een brandstofpomp enige straaltjes brandstof door een verstuiver B in de voorkamer. De kleine hoeveelheid hete lucht in de voorkamer veroorzaakt verdamping en ontsteking van een gedeelte van deze brandstof. Hierdoor ontstaat er in de voorkamer een zeer hoge druk, waardoor het mengsel van verdampende en brandende olie naar de verbrandingsruimte van de cilinder wordt geperst. In de verbrandingsruimte bevindt zich voldoende lucht voor verdere verbranding. Omdat de brandstof in gasvorm de voorkamer verlaat en in de cilinder komt, worden deze motoren ook wel motoren met gasverstuiving genoemd. Het is in de meeste gevallen niet mogelijk deze motoren direct aan te zetten. De lucht in de voorkamer ondervindt een grote afkoeling tegen de wanden. Bij de eerste compressieslag krijgt men dan niet voldoende warmte voor het aansteken van een gedeelte van de brandstof. Bij het aanzetten van deze motoren wordt de voorkamer dan ook verwarmd met behulp van een elektrische gloeispiraal of een lont. Deze gloeispiraal zal dan tevens de eerste voorverbranding moeten inleiden. Wanneer de motor enige ogenblikken heeft gelopen, kan de gloeispiraal uitgeschakeld worden. Fig. 31 toont ons een motor met wervelkamer. De verbrandingskamer D, wervelkamer genoemd, ligt in de kop en is met de cilinder verbonden door een tangentiaal lopend kanaal. Bij de compressie zal de lucht in de kamer stromen en hierin een snel wervelende beweging verkrijgen. In deze wervelende lucht wordt brandstof gespoten. De brandstof kan zich nu goed met de lucht vermengen, waardoor een volledige verbranding ontstaat. In de wervelkamer bevindt zich soms een kogelvormige schaal, de gloeischaal (fig. 32). Doordat de schaal niet zo goed gekoeld wordt als de omringende delen, zal de rand van schaal zacht donkerrood gloeien. Hierdoor wordt de brandstof nog sneller verdampt en ontstoken. De compressiedruk is bij deze motoren ± 25 at, de inspuitedruk 90 at, terwijl de verbrandingsdruk 45 at bedraagt. Deze laatste hogedrukmotoren behoren eigenlijk niet volledig tot de dieselmotoren. Immers Diesel voerde de compressie zodanig op, dat de compressiedruk in staat was de ingeblazen brandstof aan te steken. Bovendien bracht Diesel de brandstof met behulp van samengeperste lucht in de cilinder. Deze motoren worden daarom dan ook semi-dieselmotoren genoemd.

De voordelen van de voorkamer- en wervelkamer motoren zijn:

- A. Zij geven onder normale belastingsomstandigheden een reuk- en rookvrije verbranding;
- B. De brandstof wordt steeds met dezelfde druk in de cilinder gebracht;
- C. De hoogste verbrandingsdruk ontstaat in de voorkamer, waardoor de zuiger, de drijfstang, enz. niet zo zwaar belast worden;
- D. Het aantal omwentelingen kan hoog zijn, waardoor een kleine motor veel pk kan leveren.

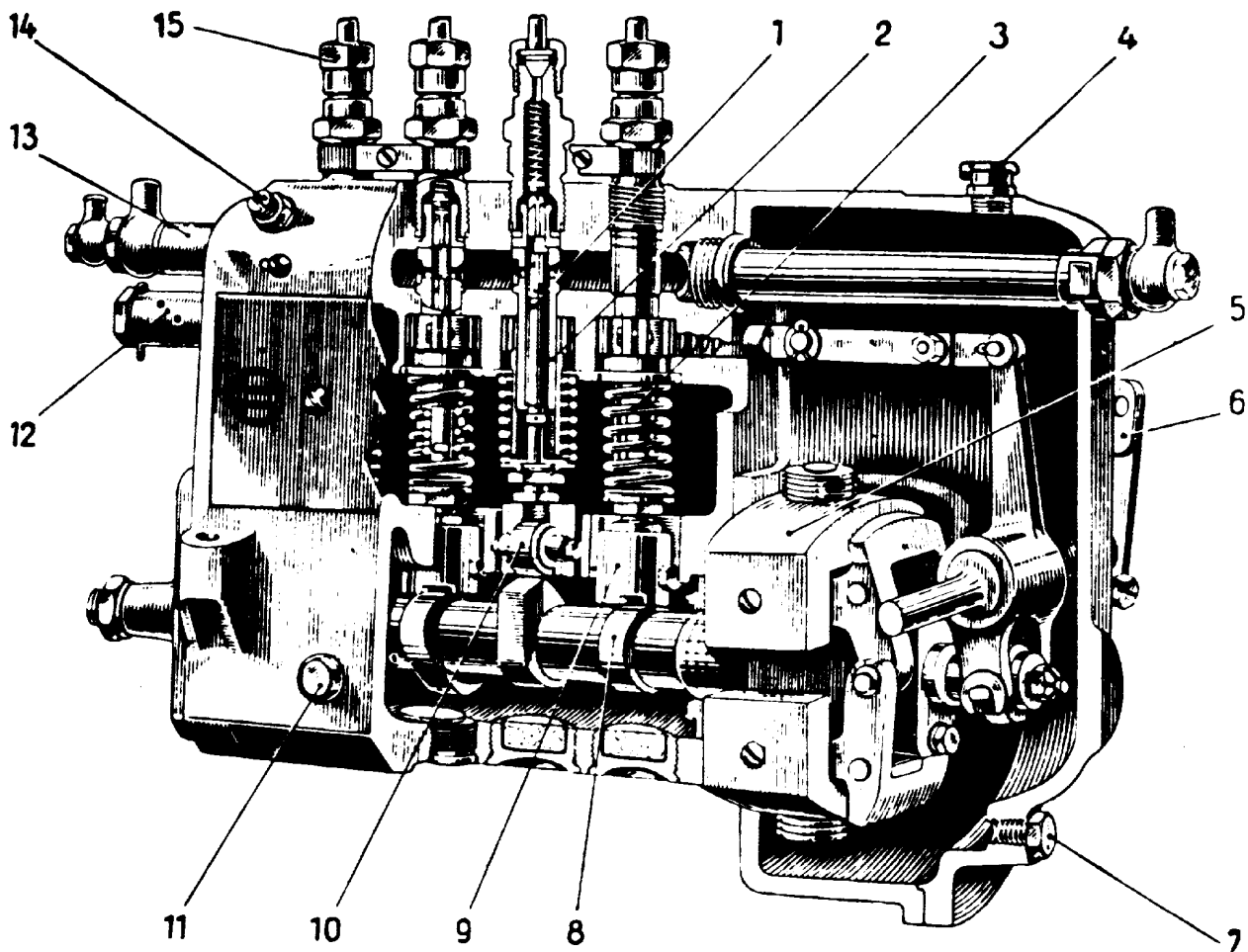
De nadelen van deze motoren zijn:

- A. Zij moeten vrijwel alle met een gloeispiraal voorverwarmd worden;
- B. Het brandstofverbruik is hoger dan van de motoren met directe inspuiting.

2.6.6.3. De hogedruk-brandstofpomp.

Er zijn tegenwoordig vele brandstofpompen in de handel. Enkele daarvan slechts treden op de voorgrond. De meeste hogedruk-motoren zijn thans uitgevoerd met de Bosch-brandstofpomp. Deze brandstofpompen worden vervaardigd door de firma Bosch te Stuttgart. De Bosch-brandstofpomp bestaat uit zoveel enkelwerkende pompjes als de motor cilinders heeft. Een viercilinder hogedrukinspuitmotor heeft dus een brandstofpomp met vier enkelwerkende pompjes.

Deze pompjes zijn alle in een rij geplaatst en ondergebracht in één huis.



- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| 1. pomplunjer | 9. huisrolstoter |
| 2. pompcilinder | 10. rolstoter |
| 3. veer | 11. overloopschroef |
| 4. olievulpomp | 12. aanslagregelhandel |
| 5. reguleur | 13. overstroom |
| 6. regelhandel | 14. ontluchtingsschroef |
| 7. overloopschroef | 15. aansluitnippel van persleiding |
| 8. nokkenas | |

De doorsnede van een enkelwerkend pompje is hierbij afgebeeld (fig. 34.) De plunjer van dit pompje wordt, met behulp van een stoterrol, door de nok van de nokkenas omhoog gedrukt. Een schroefveer zorgt voor de neergaande slag. De plunjer heeft aan het onderende een zgn. plunjernok, die tijdens de op- en neergaande bewegingen geleiding heeft in een rechthoekige uitsparing van een bus. Om het bovineinde van deze bus is een tandwiel geklemd. In dit tandwielgrijpt de vertanding van de regelstang. Verplaatst de reguleur de regelstang, dan wordt de bus gedraaid en neemt de pomplunjer tijdens het op- en neergaan een andere stand in. Door het verdraaien van de plunjer wordt de opbrengst van de pomp veranderd.

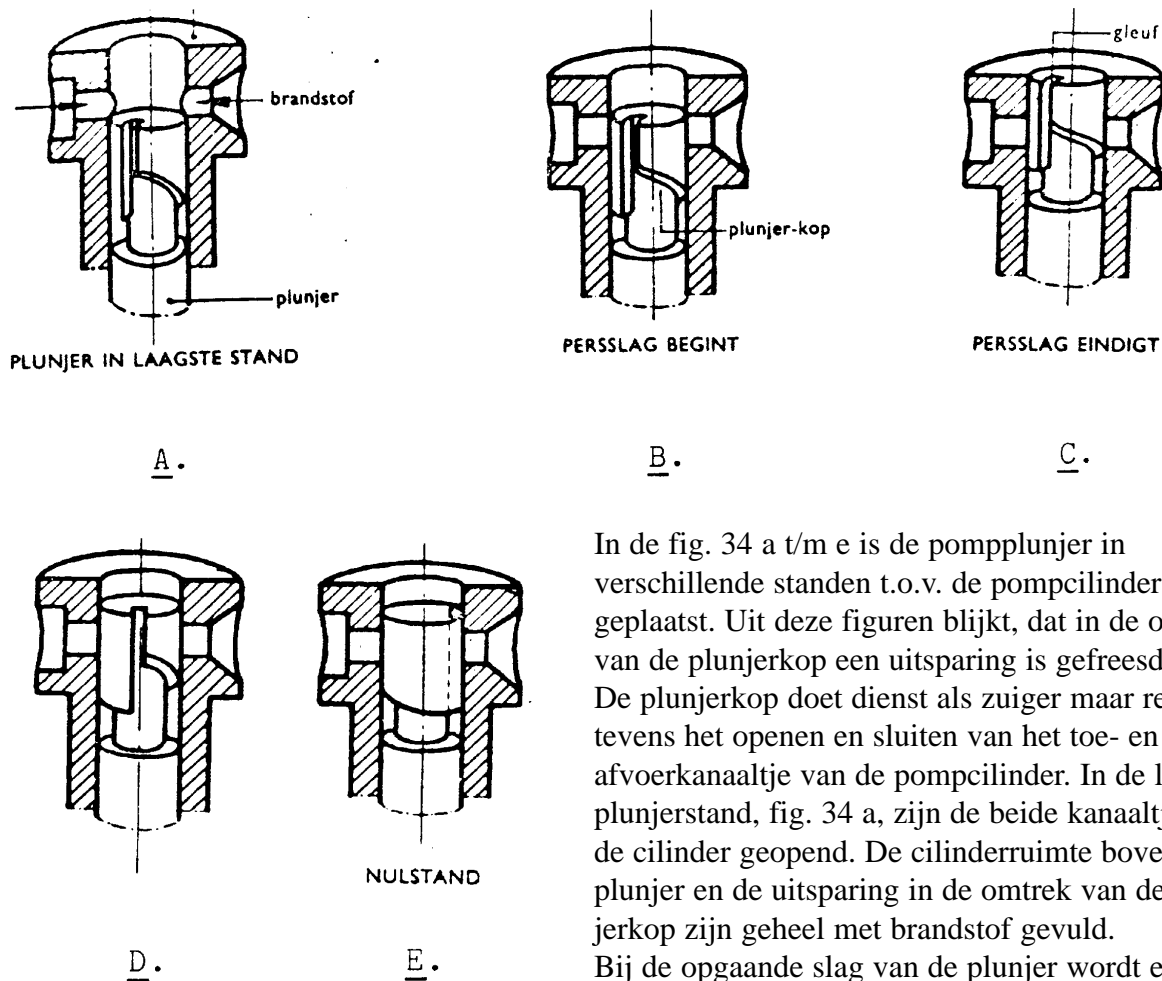


fig. 34

In de fig. 34 a t/m e is de pompplunjer in verschillende standen t.o.v. de pompcilinder geplaatst. Uit deze figuren blijkt, dat in de omtrek van de plunjerkop een uitsparing is gefreesd. De plunjerkop doet dienst als zuiger maar regelt tevens het openen en sluiten van het toe- en afvoerkanaaltje van de pompcilinder. In de laagste plunjerstand, fig. 34 a, zijn de beide kanaaltjes in de cilinder geopend. De cilinderruimte boven de plunjer en de uitsparing in de omtrek van de plunjerkop zijn geheel met brandstof gevuld. Bij de opgaande slag van de plunjer wordt er niet eerder geperst, voordat de plunjer de kanaaltjes gesloten heeft (zie fig. 34 b). Vanaf dit ogenblik komt de brandstof onder druk en wordt door het

drukventiel naar de motor (verstuiver) geperst. De brandstoflevering eindigt, wanneer de schuine kant van de plunjerkop gelijk staat met het rechter kanaaltje in de cilinder (fig. 34 c).

Op dit moment wordt nl. een verbinding tot stand gebracht tussen de pers- en de zuigruimte van de cilinder, doordat de plunjerkop voorzien is van een in lengte richting gefreesde groef. Gedurende het verdere gedeelte van de opgaande slag wordt dus geen brandstof naar de verstuiver geperst. Door draaiing van de plunjer zal de schuine kant van de plunjerkop het kanaaltje in de cilinder vroeger of later bereiken en de brandstoflevering kleiner of groter zijn.

Fig 34 d geeft de plunjerstand bij kleiner opbrengst, terwijl fig. 34 e een plunjerstand geeft, waarbij gedurende de gehele slag de zuig- en persruimte met elkaar in verbinding blijven.

Bij deze stand wordt er niet geperst en de opbrengst van de pomp zal nu nul zijn. In deze stand stopt de motor. Door het verstellen van het tandwiel op de bus is het mogelijk voor elke cilinder apart de juiste plunjerstand en daardoor de opbrengst te bepalen. De regelstang wordt bediend door de reguleur. De reguleur zorgt ervoor, dat de pomp de hoeveelheid brandstof zal leveren overeenkomende met de belasting van de motor. De druk, door de plunjer van de pomp op de brandstof uitgeoefend tijdens de persslag, zal zich door de brandstofleiding voortplanten, indien de leiding geheel met brandstof is gevuld. Bevat de brandstof lucht- of gasbellen, dan zal er tijdens de persslag geen brandstof uit de verstuiver spuiten. De brandstof mag geen vaste stoffen bevatten, die slijtage van de plunjer en de cilinders kunnen veroorzaken.

2.6.6.4. Brandstoftoevoer naar brandstofpomp.

In het schema van fig. 35 is de brandstoftank lager geplaatst dan de brandstofpomp. Een aanvoerpomp, aangedreven door de nokkenas van de brandstofpomp, zuigt de brandstof uit de tank en perst deze in de filter. In fig. 35 a zien we dat de brandstof de glazen kolf van de filter zal vullen, waarbij lucht- en gasbellen kunnen opstijgen. De brandstof, door de brandstofpomp aangezogen, moet door het filterlichaam dringen waarin de vaste stoffen (zand e.d.) worden vastgehouden. De brandstofpomp krijgt zodoende alleen zuivere en luchtvrrije brandstof. De hoeveelheid brandstof, aangevoerd door de aanvoerpomp, is echter groter dan de hoeveelheid die door de brandstofpomp wordt afgenomen. De filter is daarom voorzien van een zgn. overstroomventiel. Het overschot van de aangevoerde brandstof kan door het overstroomventiel en de overstroomleiding terugstromen naar de brandstoftank. Bij de behandeling van de Bosch-brandstofpomp werd er al op gewezen dat de gehele pompinstallatie lucht- en gasvrij moet zijn. Lucht en gas zijn samendrukbaar.

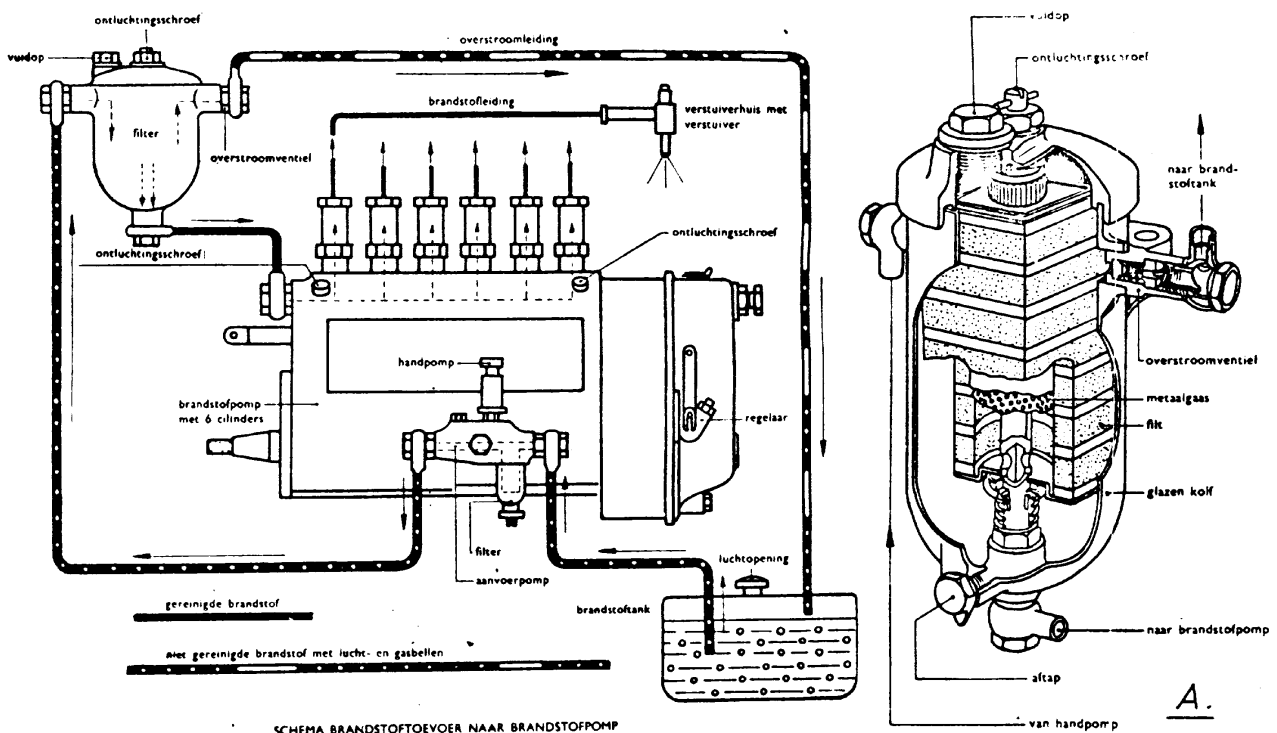


fig. 35

De ontluiking van de gehele installatie moet dan ook met zorg geschieden. Om een goede ontluiking mogelijk te maken voordat de motor wordt aangezet, is een handpompje aanwezig (zie fig. 35). Met dit handpompje kunnen we de brandstof door de gehele installatie pompen. Door het losdraaien van de ontluikingsschroeven kan de lucht ontsnappen en kunnen we controleren of er nog lucht in de installatie aanwezig is. Tijdens het ontluiken van de installatie moet de brandstofpomp op nulstand gesteld zijn. Om er zeker van te zijn dat ook de brandstofleidingen van de brandstofpomp naar de verstuivers geen lucht bevatten, worden de pijpverbindingen bij de verstuiver losgemaakt.

2.6.6.5. Luchtverstuiver.

De verstuiver is een zeer belangrijk onderdeel van de hogedrukmotor. In de verstuiver wordt de brandstof in zeer kleine deeltjes verdeeld. Deze kleine deeltjes kunnen dan in aanraking komen met de lucht, waardoor een volkomen verbranding bevorderd wordt. Dr. R. Diesel bereikte een goede verstuiwing door de brandstof met behulp van samengeperste lucht door een verstuiver te blazen. De verstuiver door Diesel geconstrueerd werd daarom luchtverstuiver genoemd.

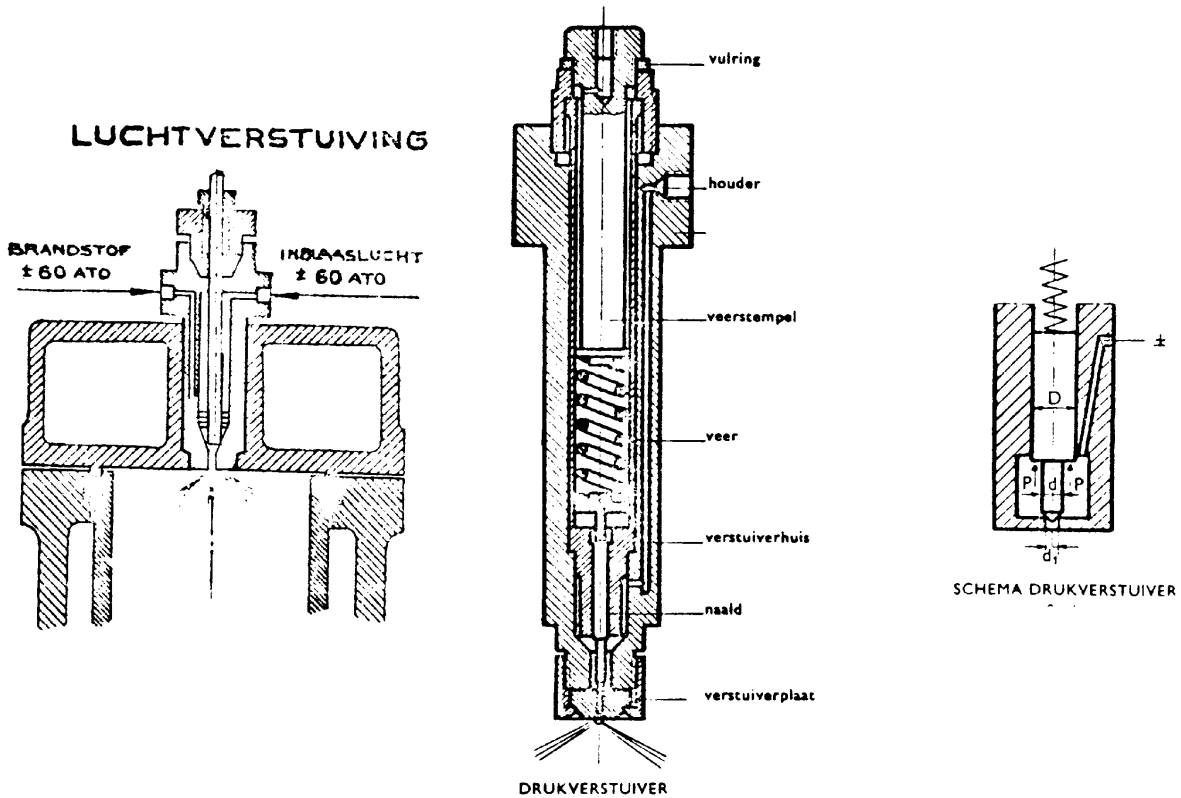


fig. 36

2.6.6.6. Drukverstuiver.

Door toepassing van een hogedruk-brandstofpomp wordt de brandstof tijdens het inspuiten ver-stoven. De verstuiver die hierbij gebruikt wordt is schematisch aangegeven in fig. 36. Hij bestaat uit een met een veer belaste naald, welke aan de onderzijde dunner is gedraaid. De brandstof wordt onder een druk P door de brandstofpomp in de verstuiver geperst. Deze druk zal onder tegen het ringvormige oppervlak $\frac{1}{4} \pi D^2 - \frac{1}{4} \pi d^2$ drukken en de naald trachten te lichten. De veer tracht de naald echter op haar zitting te houden. Wanneer nu de pompdruk hoog genoeg is, zal de naald worden gelicht en spuit de brandstof door één of meer gaatjes in de verstuiversruimte. Men kan dus op eenvoudige wijze de inspuitdruk verhogen of verlagen door de veer meer of minder te spannen. Fig. 36 geeft de doorsnede van een dergelijke verstuiver. In de verstuivershouder is het verstuivershuis met naald aangebracht. Een veer drukt de naald op haar zitting. Een vulring zorgt voor de juiste veerspanning. De brandstof wordt bij deze verstuiver door enige gaatjes van 0,2 tot 0,4 mm diameter, welke in de verstuiversplaat zijn geboord, in de verbrandingsruimte geperst. Hoe hoger de druk en hoe nauwer de gaatjes zijn, hoe fijner de brandstof wordt verstoven. Er moet speciaal op gelet worden, dat het verstuivershuis en de naald steeds bij elkaar blijven. Is de naald of het huis versleten, dan moeten beide door een nieuw stel vervangen worden.

2.6.6.7. Gasverstuiver.

Wordt bij de inspuitmotoren gasverstuiving toegepast, dan is de verbrandingsruimte van de cilinder in twee delen verdeeld of is er in de cilinderkop een zgn. voorverbrandingskamer aanwezig (fig. 37). De brandstof wordt nu niet direct in de verbrandingsruimte van de cilinder, maar in de voorverbrandingskamer geperst. Ze behoeft hierbij niet verstoven te worden.

Even voor het einde van de compressieslag wordt een bepaalde hoeveelheid brandstof in de voorverbrandingskamer gedrukt. Hierbij moet alleen de compressiedruk overwonnen worden.

In de voorkamer gaat een deel van de ingebrachte brandstof, door de hoge temperatuur van de gecomprimeerde lucht, in dampvorm over. De damp wordt ontstoken en door de verbranding van de damp ontstaat er in de voorverbrandingskamer plotseling een drukverhoging. De verbrandingsgassen ontwijken door de zeer kleine gaatjes in de bodem van het verstuiversbakje en persen de nog niet verdampte brandstof naar de verbrandingsruimte van de motorcilinder, waar dan ook verbranding tot stand komt (zie ook fig. 30). Het brandstof verbruik is bij de gasverstuiving iets hoger dan bij de motoren met directe inspuiting. De brandstof wordt bij de gasverstuiving niet zo fijn verstoven en de verbrandingsperiode duurt daardoor iets langer. De inspuitdruk, op de brandstof uitgeoefend, is niet zo hoog als bij de motoren met directe inspuiting.

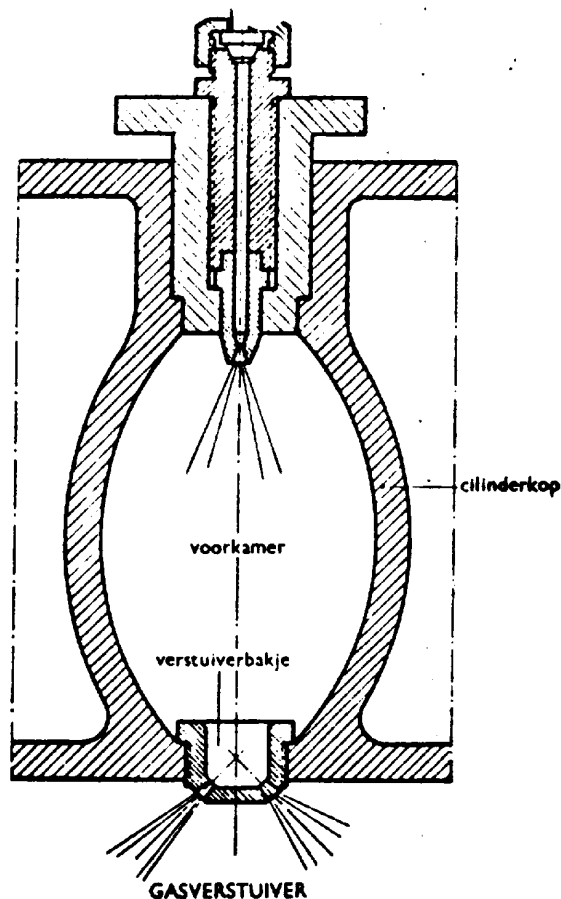


fig. 37

3. INSTALLATIE VAN DE MOTOR

3.1 INLEIDING

Enige begrippen behorende bij de scheepsmotor.

Stuwkracht: is de kracht die het schip voortbeweegt.

Motorkoppel: doet de schroefas draaien. De reactiekracht van deze twee moet door het schip worden opgenomen.

De statische belasting van de motorfundatie is de belasting als gevolg van het eigen gewicht van motor en keerkoppeling.

3.2 STUWKRACHT

De energie door de motor geleverd, moet worden omgezet in een duw- of trekkracht. De omzetting van de motorenergie wordt door de schroef gedaan. De stuwkracht zal door het schip moeten worden opgenomen door middel van het zg. stuwlager. Dit zijn aardige krachten, nl.

voor kleine motorjachten 5 - 7 kg/pk;

voor zeegaande motorjachten 8 - 10 kg/pk;

voor binnenschepen 12 kg/pk;

voor sleepboten 16 - 18 kg/pk.

Meestal is de keerkoppeling zo uitgevoerd, dat deze zo nodig de stuwkracht op kan nemen.

Worden motor en keerkoppeling samen gebouwd dan houdt dit in dat de motor-fundatie deze krachten op moet kunnen nemen. De dempers moeten dit kunnen verdragen. Soms wordt er vlak voor of aan de schroefaskoker een lager ingebouwd die de krachten op moet kunnen nemen.

3.3 MOTORVERMOGEN

Een van de begrippen in de motortechniek waarover veel spraakverwarring bestaat, is wel het motorvermogen. Deze kan nl. uitgedrukt worden in SAE, CUNA of DIN normen.

Waar dit tot kan leiden: een citaat uit een folder van Ford van de V 4 benzinemotor voor scheepsverbruik: 13 TnR:

SAE vermogen	63 pk bij 5000 omw/min
DIN 70020 (in een auto)	50 " " " "
DIN-B 6270	49 " " " "
DIN-A 6270	39 " " " "

Voor de watersport is de opgave DIN-B het meest interessant;

voor de beroepsvaart is de opgave DIN-A het meest interessant.

De laatste tijd wordt het gebruik om het vermogen van een machine uit te drukken in KW (kilowatt). Het omrekenen is niet moeilijk: 1 KW = 1,36 pk en 1 pk = 736 Watt.

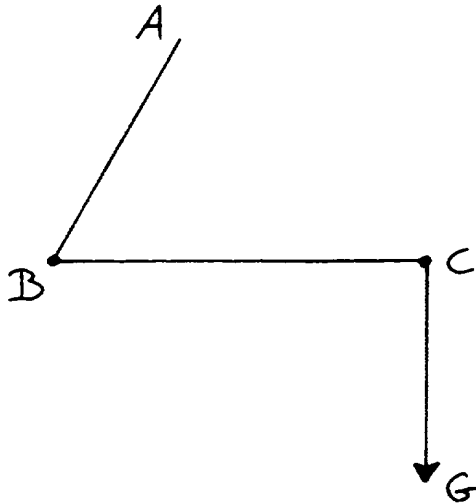
Verder moet gerealiseerd worden dat:

a. de fabrikant het vermogen opgeeft van een exemplaar wat gunstig uit de bus komt;

b. het vermogen van een verbrandingsmachine met de loop der jaren afneemt door slijtage.

Om van SAE tot DIN te komen moeten we 15 tot 30% van het vermogen aftrekken. Door de ongunstige omstandigheden waarin de motoren in de plezier- en binnenvaart draaien, langere uitlaatleidingen en ongunstiger aanvoer van verse lucht, moeten we van het DIN vermogen nog ongeveer 10% aftrekken. Voor het leveren van het overgebleven vermogen moet dan wel de motor in top-conditie zijn, of wel op z'n tenen staan. Zodat we in de praktijk onder deze vermogensgrens moeten blijven.

3.4 MOTORKOPPEL



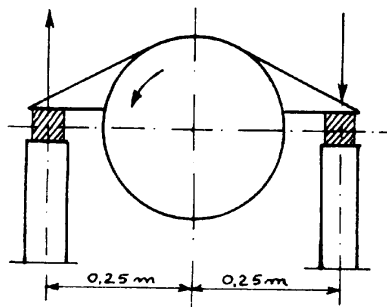
Bij motoren wordt veelal gesproken over het vermogen in pk. Het motorkoppel echter wordt uitgedrukt in mkg, of zoals sommigen zeggen kgm. Een koppel is een kracht maal een afstand. Stel bv. as AB zit vast bij A, aan de as zit een arm BC, 1 meter en het gewicht 1 kg. Dan is het koppel in as AB: 1 m maal 1 kg = 1 kgm.

Een vuistregel voor de omrekening zegt dat $M (= \text{koppel}) = 716,2 \times (N:n)$.

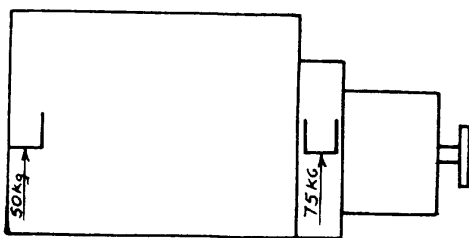
N = hier met motorvermogen in pk bepaald toerental en is het motortoerental waarbij dit vermogen geleverd wordt.

Bijv. voor de BMC: $M = 716,2 \times (34:3000)$ ongeveer 8,1 kgm.

Dit betekent dat in het geval het vliegwiel een straal van 1 m zou hebben de kracht aan de omtrek van het reuze vliegwiel 8,1 kg is. Brengen we het toerental van de uitgaande as omlaag d.m.v. een tandwielstelsel, dan geeft dit vergroting van het koppel. Bouwen we achter onze motor een reductie van 3 op 1, dan wordt (mechanische verliezen buiten beschouwing gelaten) het koppel $3 \times 8,1 = 24,3$ kgm. Bij het afgeven van dit koppel zal er ook iets moeten zijn wat in staat is om de reactiekrachten van dit koppel op te nemen. Meestal zal dit opgenomen worden door de trillingsdempers.

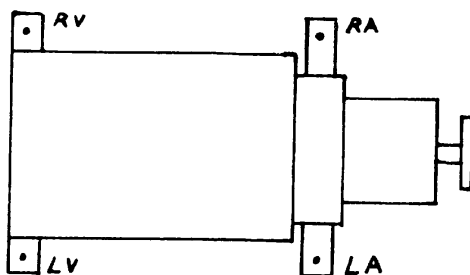


resp. de fundatiebouten. Stel bijv. dat de 4 dempers 25 cm vanuit het hart van de motor slaan, dan zullen bij een links draaiend vliegwiel (achterzijde gezien) de dempers links een kracht omhoog en de dempers rechts een kracht omlaag moeten geven welke samen het koppel opnemen. Dit is dan $24,3 \text{ kgm} : 0,25 \text{ m} = 97,2 \text{ kg}$, voor elke demper dus $97,2 : 4 = 24,3 \text{ kg}$.



Het gewicht van de motor en keerkoppeling moten natuurlijk ook door de dempers opgenomen worden. Stel dat de motor 200 kg weegt, het vliegwielhuis en de keerkoppeling 50 kg, dan moet er 250 kg verdeeld worden.

Meestal zitten de steunpunten aan de voorkant van de motor en aan het vliegwielhuis, zodat duidelijk zal zijn dat de voorste dempers minder zullen dragen dan de dempers bij het vliegwielhuis, stel voor 100 kg en achter 150 kg, dan krijgen we de volgende krachtenverdeling over de dempers: demper rechts voor $50 \text{ kg} - 24,3 = 25,7 \text{ kg}$; demper links voor $50 \text{ kg} + 24,3 = 74,3 \text{ kg}$; demper rechts achter $75 \text{ kg} - 24,3 = 50,7 \text{ kg}$; demper links achter $75 \text{ kg} + 24,3 = 99,3 \text{ kg}$. Hieruit volgt dat bij vol belaste draaiende motor de krachten nogal verdeeld zijn. Bij afnemen van de belasting zullen de krachten in de dempers veranderen. Het probleem van de leverancier is nu dat de vier dempers dezelfde uitslag moeten hebben.



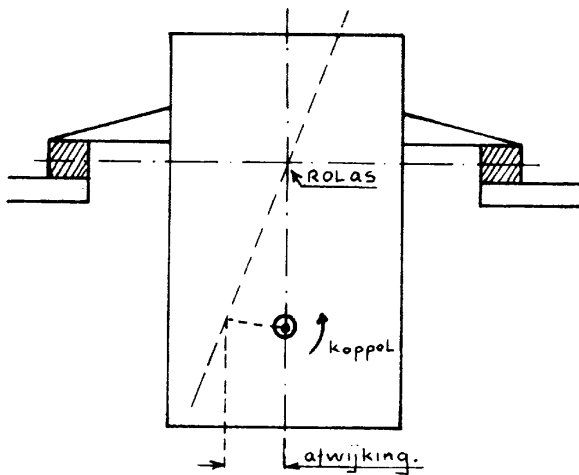
Dit wordt gedaan door rubber te gebruiken van verschil-

lende hardheden. Het wordt nog ingewikkelder als ook de stuwkracht door de trillingsdempers opgenomen moet worden. Door bovenstaande is aangetoond dat de motor beweegt.

3.5 ROLAS OF ROLCENTRUM

We hebben gezien dat het geleverde motorkoppel oorzaak is dat de motor beweegt. Deze

beweeglijkheid is noodzakelijk om te voorkomen dat ongewenste trillingen aan het schip worden doorgegeven. Het motorblok zal draaien om de kruising van de twee getekende hartlijnen.



Deze denkbeeldige as noemen we de rolas of het rolcentrum. Deze as wordt dus niet bepaald door de hartlijn van de krukas, maar door de motorophangpunten.

Wordt nevenstaande motor belast en is de draairichting linksom, dan zal de reactiekoppel het motorblok rechtsom proberen te draaien, tot er een evenwicht ontstaat. De motor draait om het rolcentrum en de krukas van de motor zal zich naar links verplaatsen. Valt het rolcentrum en de krukas samen, dan zal de krukas onder belasting zich niet verplaatsen. Meestal is deze oplossing niet mogelijk.

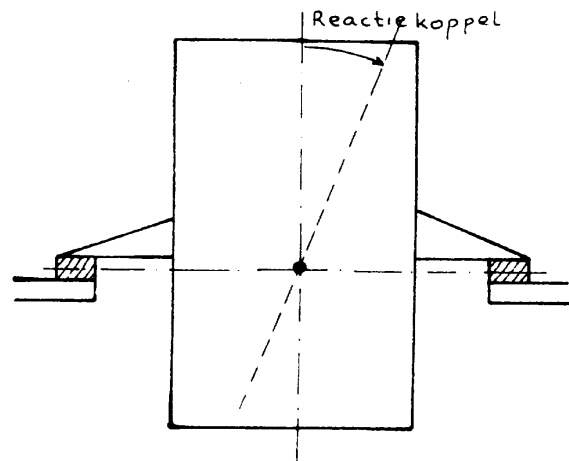
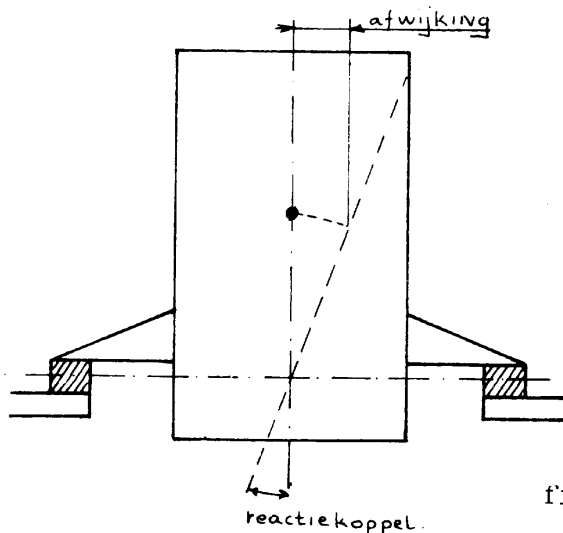


fig. 39

3.6 RICHTLIJNEN VOOR HET BEPALEN VAN DE VOORTSTUWING

We gaan bij de rekenvoorbeelden uit van het volgende:

Stel dat we een scheepje (vlet) op het oog hebben van ongeveer 8,5 - 9 meter. Is dit een stalen platbodem dan zal het gewicht ongeveer 5 ton bedragen.

Het eerste wat we nu moeten realiseren is: wat willen we er mee gaan doen.

Dit is een zeer belangrijk gegeven. Willen we zeilen en bij enige wind de haven bereiken, dan kunnen we varen met een vermogen van 2 pk per ton; bij harde wind zullen we een vermogen nodig hebben van ongeveer 5 pk per ton; op stromend water zullen we goed uitkomen met 7 pk. Willen we ook nog een medewatersporters van dienst kunnen zijn, dan kunnen we voor sleepwerk * rekenen met 10 pk per ton gewicht.

Bij deze gegevens wordt er van uitgegaan dat de romp van het verdringende type is en niet behoort bij de glijders en half-glijders.

De rompsnelheid kunnen we als volgt bepalen: $V = R \times (\text{wortel uit lengte})$, waarbij V de snelheid voorstelt (Velocitas), R = een weerstandsfactor behorende bij de romp, lengte is de waterlijn lengte.

Voor een vlet-type is dit ongeveer $0,88 \times \text{l.o.a.} = 0,88 \times 8,5 \text{ m} = 7,5 \text{ m}$.

Het bijbehorende weerstandsgetal is 4,5, zodat de rompsnelheid $V = 4,5 \text{ wortel uit } 7,5 = 12,3 \text{ km per uur is}$.

Bij deze zaak moeten we wel bedenken dat het brandstofverbruik stijgt met de derde macht van de snelheid bij hogere snelheden dan de rompsnelheid.

Nu het kiezen van de motor.

Hierbij moeten we ons twee zaken realiseren, nl.: het is de fabrikant niet kwalijk te nemen dat hij een vermogen opgeeft, van een proefmotor die gunstig uit de bus komt. Aan de andere kant is het ook zo dat de motor om het vermogen te leveren op z'n tenen moet gaan staan. Is de machine al wat op leeftijd (omgebouwde automotor) dan zal het duidelijk zijn dat deze motor niet meer in staat is het oorspronkelijk opgegeven vermogen te leveren. Immers een man van 65 jaar is ook niet meer in staat om de 100 m hard te lopen in 13 seconden! Bij het bepalen van de schroef moeten we het zo uitkiezen dat de motor het vereiste vermogen kan leveren bij 80% van z'n capaciteit.

Willen we op stromend water varen dan rekenen we met 7 pk/ton, wat uitkomt op 35 pk.

De motor moet dan $(8:10) \times$ zo groot zijn, dit is dan 44 pk.

Kijken we in de literatuur van de motorfabrikanten, dan vinden we bijv. dat een omgebouwde Mercedes 220 D met de naam Wisemann met een opgegeven continu (DIN-B) vermogen van 42 pk. Deze motor mag 1 uur per 6 uur 47 pk leveren, terwijl het maximale vermogen van 54 pk bij 3000 omwentelingen ligt.

Voor de berekening van de schroef gaan we uit van het vermogen van 35 pk (7 pk per ton).

* Deze waarden gelden voor kleine schepen, welke een snelheid varen die iets onder de rompsnelheid ligt. Voor binnenvaartschepen gelden andere waarden, daar deze niet op hun rompsnelheid varen (rompsnelheid van een 24 m (wacht)schip is 22 km/uur).

Voor de oudere binnenschepen gold 0,3 pk per ton laadvermogen

Gemiddeld in 1975 voor binnenschepen 0,5 " " " "

Voor de grote binnenschepen (1400 t) 0,7 " " " "

Voor coasters 1 " " " "

3.7 HET VERBAND TUSSEN MOTORVERMOGEN, SNELHEID EN BRANDSTOFVERBRUIK

In hoofdstuk 3.6 staan de richtgetallen aangegeven voor het benodigd vermogen in pk's welke we nodig hebben voor verschillende vaaromstandigheden, nl.:

bij weinig wind	2 pk/ton eigen gewicht
bij harde wind	5 pk/ton " "
bij stroming	7 pk/ton " "
licht sleepwerk	10 pk/ton " "

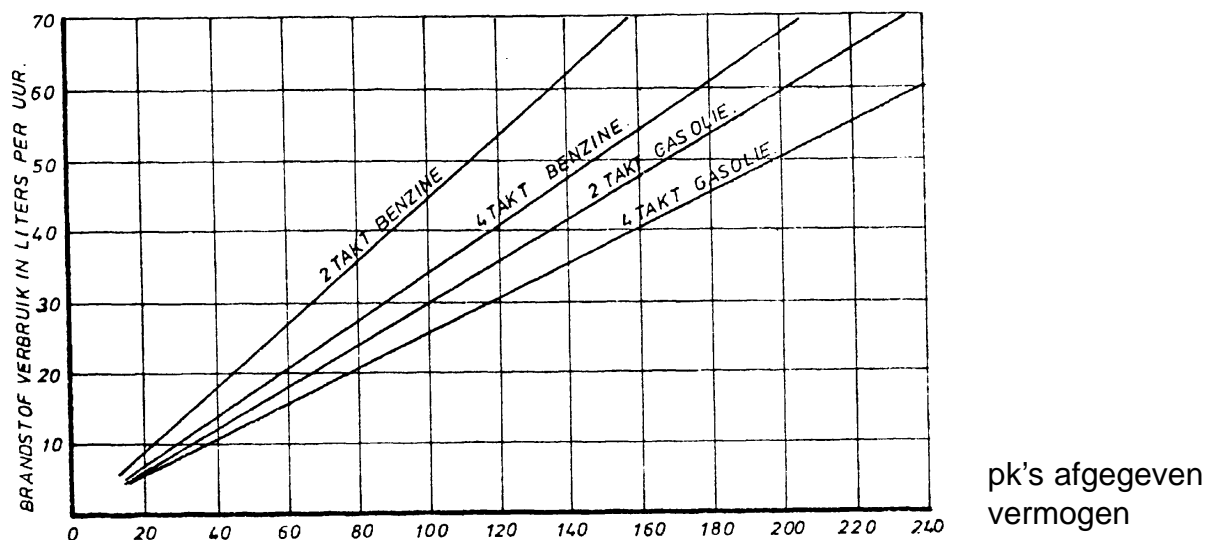
Ook staat vermeld de methode om de maximale snelheid voor waterverdringende schepen te bepalen, nl. $V = R \times \sqrt{L}$, waarbij V de snelheid is in km/h; R de weerstandsfactor van het type schip en L de waterlijn lengte van het schip.

Nu is het zo, dat een schip alleen z'n rompsnelheid kan halen als het geïnstalleerde motorvermogen voldoende is. Om dit te controleren het volgende: De ervaring leert dat goed afgestelde motoren per pk een bepaalde hoeveelheid brandstof verbruiken (via diverse formules ook uit te rekenen). Niet elke motor heeft hetzelfde rendement, maar gemiddeld kunnen we toch wel het volgende stellen:

2-takt mengselmotoren (benzine)	0,380 - 0,500 l/pk/u
4-takt " "	0,295 - 0,375 "
2-takt dieselmotoren (gasolie)	0,250 - 0,350 "
4-takt " "	0,220 - 0,290 "

(zie ook grafiek)

We zijn nu in staat te bepalen, hoeveel pk's ongeveer geleverd worden door onze machine. Immers voor het vertrek vullen we op de startlijst (hoofdstuk 4.10) in de voorraad brandstof in de gasoliedagtank (machinekamer standencontrole punt 3) en aan het eind van de tocht weten we precies hoeveel brandstof er verbruikt is. Ook weten we de afgelegde afstand (uit het vaarplan). Wel moeten we in aanmerking nemen de omstandigheden tijdens de vaart: hebben we een tocht gehad over ruim water met een harde wind op kop, dan is het begrijpelijk dat er meer vermogen van de machine gevraagd werd, wat leidt tot een hoger brandstofverbruik.



Zijn we in staat over een bepaalde afstand met een constant toerental het brandstofverbruik te meten dan kan met enige (drie minimaal, liefst meer) punten op een grafiek aangegeven worden, het verband tussen toerental en brandstofverbruik waarbij dan het geleverde vermogen berekend kan worden. Deze gegevens gelden voor dezelfde weersomstandigheden en kunnen een idee geven of het geïnstalleerde motorvermogen te hoog of te laag is.

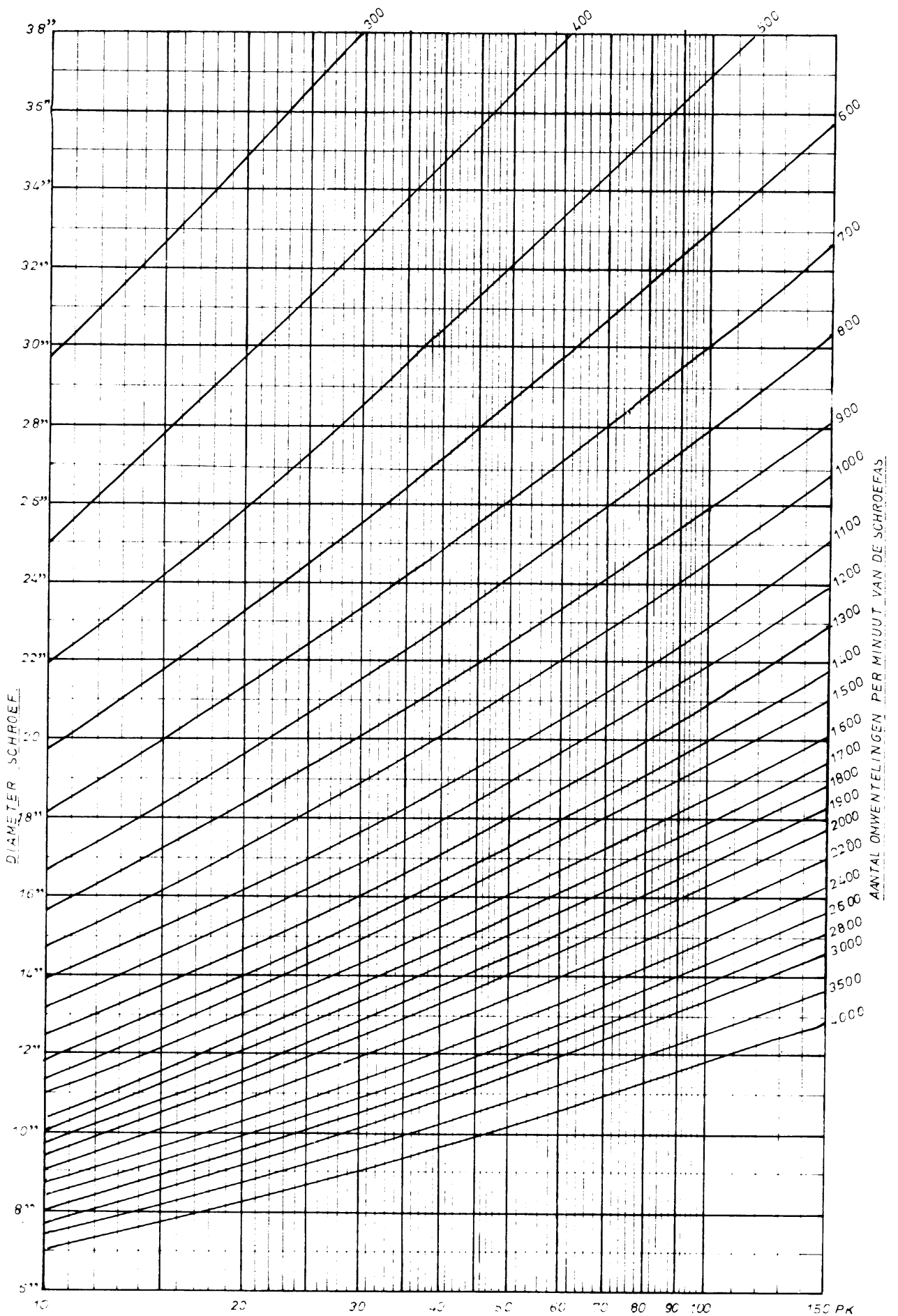


fig. 41 MOTOR VERMOEKEN

Ook is het dan te bekijken of de schroef goed is. Een motor nl. welke niet op toeren wil komen heeft een te zware schroef. Een motor welke ook onder zware omstandigheden vlot op toeren is heeft een te lichte schroef. Over het algemeen is het meest economische toerental te vinden op ongeveer 2/3 van het maximum toerental zoals opgegeven door de betreffende fabrikant.
fig 41

3.8 BEPALING SCHROEF EN SCHROEFASDIAMETER

Bij de motorgegevens werd het toerental van de motor opgegeven waarbij het genoemde vermogen geleverd werd. Bij onze genoemde getallen is dit 3000 omw. Nu is het zo dat een schroef het grootste rendement heeft in de lagere toerentalen. Bij voorkeur houden we het toerental van de schroef onder de 1000 omw/min. We zullen twee situaties bekijken, nl. 1000 en 1500 omw/min. Kijken we in het schroevendiagram van Federal van Voorden bv, dan vinden we bij n = 1000 en 35 pk een schroef van 19,5", wat we afronden naar 20", dit is 50,5 cm. Voor n = 1500 vinden we dan 15,5", afgerond 16", dit is 40,5 cm. Voor n = 3000 vinden we dan 10", dit is 25,4 cm.

Het hangt dus af van de ruimte in het schroefraam welke schroef en welke overbrenging we kiezen. Nu gaan we de diameter van de schroefas kiezen met behulp van tabel 2. Het vermogen waar we nu mee rekenen is het maximum vermogen. De installatie zal dan wat zwaarder worden en duurder, terwijl de levensduur aanmerkelijk langer wordt.

Bij 50 pk en 1000 omwentelingen vinden we 43 mm, afgerond 45 mm;

- " 35 pk en 1000 " " " 38 " , " 40 " ;
- " 50 pk en 1500 " " " 38 " , " 40 " ;
- " 35 pk en 1500 " " " 33 " , " 35 " ;
- " 50 pk en 3000 " " " 28 " , " 30 " ;
- " 35 pk en 3000 " " " 26 " , " 30 " .

Deze diameters gelden voor staal 41, Nemen we staal van een hogere kwaliteit dan moeten we de niet afgeronde diameter vermenigvuldigen met een correctiefactor,
bv. Staal 70: correctiefactor 0,85.

- 50 pk n = 1000 d = 0,85 x 43 = 36,5 mm, afgerond 40 mm;
- 35 pk n = 1000 d = 0,85 x 38 = 32,5 mm, " 35 mm;
- 50 pk n = 1500 d = 0,85 x 38 = 32,5 mm, " 35 mm;
- 35 pk n = 1500 d = 0,85 x 33 = 28 mm, " 30 mm;
- 50 pk n = 3000 d = 0,85 x 28 = 24 mm, " 25 mm;
- 35 pk n = 3000 d = 0,85 x 26 = 22 mm, " 25 mm.

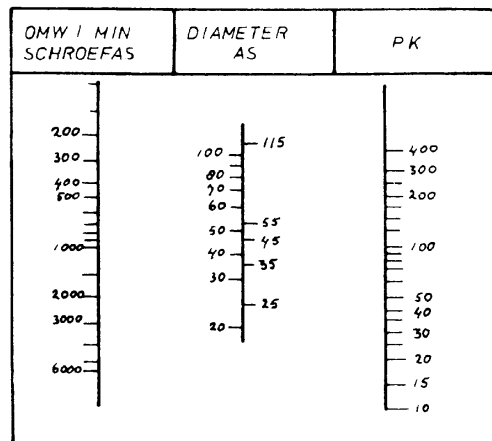
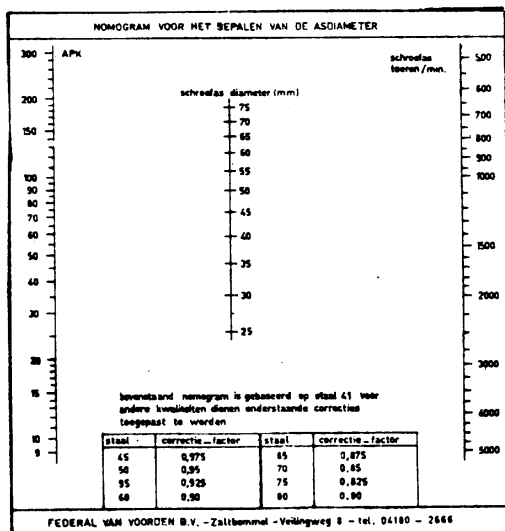


fig. 42

Voor roestvrijstalen assen gebruikt de fa. W.H.den Ouden (Vetus) (fig. 42)

50 pk	1000	diameter 32,	afgerond 35 mm;
35 pk	1000	" 29,	" 30 mm;
50 pk	1500	" 28,	" 30 mm;
35 pk	1500	" 26,	" 30 mm;
50 pk	3000	" 24,	" 25 mm;
35 pk	3000	" 21,	" 25 mm.

3.9 BEREKENING STUWLAGER

De stuwkracht van de schroef moet overgebracht worden op het casco en wel door middel van een stuwblok. De krachten die hierbij optreden zijn nogal groot, nl.:

voor kleine motorjachten 5 - 7 kg per pk;

voor zeegaande motorjachten 8 -10 kg per pk.

Meestal is de keerkoppeling zo uitgevoerd dat deze de stuwkracht op kan nemen. Soms wordt er vlak na of in de schroefaskoker een lager ingebouwd die de krachten op kan nemen.

Voor de grotere vermogens wordt door SKF een 2 rijig tonlager + tontaatslager aanbevolen. Het nadeel van een 2 rijig tonlager is, dat het door het voortdurende contact van de tonnen en door het diameter-verschil van de tonnen vrij veel warmte wordt ontwikkeld. Als normaal is 50°C te beschouwen, met een maximum van 80°C. Voor de pleziervaart wordt dit weinig toegepast i.v.m. de hoge prijs van een dergelijke combinatie.

Voor de kleinere vermogens (lager dan 80 pk) en toerentallen boven de 1000 omw. per minuut wordt vaak een 2-rijig zelfinstellend kogellager toegepast. Interessant is te weten hoeveel uur het gekozen lager de maximale belasting kan verdragen zonder vermoeidheidsverschijnselen. Voor de pleziervaart rekenen we 2000 uur, voor de beroepsvaart 60.000 tot 100.000 uur.

Berekening van een stuwlager:

Bij de berekening gebruiken we de tabellen zoals vermeld in de hoofdcatalogus van SKF. Gaan we uit van een asmaat van 45 mm (50 pk n = 1000 st41) en willen we het lager monteren met een trekbus op de as dan zoeken we in de catalogus blz. 176 en 177 op en zien dan bij 45 mm: lager 2310k met trekbus 42310. Het lager wordt in hoofdzaak axiaal (in langsrichting) belast. De stuwkracht is in ons geval maximaal 50 pk bij 10 kg/pk = 500 kg. Deze uitkomst vermenigvuldigen we met de y-factor. Dit is de y-factor onder de kolom Fa (kracht axiaal) gedeeld door Fr (kracht radiaal) groter dan het getal e. De y-factor van lager 2310k is 2,3, zodat we een kracht krijgen van $500 \times 2,3 = 1150$ kg.

Dit vullen we in de volgende formule: $1.000\ 000/60 \times n(C/P)^3$

n is het aantal omwentelingen van de schroefas;

C is het dynamische draaggetal van het lager;

P is berekend uit stuwkracht maal y-factor;

de exponent 3 geldt voor kogellagers;

voor rollagers is de exponent 10:3.

Ingevuld wordt dan de formule: $(1.000.00/(60 \times 1000)) \times (5000/1150)^3 = 16,6 \times 79,5 = 1319,7$ uur

Kijken we nu nog een keer naar de dunste as RVS as 35 pk n = 3000 d as = 25 mm, dan kunnen we invullen: lager 2306k + H2306 y-factor 2,2, stuwkracht omgerekend $500 \times 2.2 = 1100$ kg, dyn.draaggetal is 2450.

$$(1.000.000 / (60 \times 3000)) \times (2450/1100)^3 \\ = 5,5 \times 10,64 = 5,5 \times 10,64 = 58,56 \text{ uur.}$$

Deze getallen zijn te klein.

We gaan nu eens kijken bij de 2-rijige tonlagers met trekbus.

Voor de as van 25 mm is geen 2-rijig tonlager leverbaar. We nemen dan het lager van 30 mm: op de as moet dan een bus gekrompen worden. Het lager is dan 22207ck + H307. Y-factor 3,3, dyn.draaggetal 5600 kgf, ingevuld in de formule:

$$(1.000.000 / (60 \times 3000)) \times (5600 / (500 \times 3.3))^3 \\ = 5.5 \times 39.30 = 216.15 \text{ uur}$$

Voor de as van 35 mm: lager 22308ck + H2308, y-factor 2,7, dyn.draaggetal 10.000, n 1500

$$(1.000.000 / (60 \times 1500)) \times (10.000 / (500 \times 2.7))^3 \\ = 11 \times 405,22 = 4455 \text{ uur}$$

Voor de as van 40 mm: lager 22309ck + H2309, y-factor 2,7, dyn.draaggetal 12.200, n 1500

$$(1.000.000 / (60 \times 1500)) \times (12200 / (500 \times 2.7))^3 \\ = 11 \times 729 = 8019 \text{ uur}$$

Voor de as van 45 mm: lager 22310ck + H2310, y-factor 2,7, dyn.draaggetal 15.600, n 1000

$$(1.000.000 / (60 \times 3000)) \times (15600 / (500 \times 2.7))^3 \\ = 16,6 \times 1540,8 = 25.564 \text{ uur}$$

4. DE WERKZAAMHEDEN VAN DE MOTORDRIJVER

4.1 DOELMATIG ONDERHOUD VERRICHTEN EN EENVOUDIGE STORINGEN VERHELPE

Een vakman zal met behulp van moderne en tijdbesparende apparatuur, reparaties op een rationele manier kunnen verrichten. Vooral de werkzaamheden aan componenten die rechtstreeks met de veiligheid te maken hebben, maar ook die welke verband houden met motorprestaties en brandstof verbruik zullen voor de vakman gereserveerd blijven. Toch blijft er nog heel veel werk over dat wel door de motordrijver ter hand kan worden genomen. Deze onderhouds en reparatie-werkzaamheden zijn hieronder op een rijtje gezet en van een kanttekening voorzien.

Koelsysteem

Doorspoelen - antivries vullen - thermostaat controleren evt. vernieuwen waterleidingen vervangen - pompsnaar vervangen en afstellen - pakkingen vervangen - anti corrosie middel aan het water toevoegen.

Benzine toevoer en carburatie LET OP GEVAARLIJK!!

Flenspakking tussen carburator en spuitstuk vervangen - flenspakking tussen inlaatspuitstuk en cilinderkop vernieuwen - benzine leidingen en aansluitingen vervangen - bezinkselruimte van benzinepomp reinigen - controleren of pomp werkt door benzineleiding aan de carburateur los te nemen en de motor te starten - nagaan of chokeklep geheel dicht gaat en ook geheel kan worden geopend - smoorklepas en draaipunten van commandostangen smeren - luchtfilter element reinigen of vernieuwen.

Ontsteking

Spanningsverlies in primaire kring meten met een voltmeter - bougies controleren en elektroden afstellen - bougies vernieuwen - toestand van de hoogspanningskabels controleren - ontsteking vochtvrij maken met waterverdrijvend middel in spuitbus - contactpunten vernieuwen en afstellen indien men over een contacthoekmeter beschikt - ontstekingstijdstip afstellen evt. met behulp van een afstellamp.

Brandstofsysteem dieselmotor

Bunker en dagtank water aftappen - filters wisselen - brandstofsysteem ontluichten - verstuiver controleren en evt. verwisselen ? verstuiverleiding kunnen wisselen - retourleiding wisselen.

Smeersysteem

Olie verversen - let op afgetapte olie op een milieuvriendelijke manier af te voeren - oliefilter element vernieuwen - oliekoeler op werking controleren - leidingen kunnen vervangen.

Uitlaatsysteem

Pakkingen vervangen tussen spuitstuk en cilinderkop - flenspakkingen vernieuwen - kleine lekken kunnen dichten met speciaal dichtmiddel - demper en uitlaat vernieuwen- uitlaatsysteem isoleren - uitlaatkoeler controleren op dichtheid.

Diversen aan de motor

Aanwezige smeerpunten doorsmeren - kleppen stellen - zeefje van carterventilatiesysteem reinigen - in geval van olie lekkage, carterpakking vervangen - koppakking vernieuwen met behulp van een momentsleutel.

Elektrische installatie

Gedestilleerd water in accu bijvullen - met zuurweger ladingstoestand meten - nieuwe accu monteren - accu kabels of kabelschoenen hiervan vernieuwen - gloeilampen vernieuwen - schakelaars vernieuwen - startrelais vernieuwen.

4.2 ONDERHOUD VAN DE KLEPPEN

De kleppen moeten in gesloten stand gasdicht afsluiten. Een lekkende klep veroorzaakt compressieverlies. Bij een mengselmotor gaat een gedeelte van het mengsel verloren, de verbrandingsdruk is te laag, en het vermogen dus te klein. Bij een dieselmotor is de compressiedruk te laag, en als gevolg daarvan is de temperatuur van de lucht niet hoog genoeg. De motor zal moeilijk starten. Een lekkende klep kan worden veroorzaakt door inbranden en door te kleine klepsspeling. Is het de uitlaatklep die lekt, dan zal deze spoedig verbranden door de langs de klep ontsnappende hete verbrandingsgassen en vlammen. Tevens heeft de klep dan onvoldoende aanraking met de zitting, waardoor de warmte niet kan worden afgevoerd. Bij door lucht gekoelde motoren moet de klepsspeling iets groter worden genomen dan bij motoren die door water worden gekoeld. Aan de klepveren moet ook veel aandacht worden besteed; dit laat nogal eens te wensen over. De veer moet voldoende spanning behouden om de klep snel en met voldoende druk op de zitting te drukken. De veer is onderhevig aan een herhaalde vormverandering en trilling; ze raakt daardoor vermoeid en ze verslapt. Maakt een viertaktmotor bijv. 1500 omwentelingen per minuut (dit is nog lang geen snelloper) dan moet elke klep 750 maal per minuut worden geopend en gesloten, of 12,5 maal per seconde. Een te sterk gespannen veer kan breuk van de klepstaal veroorzaken, tevens te grote slijtage van nok en klepstoter, en van de kussenblokken van de nokkenas. Is een veer te slap geworden (dit is te controleren met de oorspronkelijke lengte van een nieuwe reserveveer), dan kan de bestaande veer nog wel worden gebruikt door een opvulling aan te brengen tussen veer en veerschotel. Deze opvulling mag nooit zover worden doorgevoerd dat de veerwindingen bij het openen van de klep tegen elkaar komen te liggen.

Klepgeleiders mogen niet teveel ruimte hebben.

Bij een stationnair draaiende mengsel-motor wordt dan langs de klepstaal en de leibus lucht in de cilinder gezogen. Daardoor wordt het mengsel te "arm", en de cilinder gaat "overslaan". Is het een uitlaatklep, waarvan de klepgeleider teveel ruimte heeft, dan zal tijdens de uitlaat een gedeelte van de hete uitlaatgassen langs de klepstaal ontwijken. De klepstaal zal dan geen warmte van de hete klepschotel afvoeren (een behoorlijk passende klepstaal voert de warmte af door aanraking van de klepgeleider naar het koelwater). Het gevolg is een verbrande klep, en wellicht een niet-sluitende klep door te grote uitzetting van de staal, waardoor er geen klepsspeling overblijft. Een verder gevolg is, dat de klepveer door de langs de klepstaal blazende hete gassen veel te heet wordt, en daardoor te slap.

De klepstaal mag niet in de geleider klemmen.

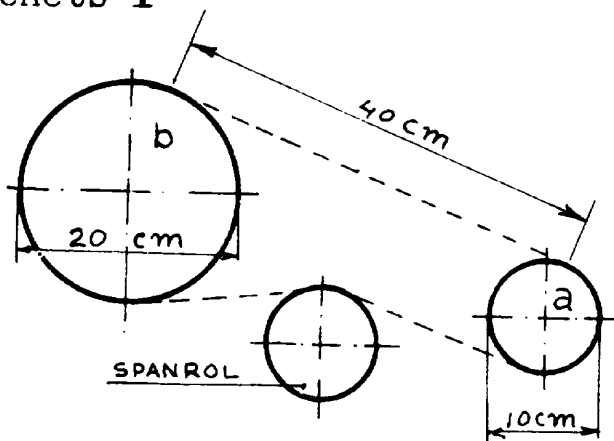
De tegenwoordig gebruikte kraakbenzine heeft de eigenschap, "gum" (=afzetsel, aanslag) te vormen, vooral door aanraking met koper (benzinekraantje of leiding). Is nu de klepstaal van de inlaatklep behoorlijk passend in de geleider, dan kan het gebeuren dat de klepstaal door dat afzetsel uit de benzine zo sterk kleeft in de geleider dat de veer niet in staat is, de klep te sluiten. De klep kan daardoor gedeeltelijk blijven openstaan. Een carburatorbrand kan het gevolg daarvan zijn. Bij de uitlaatklep kan het voorkomen dat de klep door koolaanslag moeilijk sluit, waarvan een verbrande klep het gevolg kan zijn. Deze koolaanslag kan zijn veroorzaakt door te ruime smering van de klepstaal. Het verbranden van de uitlaatkleppen in een mengselmotor kan worden veroorzaakt door een te arm mengsel. Het mengsel verbrandt daardoor te langzaam, waardoor er tijdens de uitlaat geen volledig verbrande gassen langs de kleppen stromen, doch hete vlammen.

4.3 SLIJTAGE VAN DE KETTING

Slijtage van de distributieketting (distributie = het gehele systeem van onderdelen tot beweging van de in- en uitlaatorganen) veroorzaakt verkeerde tijden van openen en sluiten van de kleppen. De fabrikant stelt de juiste "kleptiming" (= het vaststellen van de tijdstippen van opening en sluiting van de kleppen, het Nederlandse woord hiervoor is afstelling) vast waarbij het hoogste rendement van de motor wordt verkregen. Wat de gevolgen van kettingslijtage zijn, toont het volgende voorbeeld.

Nemen we aan, dat de middellijn van het kettingwiel a op de krukas 10 cm is. Het wiel b op de nokkenas is dan 20 cm in middellijn (zie schets 1). Veronderstel verder, dat het trekkende gedeelte van de ketting 40 cm lang is, en dat de kettingslijtage 2,5% bedraagt. De slijtage van 2,5% geeft op 40 cm lengte een verlenging van 1 cm. Het wiel b staat daardoor 1 cm op de omtrek achter ten opzichte van de juiste stand. De omtrek van het wiel b is $3,14 \times 20 = 62,8$ cm. Nemen we een rond getal aan, dus 60 cm omtrek. De gehele omtrek van 60 cm bevat 360° , dus 1 cm van de omtrek komt overeen met 360° gedeeld door 60 = 6° .

schets 1



De nokkenas staat door de slijtage van de ketting ca. 6° achter de juiste stand. De begintijdstippen van openen en sluiten van de kleppen worden bepaald in graden van de krukciikel, en daar de krukas tweemaal zo snel loopt als de nokkenas, zullen de kleppen dus $2 \times 6^\circ = 12^\circ$ te laat openen en sluiten. Bijgaande schets 2 geeft links de juiste openingstijden en rechts de verkeerde, die worden veroorzaakt door de kettingslijtage.

schets 2

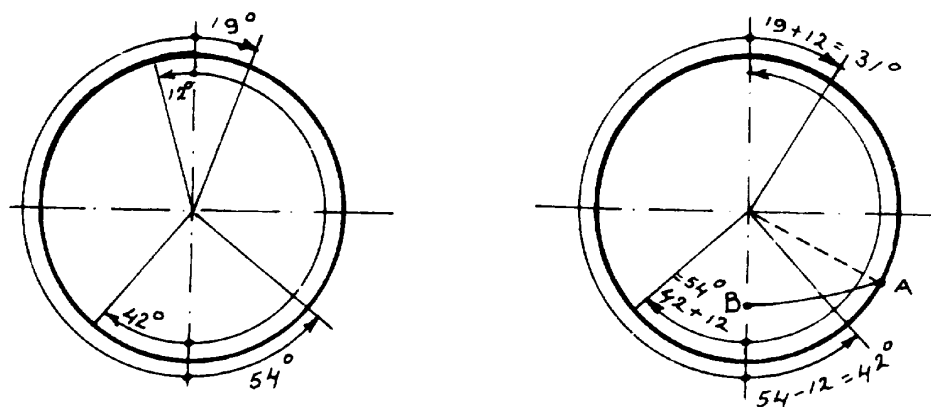


fig. 44

Wat zijn de gevolgen- Wat de inlaatklep betreft: deze begint pas te openen als de zuiger in zijn binnenste d.p. staat; zij sluit 54° na het buitenste d.p. De grootste klepopening komt dan overeen met $(180^\circ + 54^\circ)$ gedeeld door 2 = 117° van de krukslag tijdens de inlaat, punt A in het diagram. De zuiger is dan al ver voorbij het midden van de slag, punt B op de hartlijn (de verticale hartlijn is gelijk aan de zuigerslag). De zuigersnelheid is op dat punt belangrijk minder dan in het midden van de slag, en daardoor is ook de onderdruk in de cilinder minder op het moment met de grootste klepopening. Het is te verwachten, dat daardoor minder lucht wordt ingezogen.

Doordat de klep te laat sluit, begint de compressie te laat. Dat heeft tot gevolg: lagere compressie-einddruk. Bovendien kan de omhoog komende zuiger een gedeelte van de ingezogen lucht, door de opening van de te laat sluitende klep heen, weer uit de cilinder drukken.

Wat de uitlaatklep betreft: deze begint eveneens 12° te laat te openen, en zij sluit ook 12° te laat. Door het te late sluiten kan het gebeuren, dat de reeds dalende zuiger een gedeelte van de uitlaatgassen weer terug zuigt. Daardoor zal de lucht voor de verbranding zijn vermengd met verbrandingsgassen. Neem aan, dat de zuigers de te laat sluitende uitlaatkleppen juist nog niet raken, doordat de klepspelings nogal erg ruim is.

De machinist gaat de klepspelings goed stellen, en na het weer op gang brengen van de motor hoort hij zware tikken in het inwendige, terwijl de stootstangen van de uitlaatkleppen erg trillen.

Gelukkig stopt hij de motor direct weer. Als dan een van de zuigers nog niet is stuk gestoten, of als een kleptuimelaar of stootstang nog niet is gebroken (misschien is er wel één krom), dan is hij er nog bijtijds bij geweest. Dit voorbeeld lijkt sterk overdreven.

Een dergelijke kettingslijtage is dan ook wel buitensporig groot. Maar toch komen zulke gevallen voor. Er wordt wel eens opgegeven, dat een slijtage van 2% als maximaal toelaatbare kettingslijtage mag worden genomen. Daar echter de slijtage, al of niet toelaatbaar, afhankelijk is van verschillende factoren, heeft het geen zin, een algemeen cijfer voor de maximaal toelaatbare rek van de ketting te geven.

Is in ons voorbeeld de middellijn van het wiel op de nokkenas ca. 30cm, dan is de omtrek daarvan $3,14 \times 30$ cm of rond 90 cm; 1 cm van de omtrek komt dan overeen met $360^\circ : 90 = 4^\circ$.

Een rek van 1 cm op de lengte van 40 cm van het trekkende deel van de ketting geeft dan een verkeerde stand van de nokkenas van ca. 4° . De kleppen openen en sluiten daardoor ca. $2 \times 4^\circ = 8^\circ$ te laat. Is het trekkende deel van de ketting daarbij 30 cm lang, dan veroorzaakt de slijtage van 2% een rek van $3 \times 2,5$ mm = 7,5 mm = 0,75 cm.

De stand van de nokkenas is dan bij dit grotere wiel en dit kortere trekkende deel van de ketting: $0,75 \times 4^\circ = 3^\circ$ achter de juiste stand. Daardoor openen en sluiten de kleppen 6° te laat.

Nog veel te veel.

Het blijkt dus dat de in grotere of mindere mate toelaatbare rek afhankelijk is van de lengte van het trekkende deel van de ketting en van de omtrek, dus van de middellijn, van het wiel op de nokkenas. Houd daarom de slijtage van de distributieketting goed in de gaten! Men kan de rek van de ketting bepalen door hem op gelijke hoogte naast een nieuwe ketting te hangen, de onderste einden van beide kettingen met gewichten te verzwaren en dan door het tellen van de schalmen over een zekere gelijke lengte de rek vaststellen. Het is echter gemakkelijker, een nieuwe ketting aan te brengen, als deze oude toch moet worden vernieuwd.

Dat geschiedt door de nieuwe ketting te koppelen aan het eind van de oude, en daarbij, tijdens langzaam rondtornen van de motor, de ketting goed om de tanden te geleiden. De nieuwe ketting zit dan meteen op de goede plaats. In sommige moderne motoren wordt ook op het trekkende deel van de ketting een spanrol gemonteerd. Men is dan in staat, door deze spanrol naar behoefte te spannen ondanks de kettingrek de juiste stand van de nokkenas te handhaven. Doch ook in dit geval moet men de ketting niet te ver laten slijten, daar anders zijn steek te groot wordt ten opzichte van de steek van de kettingwiel-tanden.

4.4 KLEPPEN SCHUREN

Maak voor het gasdicht schuren van de kleppen op de zittingen gebruik van klepschuurpasta. Smeer de afsluitrand van de klepschotel in met wat pasta.

Druk de klep op de zitting aan, en draai daarbij de klep enige malen een kwartslag heen en weer. Licht daarna de klep, draai haar ongeveer een kwartslag. Draai de klep vervolgens weer enige malen een kwartslag heen en weer.

Druk daarbij de klep op de zitting (draai de klep niet geheel in het rond; daardoor kunnen groeven in de afsluitvlakken ontstaan, en het duurt lang voordat ze geheel zijn weggeschuurd).

Maak, zo voortgaande, onderwijl de klep en de zitting enige malen schoon, om te controleren of de afsluitvlakken goed dragen en zonder putjes zijn. Is dit het geval, slijp dan nog even na met een fijnere pasta en vervolgens met olie. Tijdens het schuren moet u er vooral op letten, dat de slijp-pasta niet in de cilinder kan komen, en ook niet tussen de klepsteel en klepgeleider.

Zet, om te controleren of de klep goed draagt, enige krijt- of potloodstreepjes dwars op het afsluitvlak van de klep op afstanden van ongeveer 8 à 10 mm, en draai dan de klep op de zitting een klein eindje rond, minder dan de afstand van de streepjes. Zijn de streepjes verdwenen, dan draagt de klep goed en sluit ze ook goed af. Draait men de klep geheel rond, dan zijn de streepjes ook verdwenen, al draagt de klep dan nog niet goed. De afsluitvlakken van klep en zitting moeten over de volle breedte goed aanliggen. Dit is nodig om een goede warmteafvoer van de klep te verkrijgen. Na het klepschuren moet de klepspeling worden gecontroleerd en zo nodig gesteld.

Indien het mogelijk is, onder de klep een spiraalveer aan te brengen, dan zorgt deze veer voor het lichten van de klep, terwijl men beide handen vrij heeft voor het uitvoeren van de aandrukkende en draaiende beweging, bijv. met een boor-omslag of een schroevendraaier met dwarskruk.

Sommige dieselmotoren hebben uitsparingen of holten in de bovenkant van de zuigers.

Deze uitsparingen dienen om in topstand het aanlopen van de zuiger tegen de kleppen te voorkomen.

Tijdens het aanbrengen van de zuigers moet er terdege op worden gelet, de zuigers in de goede stand aan te brengen, en bijv. niet een halve slag gedraaid. Dit kan het krom zetten of het breken van de stootstangen of van andere onderdelen van de kleppenbeweging veroorzaken. Een onjuiste afstelling van de nokkenas kan ook het aanlopen van de zuigers tegen de kleppen veroorzaken, ook al zijn de zuigers wel in de juiste stand aangebracht.

4.5 ROKENDE DIESELMOTOREN

De dieselmotor zal roken:

1e bij overbelasting;

2e wanneer een minder goede kwaliteit brandstof gebruikt wordt;

3e wanneer de motor moet werken onder bepaalde ongunstige omstandigheden.

Uitlaatrook ontstaat bij te vroege, doch ook bij te late brandstofinspuiting, bij te lage, doch ook bij te hoge compressie-einddruk, bij te lichte, doch ook bij te zware belasting.

De rook kan bestaan uit normale verbrandingsgassen, gemengd met vloeistofdeeltjes of met roet, dus vaste deeltjes. Bij vermenging met vloeistofdeeltjes bestaan deze uit brandstof- of smeerolie deeltjes.

Het roet bestaat in hoofdzaak uit koolstofdeeltjes die ontstaan door onvolledige verbranding van de tijdens de verbranding aanwezige koolwaterstoffen. Is de kleur van de rook enigszins blauw, dan wijst dat op onverbrande smeerolie. Bruine kleur tot bruin-zwart wordt veroorzaakt door onvolledig verbrande koolwaterstoffen (brandstoffen), dus roet in de uitlaatgassen.

De rook kan het gevolg zijn van een verbranding die nog moet beginnen of die nog aan de gang is als de uitlaatklep begint te openen. Is de verbranding volledig en op tijd, dan zijn de uitlaatgassen kleurloos. De onvolledige verbranding kan ontstaan door teveel brandstof ten opzichte van de hoeveelheid lucht, of doordat de verbranding nog niet geëindigd is als de uitlaat begint.

Brandstoffen die verbranden met een tekort aan zuurstof, leveren roet.
(denk aan petroleumkachels).

De verhouding van lucht ten opzichte van dieselbrandstoffen moet voor een volledige verbranding ten minste 14,5 : 1 zijn (gewichtverhouding). Is deze verhouding geringer, dan ontstaat er rook. Daar echter de vermenging van brandstofdeeltjes met de lucht in de verbrandingsruimte niet volkomen is, moet er worden gewerkt met een luchtoverschot van 50 tot 100% om een rookloze uitlaat te verkrijgen. Daarom is het van het grootste belang dat de luchtfilter goed werkt. De meer of mindere goede vermenging hangt af van de constructie van de verbrandingskamer, van de spanning op de brandstof tijdens het inspuiten, en van de verstuiver.

Constructies waarbij de lucht in goede werveling (turbulentie) wordt gebracht, verhogen de snelle en goede vermenging. Een slechte nevelvorming van de brandstof of een te smalle inspuitkegel veroorzaakt een slechte menging, dus onvolledige verbranding. Zelfs bij onbelast lopen of bij geringe belasting treedt dan rookvorming op, bij volle belasting nog meer, omdat de luchtvermaat dan geringer is.

Een te langzame verbranding waardoor de donkere rook ontstaat, kan worden veroorzaakt door een te korte mengingstijd. Met mengingstijd, ook wel "verbrandingsvertraging" genoemd, bedoelt men de tijd die verloopt tussen het moment van het binnenkomen van de brandstof in de verbrandingsruimte en het moment van ontsteken. Is deze tijd dus erg kort, dan is de mengingstijd kort, en er ontstaat een te langzame verdere verbranding. Door deze te langzame verbranding is de verbranding nog aan de gang als de uitlaatklep gaat openen. De mengingstijd hangt af van: de soort brandstof, de inspuitdruk, de kegelvorm van de brandstofstraal, de fijnheid van de nevel, de compressiedruk en de temperatuur van de gecompriëerde lucht.

Een te korte mengingstijd veroorzaakt een onvolledige vermenging van de brandstof met de lucht. De oorzaak daarvan is, dat de brandstof reeds wordt ontstoken op het moment dat ze uit de verstuiver stroomt. De verbranding heeft dan al plaats als de brandstof op een kleine afstand van de verstuiver is gekomen. Er is dan niet voldoende zuurstof aanwezig om de hoeveelheid ingespoten brandstof volledig te verbranden. De lucht die zich verder weg in de verbrandingskamer bevindt, kan aan de verbranding niet direct deelnemen.

De verbranding geschiedt dan feitelijk zodanig dat men kan spreken van "verbranding met een veel te rijk mengsel". Bovendien is dit dan geen plotselinge verbranding. Door het wegblijven van de verbranding ontstaat er geen goede werveling in de verbrandingskamer; daardoor wordt ook de rookvorming bevorderd. Een te korte mengingstijd veroorzaakt altijd rook.

Een andere oorzaak van rookvorming is een te late ontsteking. Hierbij bestaat de rook uit roet. Verder kan het ook voorkomen, dat er in een der cilinders geen ontsteking ontstaat, dus dat de verbranding overslaat. Dan bevatten de uitlaatgassen ook nog de onverbrande brandstofdeeltjes in gas- of nevelvorm.

Te late ontsteking kan zijn veroorzaakt door te late insputing, bijv. een insputing die begint, als de zuiger reeds door zijn dode punt heen is. Ook een te lange mengingstijd veroorzaakt een te late ontsteking.

Om te onderzoeken of de rook wordt veroorzaakt door te late inspuiting, kan men het inspuitmoment vervroegen. Vermindert daardoor de rook, dan was te late ontsteking de oorzaak. Dit vervroegen van de inspuiting mag echter geen dieselklop veroorzaken. Zou de motor ook bij vervroegde inspuiting blijven roken, dan kan een te lange mengingstijd de oorzaak zijn. Dus bij een te koude motor, waarbij de compressie temperatuur te laag is, of door te weinig lucht door verstopte filter, waardoor de vereiste compressiespanning en de vereiste temperatuur niet worden bereikt. Ook de kwaliteit van de brandstof speelt hierbij een grote rol. Wanneer een gedeelte van de ingespoten brandstof door te lange mengingstijd niet tot verbranding komt, zal hiervan een deel als een blauwachtige nevel naar buiten komen, en een ander deel zal zich met de smeeroliefilm mengen; daarvan zal schrale smering van cilinderwanden en zuigers het gevolg zijn. De meest voorkomende oorzaken van rokende dieselmotoren zijn dus:

overbelasting

te late inspuiting

vuile of defecte verstuivers

te lage inspuitdruk

| slechte menging

slechte kwaliteit van de brandstof

gedeeltelijk verstopte luchtfilter

koude motor

| te trage verbranding

4.6 STORINGEN BENZINEMOTOR

Motor loopt niet. Reden : benzine ontsteking mechanische gebreken

- benzine:
1. geen benzine in tank
 2. aanzuigleiding lek, zuigt lucht aan
 3. benzinefilter verstopt
 4. benzinepomp defect
 5. carburator defect

- ontsteking:
1. contactpunten openen of sluiten niet meer
 2. condensator defect
 3. bougie defect
 4. bougie kabel en kappen
 5. verdelerkap

mechanischegebreken: Beginnen met compressie meten, daarna: kleppen stellen (eventueel opnieuw meten) Indien deze niet goed zijn, diagnose maken of het in de kleppen of in de zuigerveren zit, of in beide. Hiervoor opnieuw compressie meten met olie, voor elke cilinder evenveel omwentelingen.

1. lekke kleppen
2. doorgeslagen koppakking
3. kleppen werken niet

Constateren

- benzine:
1. meten met peilstok
 2. constateren met vacuüm meter
 3. filter demonteren
 4. constateren met vacuüm meter aanzuigzijde, drukmeter aan drukzijde
 5. carburator demonteren

ontsteking: 1. door te kijken of gebruik te maken van contacthoek meter, eventueel skoop
2. zie boven punt 1. of condensator testen
3. bougie testen
5 op weerstand doormeten

mech. gebreken: zie testen

Verhelpen

benzine: 1. tank vullen
2. aanzuigleiding vernieuwen
3. filters vernieuwen
4. klepjes, veer, membraam vernieuwen
5. sproeier doorblazen, hoogte vlotter afstellen, carburator lucht-benzine afstellen.

ontsteking: 1. contactpunten afstellen. Ontstekingstijdstip dan ook altijd afstellen
2. condensator vernieuwen
3, 4, 5. indien nodig vernieuwen

mech. gebreken: Indien nodig repareren

Motor houdt in 1. te kort benzine (arm mengsel)
2. te veel benzine (rijk mengsel)
3. bougie te wijf
4. ontsteking te laat of contactpunten gaan zowat niet open

Motor galloppeert Meestal een kwestie van valse lucht

Contateren 1 |
2 | uitlaatgas testen of vacuüm meten
3 |
4 | skoop met testlamp of door meting

Verhelpen 1. Vlotter stand te laag. Afstelling stationair (lucht) afstellen.
Pakking vernieuwen van carburateurvoet.
Mech. verhelpen zoals kleppen slijpen enz
2. luchtfilter nazien, patroon vernieuwen.
vlotterstand te hoog
vlotternaald blijft hangen of lekt
afstelling carburator afstellen
3. bougie reinigen en afstellen (met koper borstel)
4. ontsteking afstellen, contactpunten daarna ontstekingstijdstip

Overzicht opsporen en verhelpen ontstekingsstoringen.
 Motor slaat niet aan.

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <p>1. Vonk trekken aan
 bougiekabel (starten
 met contact aan)</p> | <p>(a. wel vonk: ontsteking in
 (orde, overgaan naar B =
 (benzine
 (b. geen vonk, overgaan naar
 (punt 2</p> | <p>(wel vonk:
 (rotor defekt
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: ver-
 (deelkap defekt</p> | <p>(koolstift weg
 ((rolletje zilverpapier)
 (kap vuil (schoonmaken)
 (kap gescheurd (vernieuwen of
 (schoonkrabben)</p> |
| <p>2. Vonk trekken aan
 bobinekabel (starten
 met contact aan)</p> | <p>(a. wel vonk: vonk trekken
 (op rotor
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: overgaan naar
 (punt 3</p> | <p>(wel vonk:
 (rotor defekt
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: ver-
 (deelkap defekt</p> | <p>(koolstift weg
 ((rolletje zilverpapier)
 (kap vuil (schoonmaken)
 (kap gescheurd (vernieuwen of
 (schoonkrabben)</p> |
| <p>3. Bedrading controleren</p> | <p>(a. lossen draden: vastzetten
 (b. geen afwijkingen: overgaan naar
 (punt 4</p> | <p>(wel vonk:
 (rotor defekt
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: ver-
 (deelkap defekt</p> | <p>(koolstift weg
 ((rolletje zilverpapier)
 (kap vuil (schoonmaken)
 (kap gescheurd (vernieuwen of
 (schoonkrabben)</p> |
| <p>4. Komt er stroom aan de
 bobine (draadje, con-
 tact aan)</p> | <p>(a. geen stroom: ingang bobine
 (verbinden met accu
 (b. wel stroom: overgaan naar
 (punt 5</p> | <p>(wel vonk:
 (rotor defekt
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: ver-
 (deelkap defekt</p> | <p>(koolstift weg
 ((rolletje zilverpapier)
 (kap vuil (schoonmaken)
 (kap gescheurd (vernieuwen of
 (schoonkrabben)</p> |
| <p>5. Onderbreker controle-
 ren (nok in 2 standen)</p> | <p>(a. punten blijven gesloten:
 (afstellen
 (b. punten blijven open:
 (propje papier
 (c. punten zijn ingebrand:
 (langs elkaar schuren</p> | <p>(wel vonk:
 (rotor defekt
 ((vernieuwen)
 (geen vonk: ver-
 (deelkap defekt</p> | <p>(koolstift weg
 ((rolletje zilverpapier)
 (kap vuil (schoonmaken)
 (kap gescheurd (vernieuwen of
 (schoonkrabben)</p> |

Wanneer er geen vonk is en u na systematisch onderzoek toch geen storing kunt vinden, zal de bobine of condensator (niet besproken) defect zijn. In de meeste gevallen zult u dan monteurs-hulp moeten inroepen.

Overzicht opsporen en verhelpen benzine storingen (motor slaat niet aan, ontsteking in orde).

1. Benzine voorraad
controleren (tankdop
afnemen, schudden)
(a. geen benzine - (niet tijdig gevuld: tanken
(tank lek: repareren met zeep: tanken
(b. wel benzine: overgaan naar punt 2
2. Komt benzine in zuig-
buis? (luchtfilter
afnemen, zuigbuis af-
dekken, starten met
gas)
(a. wel benzine (mogelijk reeds storing verholpen (verstopte sproeier)
(papier wordt nat - (motor verdronken: starten met volgass
(b. geen benzine
(papier blijft droog: overgaan naar punt 3
(
3. Komt benzine uit pers-
leiding? (leiding los-
nemen, starten)
(a. wel benzine - (vlotternaald klemt in zitting: tikken tegen vlotterkamer
(sproeier verstopt: starten met zuigbuis afgedekt en
(gasklep open
(b. geen benzine: overgaan naar punt 4
(
4. Pompdeksel vastzetten
(daarna persleiding
opnieuw controleren)
(a. wel benzine: storing is verholpen (krukring was lek)
(
(b. geen benzine: overgaan naar punt 5
5. Flexibele leiding
controleren
(a. lek of poreus: repareren (cellofaan of pleister)
(b. niet defect: overgaan naar punt 6
6. Zuigleiding doorblazen
(daarna persleiding
opnieuw controleren)
(a. wel benzine: storing is verholpen (leiding was verstopt)
(
(b. geen benzine: benzinepomp defect: monteurshulp invoeren

4.7 STORINGEN DIESELMOTOR

Motor start niet of moeilijk.

Oorzaken: elektrisch: Accu leeg startmotor defect
 Elektrische aansluiting niet goed
 Gloeispiralen defect

Verstopte luchtinlaat
Onvoldoende brandstof toevoer
Lucht in brandstofleidingen of pomp
Verstopte aanzuigleiding of filter
Opvoerpomp defect
Verstuivers defect
Tank ontluchting verstopt
Water in brandstof
Insputmoment niet juist
Lekke koppakking
Verbrande kleppen
Klepspeling niet juist
Zuigerveren versleten

Motor gaat langzamer draaien of stopt.

Onvoldoende brandstof
Brandstoffilter verstopt
Lucht in brandstofsysteem
Brandstofopvoerpomp defect
Slechte brandstof
Verstuivers verstopt,
klep speling niet juist
Zwaar lopende regelstang (brandstofpomp)
Te lage compressie
Stationaire toeren te laag afgesteld

Motor levert geen vermogen.

Fout in brandstofsysteem (zie voorgaande)
Te weinig lucht (verstopt luchtfilter)
Compressie te laag

Motor wordt te warm.

Klep speling niet goed

Motor rookt overmatig.

Zwarte rook
Onvoldoende verbranding (verstuivers vervuild of versleten)
Lucht in de verstuiver-leidingen
Te lage compressie (klep speling niet goed; koppakking lekt; versleten zuigerveren of vervuild)
Te veel brandstof (insputmoment te laat of brandstofpomp onregelmatig)
Geen goede brandstof
Motor overbelast (te zware schroef)
Te weinig lucht

Blauwe rook

Overmatige smeerolieverbruik (duidt meestal op slijtage motor)
Zuigers of zuigerveren versleten
Versleten klep-geleiders
Te dunne smeerolie
Oliepeil te hoog
Oliedruk te hoog

Grijze rook of witte rook

Te lage motortemperatuur (thermostaat defect)
Te lage uitlaatemperatuur(

Motor wordt te heet

Fout in het koelsysteem
Vervuild koelsysteem vervuilde oliekoeler of vervuilde interkoeler
Thermostaat defect, of waterpomp defect
Motor overbelast
Geen volledige verbranding
Onvoldoende smering
Oliekoeler vervuild, of filter verstopt
Oliepomp versleten
Oliekanalen verstopt
Geen juiste smeerolie
Olie moet ververs worden.

Motor maakt kloppende geluiden

Duidt meestal op slijtage van motor onderdelen
Onder andere: zuigers, veren, lagers, drijfstangen + pennen, enz.
Dieselklop komt voor als verstuiwers defekt zijn of verkeerd afgesteld
Inspuitmoment te vroeg
Motortemperatuur te laag.

Abnormale oliedruk

Oliedruk te hoog:
Drukregelventiel defect
Oliefilter verstopt
Olie te dik

Oliedruk te laag:
Oliepomp versleten
Oliepeil te laag
Oliefilter dicht
Versleten lagers
Smeerolieverdunning

4.8 BEDIENING EN ONDERHOUD

Onder dit hoofd worden de volgende zaken verstaan:

- a. het bedrijfsklaar maken
- b. controle tijdens de vaart op bedrijfsomstandigheden
- c. specifieke periodieke controles op mechanische toestand Bij de controles wordt de nadruk gelegd op het constateren van afwijkingen op het normaal-beeld. We hopen hiermee dure reparaties te voorkomen. De motorinstallaties en onderdelen ervan zijn kostbaar. Voor de oudere machines zijn onderdelen veelal niet meer verkrijgbaar, zodat deze met veel zorg gemaakt moeten worden, wat veel tijd en geld vereist. De meeste storingen zijn te wijten aan onwetendheid en gemakzucht. Zelden ligt de fout bij het materiaal.

Bedrijfsklaar maken. De eerste vragen die we ons hierbij moeten stellen zijn:

- a. Hebben we genoeg brandstof (gasolie) voor de vaart?
 - b. Hebben we genoeg smeerolie?
 - c. Hebben we genoeg water voor het gesloten koelsysteem (interkoeling)?
- * Voor we naar de machinekamer gaan waarschuwen we de schipper of een 2e man. We moeten ons nl. realiseren dat een machinekamer een gas-gevaarlijke ruimte is. Vervolgens zetten we de ventilatie bij, door bv. luiken te openen of luchthappers te plaatsen of ventilatoren te starten. Zie hiervoor ook reglement voor vaartuigen die de Rijn bevaren (Kon.Besluit 28-6-1948 en 2-9-1957) Voor het betreden van de motorkamer schakelen we de verlichting in (liefst elektrisch).
 - * Op vele schepen is de trap naar beneden nogal steil. De beste methode is deze achteruit af te gaan.
 - * Controleren van de aanzetvaten op voldoende druk. Evt vullen met een hulpcompressor (denk aan de koeling van de hulp-compressor).
 - * Water van dagtank aftappen - dagtank vullen.
 - * Alle motoren: smeerolie hoeveelheid peilen, vervolgens de koppelingen en alle in aanmerking komende delen controleren.
 - * Evt. cilindersmering doordraaien.
 - * Controleren of koppeling in vrijstand staat. Bij werkzaamheden aan de koppeling of machine altijd de schroefas op de vang zetten, om ongewild verdraaien door golfslag van passerende schepen te voorkomen.
 - * De motor voorzichtig 2 slagen tornen. Dit wordt gedaan om evt. water in de cilinders te constateren.
 - * Motor in de juiste stand zetten.
 - * Dicht zetten van de decompressiekleppen.
 - * Afsluiter van luchtvat zeer langzaam open draaien. (iets open zetten; 1/8 tot 1/4 slag en wachten tot fluiten over is daarna verder open zetten). Denk hierbij aan de tuinslang. Een losliggende tuinslang zal bij het openen van de kraan beginnen te "kwispelen". Vooral bij oudere installaties waarbij de leidingen niet gebeugeld zijn, is de kraan ineens open zetten vragen om moeilijkheden, zoals springen en slaan van de leiding.
 - * Boordkranen open zetten. Bij een goede installatie hoeven er verder geen afsluiters meer bediend te worden.
 - * Motor starten, stationair draaien, controleren of alle cilinders ook werkelijk inspuiting krijgen en ontsteken.
 - * Smeeroliedruk meten.
 - * Koelwater controleren op stroming. Melden aan de schipper

4.9 CONTROLES TIJDENS DE VAART

De tijd tussen de controles moet ieder voor zich bepalen aan de hand van de installatie. Vaak wordt om de 2 uur beneden in de motorkamer gecontroleerd. Ook is het mogelijk enige belangrijke gegevens in de stuurhut op een paneeltje door instrumenten te laten aangeven. Noodzakelijk is het dan om deze instrumenten af en toe op juistheid te controleren. Vanuit de stuurhut kunnen we vaak een oogje houden op de uitlaatgassen, welke een indruk over het functioneren van de machine geven. Welke gegevens zijn belangrijk om te weten?

- a. Temperatuur uitlaatgassen. Voor een tweetaktdiesel met langspoeling ~ 350 °C Voor een tweetaktdiesel met andere spoeling ~ 300 °C. Voor een viertaktdiesel ~ 400 °C .
- b. Temperatuur van de smeerolie Druk van de smeerolie. Beiden horen bij een bepaald toerental
- c. Temperatuur van het koelwater; open systeem 50 °C, interkoeling 75 a 85 °C
- d. Verbruik brandstof.
 - Tweslag benzinemotor 0,38 - 0,5 liter per pk per uur.
 - Vierslag benzinemotor 0,295 - 0,375 liter per pk per uur.
 - Tweslag dieselmotor 0.225 liter per pk per uur.
 - Vierslag dieselmotor 0,2 liter per pk per uur.
- e. Olieverbruik bij goede installatie ~ 1 g per pk per uur
- f. Temperatuur keerkoppeling en bij hydraulisch gestuurde koppelingen de oliedruk.
- g. Temperatuur verdeling in de motor (voelen met de hand).
- h. Temperatuur schroefas-lagers. Een lager die je met enige goede wil nog net vast kunt houden is ongeveer 60 °C.
- i. Druk in het aanzetvat.
- j. Kijk ook eens onder de vloerplaten naar olie (brandgevaar) en verdere zaken, in verband met het schoonhouden van de lenskasten. k. Kijken naar het schakelbord met het oog op energieverbruik.
- l. Kijken naar de accu's (accubatterijen groter dan 42 V en 200 A horen in een apart geventileerde en gesloten ruimte te staan in verband met het explosiegevaar).

4.10 STARTLIJST HOOFDMOTOR

Datum tijd - opmerkingen

Machinekamer voorsmering

1. TG klepsmering
2. T tuimelaars (4x)
3. T luchtaanzetten (2x)
4. T stootstangen (4x)
5. T regelstang (2x)
6. T brandstofpompen (2x)
7. T reguleur (2x)
8. T slinger van smeerapparaat (8x)
rond, evt. bijvullen (vol)
9. pompen handsmeeroliepomp
10. T excentriek waterpompen
11. T oliepoten waterpompen (2x)
12. T oliepot le schroefaslager
13. M controle olie keerkoppeling
14. L lagers van keerkoppeling
15. W vet waterpompen

Machinekamer standencontrole

1. T peil oliekoeler
2. T peil compressor
3. peil gasoliedagtank ;
4. manometer luchttank boven
5. manometer luchttank beneden ;
6. schakelaar hoofdagregaat in ;
nulstand
7. peil expansietank interkoeling

Brugcontrole

1. gas 2 slagen vanaf stationair :
2. keerkoppeling neutraal

Achteronder smering

1. T oliepoten 2e, 3e, 4e schroef aslager (3x)
2. GV Galanlagers (2x) ca.2 slagen

Starthandelingen hoofdmotor

1. koelwaterafsluiter openen
2. handwiel reguleur naar beneden
- 3- kleppen lichten
- 4- tornen 2x rond (aanzetstand)
- 5- kleppen sluiten
- 6- afsluiter luchttank openen
- 7- aanzethandel openen (start)
8. luchttank sluiten
9. lucht draaien
10. koelwater buitenboord controleren
(wateroverloopkraan dicht)
11. wateroverloopkraan openen
12. bij bedrijfstemp. overloopkraan
sluiten. Tijd van sluiten
13. uitlaatrook controleren
14. sein machine stand-by

Paraaf Machinist:

Gegevens hoofdmotor: merk: vermogen:
type: toerental:

Uurcontrole hoofdmotor
datum tijd

machinekamer smering

1. TG klepsmering
2. T tuimelaars (4x)
3. T luchtaanzettings (2x)
4. T stootstangen (4x)
5. T regelstang (2x)
6. T brandstofpompen (2x)
7. T reguleur (2x) +)
8. T smeerapparaat (vol)
9. T excentriek waterpompen
10. T oliepotten waterpompen
11. T oliepot le schroefaslager
12. T vet waterpompen

machinekamer standencontrole

1. oliedruk (niet minder dan 0,3 at)
2. peil oliekoeler (S)
3. temperatuur koelwater voor
4. temperatuur koelwater achter
5. temperatuur uitlaat voor
6. temperatuur uitlaat achter
7. peil gasoliedagtank (S)
8. koelwater buitenboord (K-W-H)
9. warmte remband (K-W-H).(S)
10. warmte luchtaanzeiting (K-W-H).(S)
11. manometer luchttank boven Si
12. manometer luchttank beneden (S)
13. aantal volts netspanning
14. aantal amps. via hoofdaggregaat
(pos.(+)=laden/neg.(-)=ontl.) ;
15. peil expansietank interkoeling

Achteronder smering

1. T oliepotten 2e,3e,4e schroef-
aslagers (3x) +
2. GV galanlagers (2x) + (S)
ca. 2 slagen (vet tijdig bijvullen)

Stoplijst hoofdmotor

1. sein machinekamer bedankt
2. uurlijst afsluiten, alleen de (S)
gemerkte punten, nadraaien na vollast

3. luchttank sluiten indien stand-by
voor luchthoorn e.d.
4. schakelaar hoofdaggregaat in nulstand
5. handwiel reguleur naar boven, stop
6. koelwaterafsluiter sluiten
7. vliegwielen in de ruststand brengen

paraaf machinist:

De met +) gemerkte punten om het uur smeren.

Smeermiddelen	Smeerpunten	x	kleurloos leidingstelsel	
T = Shell Tallona SAE 30	rood	x	hogerdruk luchtleidingen	rood
M = Shell Macoma 72	rood-geel	x	buitenboordkoeling	groen
L = Shell Livona ver	geel	x	interkoeling	blauw
W = Waterpompvet	geel-rood	x	gasolieleidingen	bruin
GV = Galanlagervet	wit	x	lensleidingen	oranje
TG = Tallona - gasolie 1:1	oranje	x	aftappunten winterberging	wit

Peiling gasoliebunkers: stuurboordtank ltr.: bakboordtank ltr.:

Verdeling tussen twee strepen op de peilstok is ca 1 tr.

Totaal in bunkers ltr.
gasoliedagtank ltr. Brandstof 1tr.

4.11 WINTERBERGING VAN DE DIESELMOTOR

1. Aan het einde van het seizoen, onmiddellijk nadat de motor voor de laatste keer is gebruikt en dus nog warm is, tappen we de carterolie af. Soms wordt dit vergemakkelijkt door een bijgeleverd of ingebouwd pompje voor dit doel. Vervolgens vervangen we het smeeroliefilterelement en vullen het carter opnieuw met speciale conserveringsolie Shell Ensis Motorolie of met Shell Rotella SX, TX of Shell Rimula CT al naar gelang het voorschrift van de motorfabrikant. Sommige brandstof-inspuitpompen hebben ook een oliecarter; hier wordt eveneens de olie ververst.
2. Indien de motor een gesloten koelsysteem heeft - soms interkoeling genoemd dan tappen we het water hieruit af en vullen het opnieuw met een mengsel van 2 delen water en een deel Glycoshell Plus. Dit voorkomt zowal bevroering als corrosie.
3. De brandstof-injectiepomp en de verstuiers zijn ook onderhevig aan inwendige corrosie. Indien corrosie een kans krijgt geeft dit grote moeilijkheden in het voorjaar door vastzittende pluniers of verstuivernaalden. Om dit te voorkomen gaat men als volgt te werk, De brandstofkraan aan de tank wordt gesloten. De brandstofleiding aan de brandstofopvoerpomp wordt losgekoppeld en met behulp van een kort stukje leiding laat men Shell Calibration Fluid B opzuigen uit een blikje. De motor wordt gestart en moet geruime tijd lopen om zeker te zijn dat de Calibration Fluid B de verstuiers heeft bereikt. N.B. Shell Calibration Fluid B is een brandstof met conserverende werking. Bij deze gehele operatie moet men zorgvuldig te werk gaan om te voorkomen dat lucht wordt aangezogen. Zou dit onverhoopt toch gebeuren, dan moet in vele gevallen het totale brandstofsysteem worden ontvlucht. Een eenvoudiger methode weliswaar minder effectief, is het toevoegen van 3C/O Shell Rimula CT olie aan de brandstof. Dit kan bv bij de laatste maal tanken in het seizoen plaatsvinden. N.B. De smeerolie goed mengen met de brandstof voor het in de tank gieten.
4. Stop de motor en tap direct bij - met buitenwatergekoelde motoren - het koelsysteem af, of tap bij motoren - voorzien van een gesloten koelsysteem met warmtewisselaar - alleen dat deel van het systeem af waarin het buitenwater circuleert.
5. De brandstoftank wordt geheel gevuld. Dit voorkomt het "ademen" van de tank en dus de kans op roestvorming. De leiding aan de brandstof-opvoerpomp weer aankoppelen. Pas op voor lucht!
6. Terwijl de motor nog warm is, sluiten we de luchtinlaat- en uitlaatopening af met waterbestendig materiaal.
7. Tenslotte maken we de motor aan de buitenkant schoon en behandelen we alle blank metalen delen met Shell Roestwering (verkrijgbaar in spuitbus).

Tips voor het weer in bedrijf stellen.

1. Het koelsysteem controleren we eerst nauwkeurig op lekken.
2. Glycoshell Plus kan in het systeem gelaten worden en beschermt het koelsysteem ook 's zomers tegen corrosie. Bij de volgende winteropslag moet het dan weer worden ververst.
3. We verwijderen de afsluiting van luchtinlaat- en uitlaatopeningen.
4. De carterolie behoeft niet onmiddellijk ververst te worden. Is Shell Ensis Motorolie gebruikt, dan dient deze na enkele draaiuren te worden afgetapt en vervangen door de normaal voorgeschreven olie.
5. Shell Roestwering laat zich, indien met dit wenst, gemakkelijk verwijderen met een in petroleum gedrenkte doek of borstel.

Algemeen: Vergeet de schroefaskoker niet. Vul de vetpotten met Shell Rhodine Vet 2 of Shell LivonE Vet 3 en draai deze een aantal slagen aan. Ook andere metalen scheepsonderdelen, beslag, enz. kunnen uitstekend beschermd worden met Shell Roestwering.

5.1. OMKEERINRICHTINGEN.

De motor in een auto kan slechts in één richting draaien. Daarom is in de versnellingsbak een speciale tandwieloverbrenging aangebracht welke bij schakeling op "achteruit" de cardanas tegengesteld aan de motoras doet aandrijven. De meeste motoren op kleine schepen (vooral die van de binnenvaart) kunnen maar in een richting draaien, zodat met het oog op het manoeuvreren een keerkoppeling moet zijn aangebracht om de schroefas in tegengestelde richting te laten draaien. Er staan ons diverse mogelijkheden ter beschikking om de schroefas van draairichting te veranderen, nl:

- een omkeerinrichting d.m.v. 2 tandwielen en 2 kettingwielen;
- een omkeerinrichting d.m.v. 2 tandwielen en 3 tandwielen
- een omkeerinrichting d.m.v. een planetenstelsel
- een verstelbare schroef.

5.1.1. De omkeerinrichting met 2 tandwielen en 2 kettingwielen.

De werking:

Tandwiel A en kettingwiel B draaien los om de as. Met de kegelkoppeling E kan of tandwiel A of kettingwiel B verbonden worden met de gedreven as. Wielen C en D zitten vast op de uitgaande as.

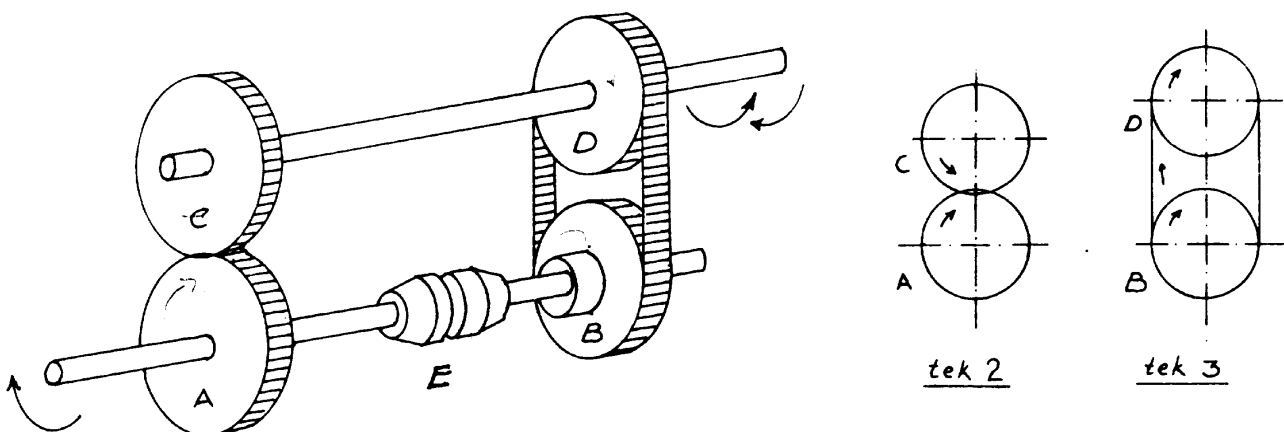


fig. 45

Wordt de koppeling naar links verschoven, dan wordt tandwiel A verbonden met de aandrijf-as en zal rechtsonder gaan draaien. Tandwiel C grijpt in de vertanding van A en zal de uitgaande as linksonder aandrijven. Wordt de koppeling naar rechts verschoven, dan wordt tandwiel B verbonden met de gedreven as en zal de uitgaande as ook rechtsonder gedreven worden. De tandwielen A en C kunnen een reductie vormen evenals B en D. De tandwielen zullen een grotere diameter hebben dan de kettingwielen waardoor de reductie niet gelijk kan zijn.

5.1.2. De omkeerinrichting met 2 en 3 tandwielen.

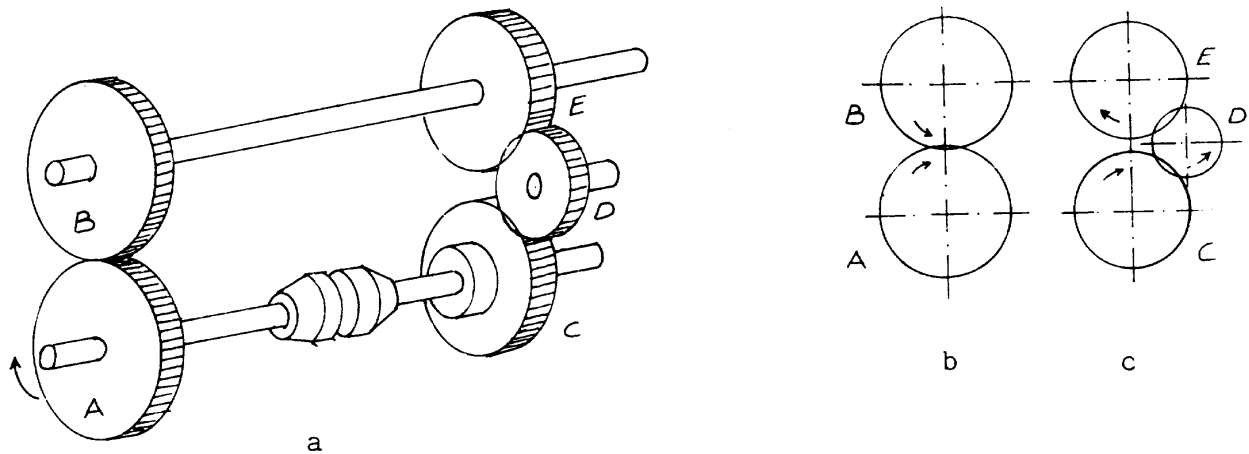


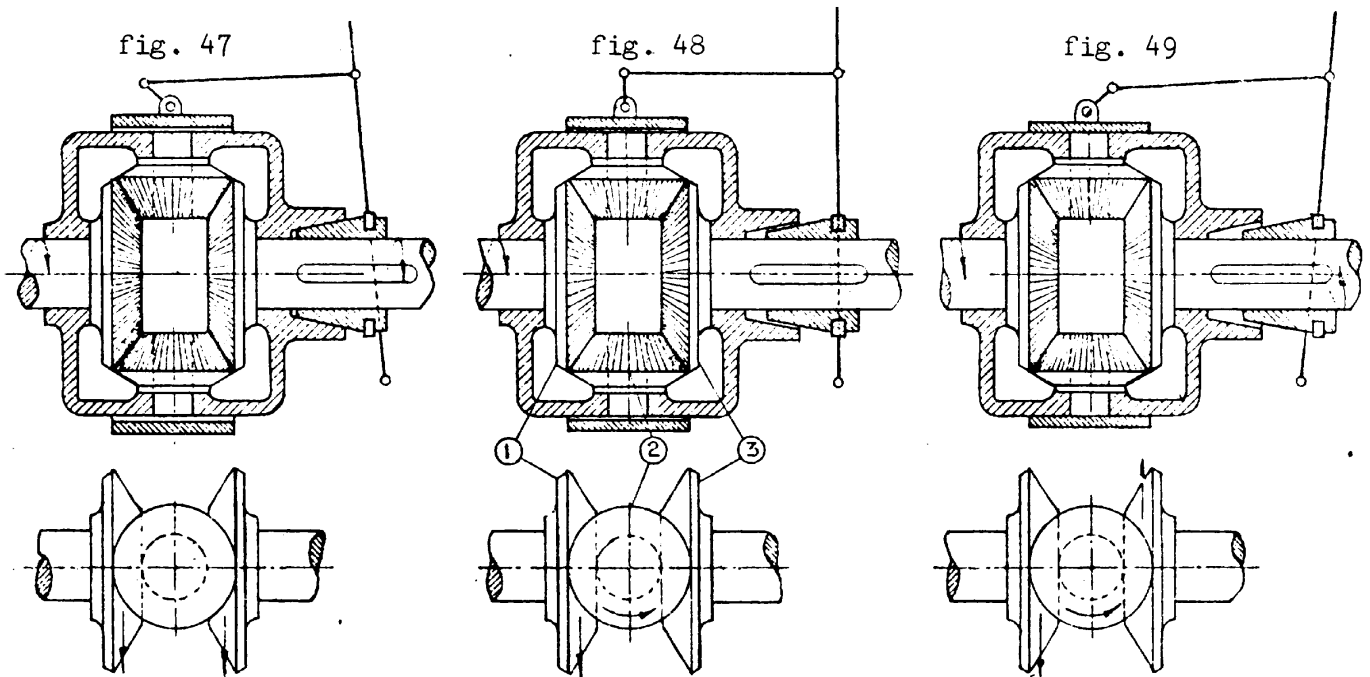
fig. 46

Werking:

Bij deze methode wordt ook de as welke door tandwiel A en C loopt aangedreven door de motor. De koppeling kan of tandwiel A of tandwiel C verbinden met de as. Tandwiel B en E zitten vast op de uitgaande as. Is tandwiel A gekoppeld dan zal volgens fig. 46b de uitgaande as linksom draaien. Is tandwiel C gekoppeld (fig. 46c) dan zal door het tussenwiel D de draairichting van tandwiel E gelijk zijn (=rechtsom) met de gedreven as.

5.1.3. De omkeerinrichting met een conisch tandwielstelsel.

De Brevo keerkoppeling.



De motoras (links) en de schroefas (rechts) zijn beide met een eind in een trommel gelagerd en daarbinnen voorzien van een conisch tandwiel 1 en 3. Deze tandwielen grijpen beide in twee of vier-kleinere conische tandwielen (2) die om tappen kunnen draaien, welke in de trommel zijn bevestigd. Om de trommel is een remband aangebracht, die, als de handel (fig. 49) naar rechts wordt verplaatst, vast om de trommel wordt geklemd; tegelijkertijd wordt ook de op de schroefas aangebrachte frictieschijf naar rechts verplaatst en de trommel ontkoppeld van de schroefas. Staat de handel naar links (fig. 48) dan is de trommel dus vrij van de remband, en dan zijn de trommel en de schroefas vast aan elkaar gekoppeld door de frictieschijf. Schroefas, trommel en motoras vormen dan een geheel, zodat bij bij deze "vooruitstand" van de handel, de schroefas in dezelfde richting en met het zelfde aantal omwentelingen als de motor draait. Wordt de handel naar rechts bewogen, dan wordt de trommel door de remband vastgeklemd en blijft hij stilstaan. De trommel is dan niet meer aan de schroefas gekoppeld, daar de frictieschijf ook naar rechts is verplaatst. Draait de motoras dus rechtsom, dan zal het daarop geplaatste tandwiel 1 de kleine tandwielen 2 om hun (met de trommel) stilstaande tappen draaien, zodat het conische tandwiel 3 op de schroefas in tegengestelde richting, dus linksom, draait. Bij deze "achteruitstand" van de handel draait de schroefas derhalve met hetzelfde aantal omwentelingen als de motoras, maar dan in tegengestelde richting.

Staat de handel in de middenstand (fig. 48) dan is de trommel vrij van de remband en de frictieschijf en kan dus vrij draaien. Bij deze "stopstand" van de handel staat de schroefas dus stil terwijl de motoras blijft doordraaien.

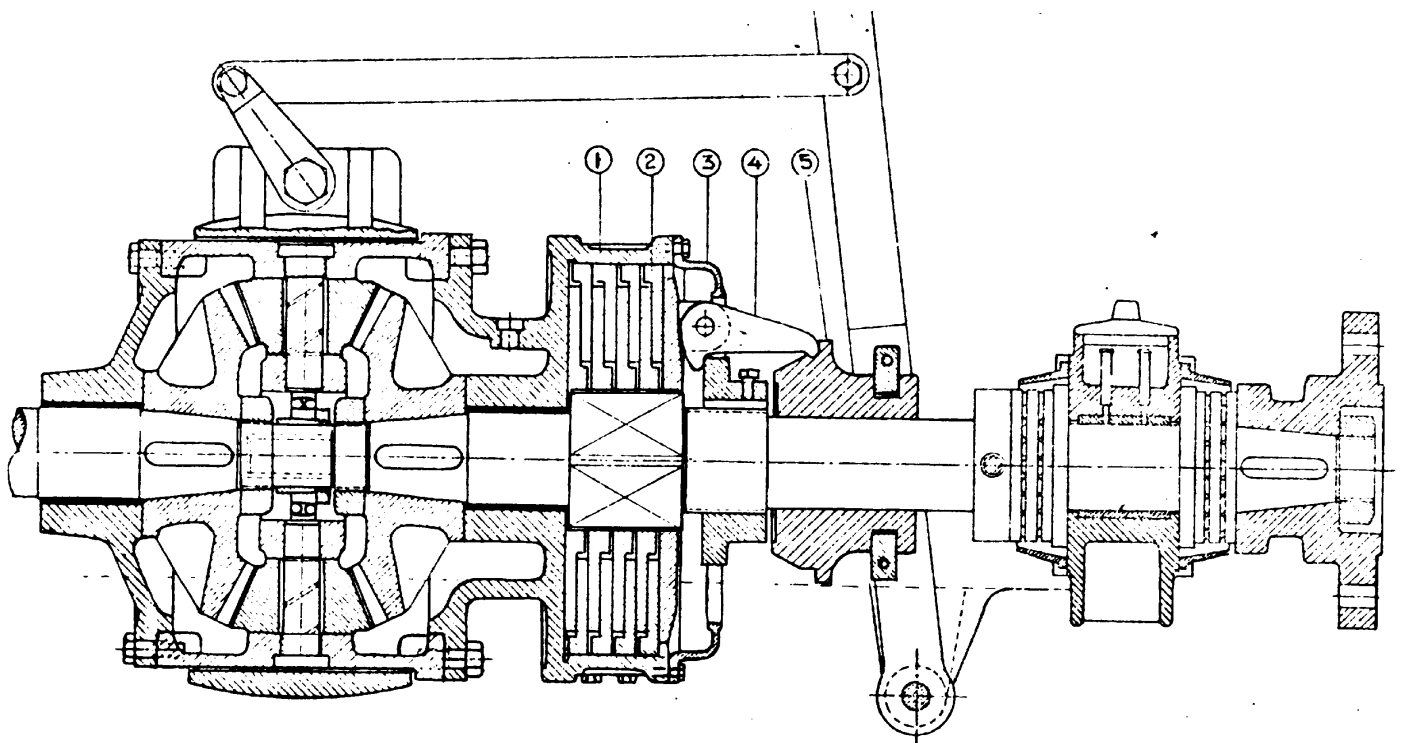
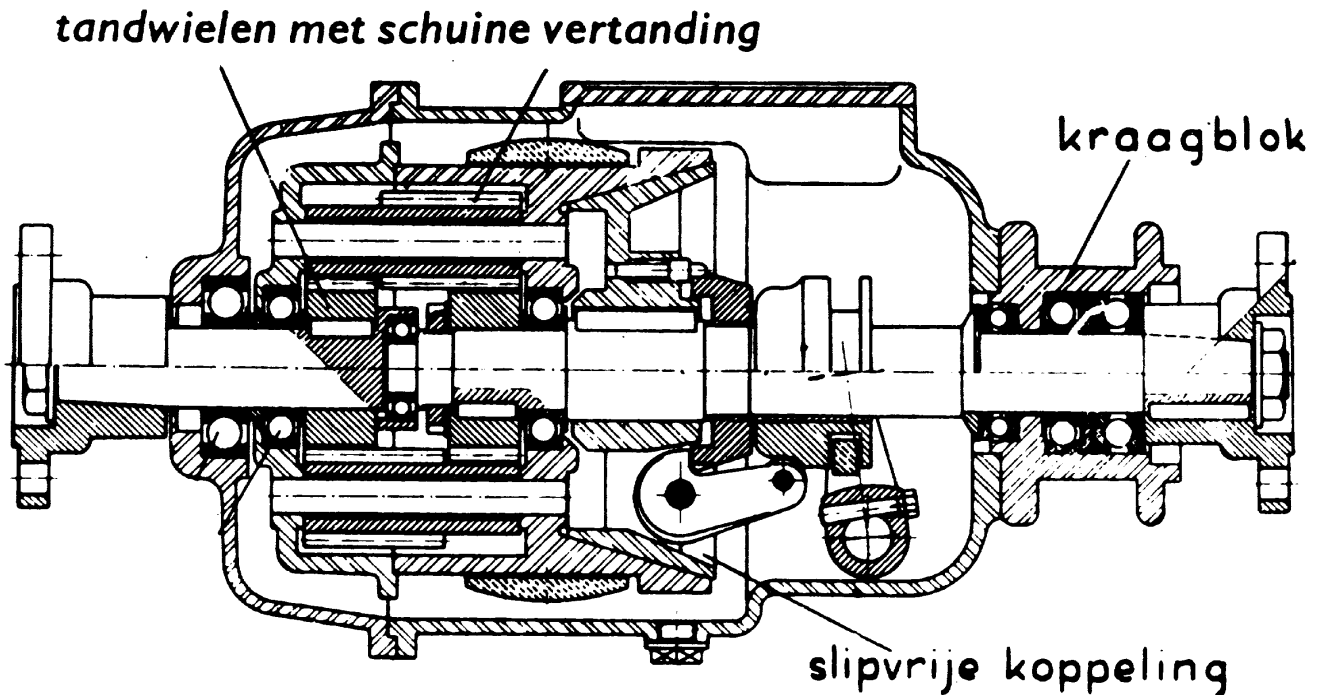


fig. 50

5.1.4. De omkeerinrichting door middel van 4 tandwielen.

Rijsdijk koppeling.



Op de tekening onderscheiden we links de aangedreven as. Op deze as is door middel van een spie een tandwiel bevestigd. Op de uitgaande as zit ook een tandwiel bevestigd en wel even groot als de aangedreven as. Deze twee tandwielen zijn verbonden met 2 x 2 kleine tandwielletjes (er bevinden zich 2 achter elkaar).

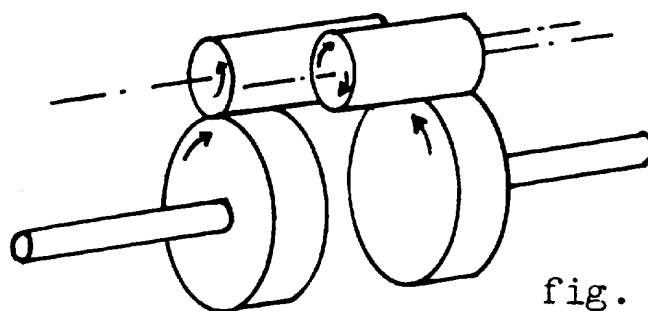


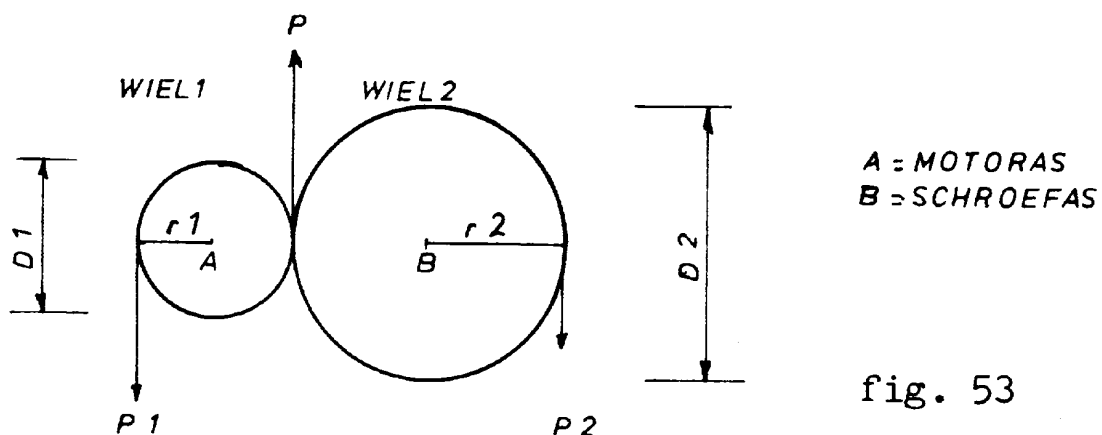
fig. 52

De lagers van de kleine tandwielen bevinden zich in een bus welke om het hele tandwielstelsel heen zit. Wordt nu de bus vastgezet door middel van de klemband, dan wordt de draairichting van de gedreven as omgekeerd overgebracht op de uitgaande as. Bij vaart vooruit wordt de cilindrische bus gekoppeld door middel van de conische koppeling aan de uitgaande as waarbij de klemband gelost wordt. De tandwielen kunnen dan niet meer draaien, zodat de uitgaande as door middel van een vaststaand tandwielstelsel gekoppeld zit met de gedreven as.

5.2. REDUCTIES.

Om het motortoerental te verlagen worden meestal tandwielkasten gebruikt om aan een voor de schroef gunstig toerental te komen. Het is bekend dat een laag toerental van de schroef een gunstig rendement geeft. Nu is het zo dat de moderne dieselmotoren steeds sneller gaan draaien, zodat een steeds grotere vertraging noodzakelijk is. Bij de oudere motoren (Kromhout, Bolnes, Industrie enz.) werd een laag toerental gebruikt (400 800) zodat alleen met een onkeerinrichting volstaan kon worden. In het volgende verhaal willen we in het kort bezien wat de eigenschappen zijn van een reductiekast (vertraging).

Stel dat de overbrenging gebeurt d.m.v. twee tandwielen dan krijgen we de volgende situatie:



De reductie kan natuurlijk ook d.m.v. V-snaarschijven gerealiseerd worden. De draairichting van de 2 assen blijft dan gelijk, in tegenstelling van een tandwielvertraging. De tanden van de wielen grijpen in elkaar met het gevolg dat de wielen dezelfde omtreksnelheid hebben.

De omtreksnelheid is $V_1 = \text{afgelegde weg per min} / 60 = d_1 \cdot n_1 / 60 = v_2 = (d_2 \times n_2) / 60$ m/sec
dus $d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$

De overbrengingsverhouding $i = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 = r_2 / r_1$

De middellijnen zijn dus omgekeerd evenredig aan hun toerentallen.

Is P de kracht die werkt aan de omtrek van de wielen, dan is $P = P_1 = P_2$

Het moment op de as van het eerste wiel is dan $M_1 = P_1 \times r_1$

Het moment op de as van het tweede wiel is dan $M_2 = P_2 \times r_2$, dus M_2 / M_1 (zonder wrijving).

M is het wringmoment, kortweg moment in een as, dit wordt ook wel koppel genoemd.

Is het over te brengen vermogen (nominale) $N \times Kw$ en het aantal omwentelingen per minuut gegeven, dan is de kracht P te vinden uit: $M = P \times r = N / W$ waarbij

W de hoeksnelheid is $2\pi / 60 = n$ rad/sec.

Is het vermogen gegeven in pk dan is P te bepalen uit:

$$M = P \cdot r = 716,20 \times (N/n) \text{ kg/m} \quad (716,20 = (60 \times 75) / 2)$$

In het volgende voorbeeld zullen we deze gegevens verwerken.

De Dr. Ariensgroep uit Velsen heeft een 141 tons tjalk met een 50 pk HMG 2 cilinder bij 800 omw./min. Deze motor is op leeftijd en begint problemen te geven, -zodat gedacht wordt aan vervanging. De vraag is nu welk vermogen moet de motor hebben en welk moment móét hij afgeven. Het goedkoopst is om de bestaande schroef + schroefas en omkeerinrichting te handhaven zodat de nieuwe motor, ev. met een reductiekast aangepast moet zijn aan de oude installatie.

Het M op de schroefas is te bepalen uit (bestaande situatie): N 50

$$M = P \times r = 716,2 \times (N/n) = 716,2 \times (50/800) = 44,76 \text{ kg/m.}$$

Stel dat er een motor beschikbaar is met een n van 2400 omw./min, zodat

$$\text{De overbrengingsverhouding } i = n_1/n_2 = 2400/800 = 3$$

Het moment wat de motor moet kunnen geven is dan:

$$M_2 / M_1 = i = M_{nw} = M_2/i = 44,76 / 3 = 14,92 \text{ kg/m.}$$

Het vermogen is dan in pk's: $716,2 \times (N/n) = M_{nw}$

$$716,2 \times (N/n) = M_{nw}$$

$$14,92 = (716,2 \times N)/2400$$

$$N = (14,92 \times 2400)/716,2 = 50 \text{ pk}$$

Dit moet verhoogd worden met het rendementsverlies van de tussen geplaatste tandwielkast, waarvan het N totaal op 0,9 gesteld kan worden. Dan is

$$N_{\text{motor bruto}} = 50/0,9 = 55 \text{ pk as}$$

Uit bovenstaande blijkt: dat:

- Het vermogen van de nieuwe motor gelijk kan zijn aan het oude vermogen vermeerderd met het rendementsverlies (alles in DIN B pk's).
- de nieuwe motor een moment (koppel) moet kunnen leveren welke zich omgekeerd verhouden als hun toerentallen, dus $n_{\text{oud}} \times \text{moment}_{\text{oud}}$

$$M_{\text{nieuw}} = (n_{\text{oud}} \times \text{moment}_{\text{oud}}) / n_{\text{nieuw}}$$

Het kiezen van een grotere motor maakt de inbouw alleen maar duurder en zal meer ruimte vragen.

5.3. KOPPELINGEN

Overzicht.

Een koppeling dient om 2 aseinden met elkaar te verbinden of om een motor direct of indirect aan een machine te koppelen. In het eerste geval past men meestal een vaste koppeling toe. Bij een koppeling van machines en werktuigen aan motoren gebruikt men liever een beweegbare of flexibele koppeling. De krachten die in een machine werken veroorzaken meestal een trilling of doen de aandrijfjas buigen of verplaatsen t.o.v. de motor. Bij een vaste koppeling zullen deze krachten ook op de motor worden overgebracht. De flexibele koppeling neemt deze krachten op, zodat de motor geen hinder ondervindt dan de schadelijke invloeden van de gedreven delen. Ook de lengte-veranderingen in axiale (de lengterichting van de as) richting door verwarming en/of afkoeling worden door de flexibele koppeling ondervangen. Soms kan het nodig zijn, dat de aangedreven machine tijdens het bedrijf moet worden stopgezet. In deze gevallen wordt een in- en uitschakelbare koppeling toegepast. Een uitgebreide studie van alle koppelingen zou ons te ver voeren en daarom volstaan wij met het noemen van enkele soorten koppelingen:

5.3.1. vaste koppelingen	1.1 koppelbus 1.2 deelbare klemkoppeling
5.3.2. elastische koppelingen	1.3 flenskoppeling 2.1 leren of rubber schijf 2.2 flens koppeling met proppen en pennen 2.3 flens koppeling met inliggend kruis
5.3.3. koppelingen met grote hoekfout	3.1 bandkoppeling 3.2 kruiskoppeling 3.3 homokineet
5.3.4. in- en uitschakelbare koppelingen	4.1 kegelkoppeling 4.2 plaat-of lamellenkoppeling 4.3 centrifugaal koppeling 4.4 synchro-metrische koppeling
5.3.5. veiligheidskoppelingen	5.1 breekpenkoppeling 5.2 hydraulische koppeling

5.3.1.1 Koppelbus

De koppelbus komt weinig meer voor en kan slechts geringe krachten overbrengen. Het is een gedraaide bus, die om beide adseinden wordt geschoven. Met de stelbouten of spieën klemt men de aseinden vast in de bus.

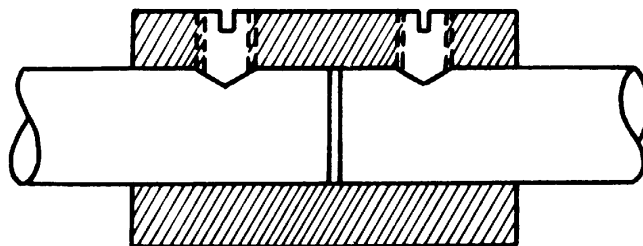


fig. 54

5.3.1.2. Klemkoppeling.

Een verbeterde uitvoering is de klemkoppeling. Ze wordt gebruikt voor assen tot 200 mm rond, is gemakkelijk te demonteren en ook deze maakt het monteren van gesloten lagers mogelijk, evenals het gebruik van kogellagers voor de aslaging. De boring van de koppeling wordt een weinig kleiner gehouden dan de asmiddellijn voor het verkrijgen van een sterkere klemming om de aseinden. Een inlegspie dient om bij het optreden van schokken doorglijden van de aseinden te voorkomen. Een bezwaar van deze koppeling is de noodzaak van gelijke asdiameters, omdat anders de dunste as gaat slippen.

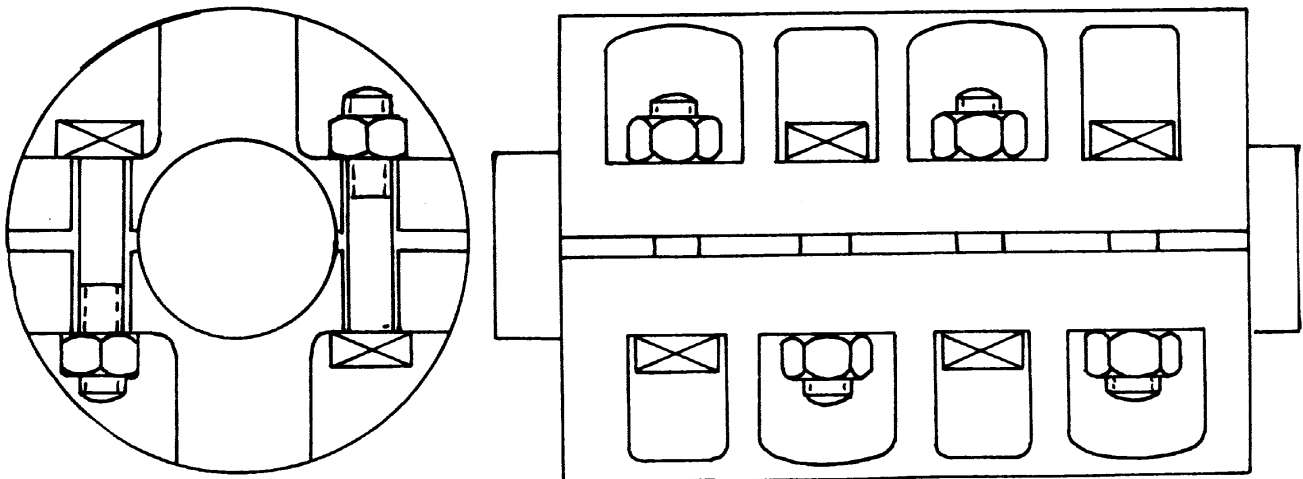


fig. 55

5.3.1.3. Stalen flens koppeling.

De flenzen kunnen op de as gekrompen of geperst zijn. Ze kunnen ook met de as een geheel vormen. Dit gebeurt veel bij zware assen voor belangrijk werk, b.v. bij schroefassen, waar as en flenzen uit één stuk zijn gesmeed en daarna op een draibank verder zijn bewerkt.

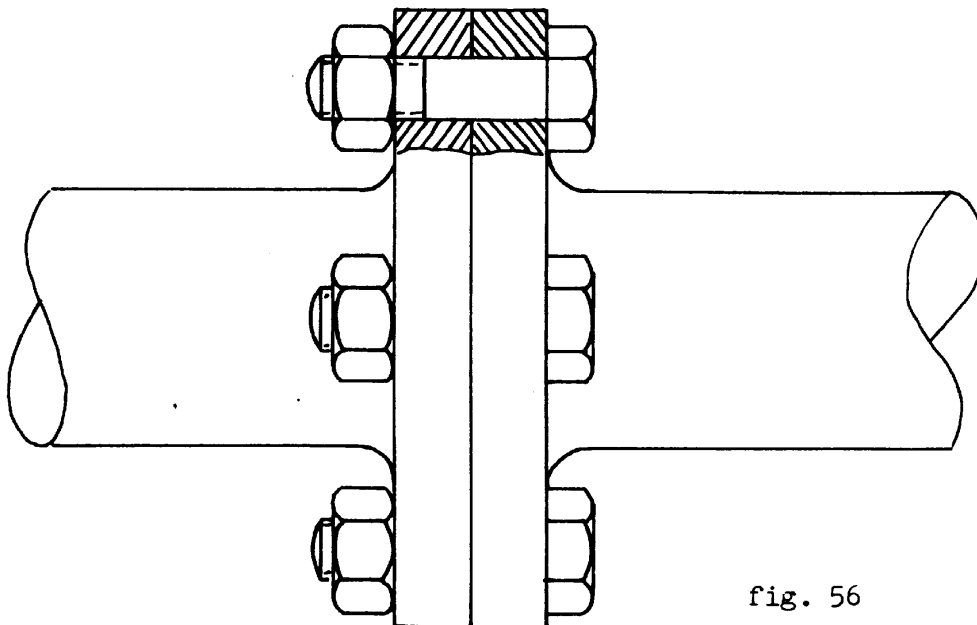


fig. 56

De bouten worden zuiver passend gedraaid in genummerde gaten, zodat een deel van het wringende moment door de bouten wordt overgebracht. Met het oog op het gevaar dat de meedraaiende boutkoppen en -moeren opleveren, vraagt deze constructie een nadere bescherming.

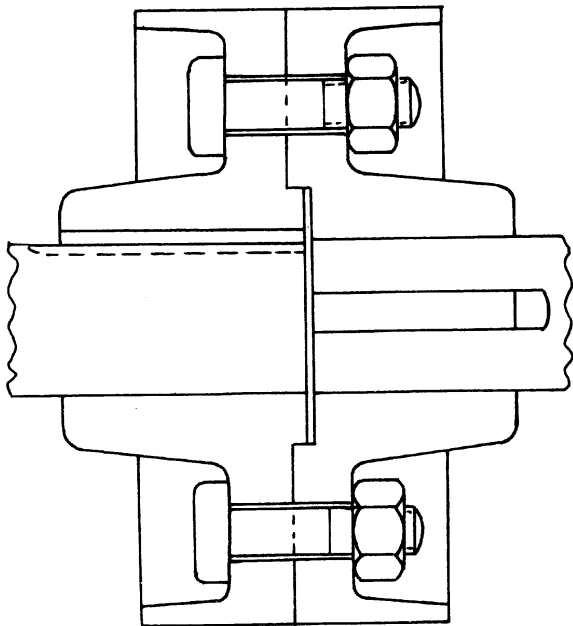


fig. 57

Bij de flenskoppelbus fig. 57 is dit bezwaar van uitstekende delen ondervangen door een aangegoten veiligheidsrand. De beide schijven van gietijzer of gietstaal vervaardigd, worden op de aseinden gespied, geperst of gekrompen.

Het opspieën van de schijven heeft het bezwaar, dat de naafboring tegenover de spiebaan tegen de as wordt gedrukt, zodat een eenzijdige klemming ontstaat, waardoor de schijf door de spie overgedreven wordt en dus schuin komt te staan met het gevolg een noodzakelijk nadraaien van de koppelschijf.

Deze omslachtige en vaak tijdrovende nabewerking kan worden vermeden door de koppelschijven op de aseinden te persen of te krimpen, al of niet met een inlegspie als borging. Op deze wijze wordt een solide bevestiging verkregen.

Bij assen met een geringe middellijn tot 70 mm kan men volstaan met niet passende bouten, zwarte bouten genoemd. Het wringend moment moet hier worden overgebracht door wrijving als gevolg van de klemming, die tussen de koppelschijven ontstaat door en naar gelang het aanhalen van de bouten.

Voor het overbrengen van grotere vermogens, bij zwaardere uitvoeringen, worden als bevestigingsbouten zgn. pasbouten gebruikt. Dit zijn "passend" gedraaide bouten in zuiver geruimde gaten. Deze bouten moeten een deel van het wringend moment overnemen en zijn derhalve op afschuiving belast.

Voor centrering van de verbonden aseinden dient de aangegeven centreerrand. Een voorstaande centreerprent op de ene schijf past sluitend in de centreerkamer van de andere. De centreerkamer moet dieper zijn dan de hoogte van de prent om klemming daar ter plaatse te voorkomen. Een nadeel van de centreerrand is, dat bij demontage van de assen één of beide zover in de lengterichting verschoven moet worden, dat de centreerprent vrij komt te liggen van de andere omsluitende koppelschijf.

Een tussenschijf zoals hierna getekend heft dit bezwaar op. Deze gehalveerde schijf omsluit de voorstaande centreerprent van beide koppelschijven. Met doorgaande sluitende bouten, ook in de overeenkomstige gaten van de tussenschijf, worden de schijfhelften op hun plaats gehouden en de aseinden door hun schijfboring gecentreerd. De in de tussenschijven getekende draadgaten zijn bestemd voor het aanbrengen (indraaien) van een handgreep, trekker genoemd, die nodig is voor het demonteren en verwijderen van de tussenschijfhelften.

Is een as aan beide einden voorzien van een flenskoppeling, dan komt voor de lagering alleen een open kussenblok in aanmerking. Dit is een groot nadeel van de vaste flenskoppeling.

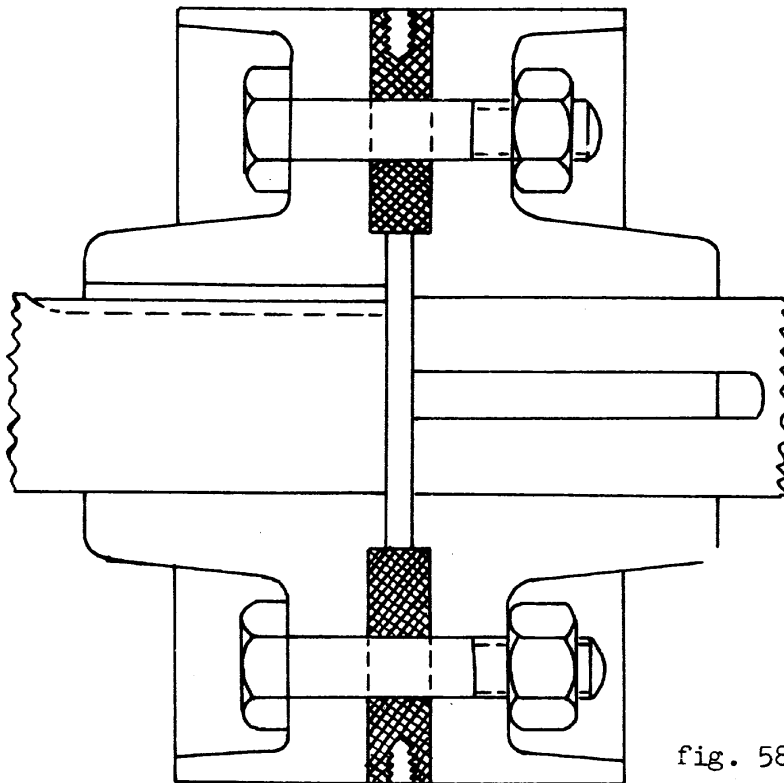


fig. 58

5.3.2. Elastische koppelingen. (afwijking in de uitlijning tot max. 2°)

Door een elastische koppeling kunnen stoten en trillingen worden opgevangen (gedempt). De soepelheid voorkomt tevens een ongelijkmatige belasting en ongewenste kleine verschuivingen van en in de lagering waardoor dikwijls warmlopers ontstaan.

5.3.2.1. Een leren schijfkoppeling.

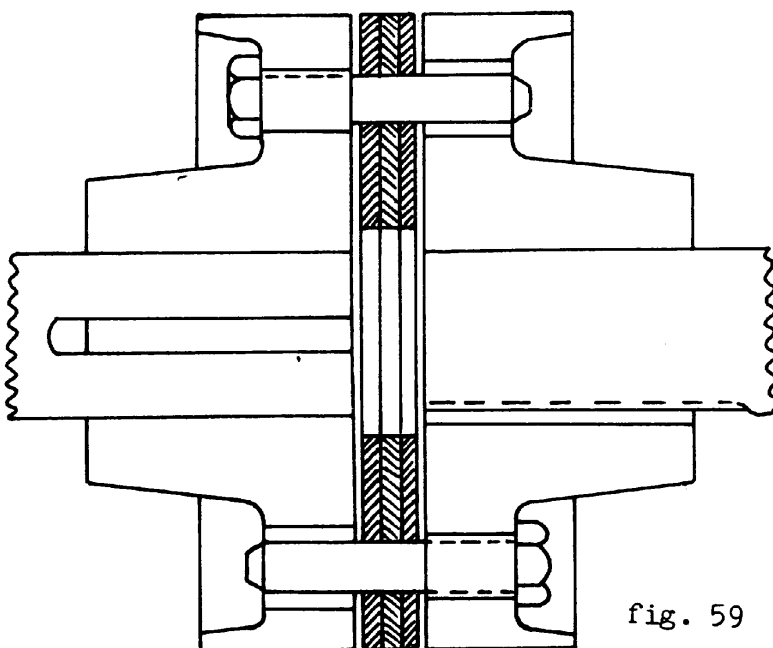


fig. 59

Fig. 59 toont ons een dergelijke koppeling voor een klein over te brengen moment. Ze bestaat uit twee naafflenzen elk van drie pennen voorzien, die met schroefdraad in de flenzen zijn bevestigd. Deze pennen grijpen beurtelings (om en om) in de gaten van de leren schijven, welke tussen de flenzen zijn aangebracht. Door de elasticiteit van het leer worden de eventuele stoten geheel of gedeeltelijk opgenomen. Bij deze koppeling behoeven de assen niet zuiver in elkaars verlengde te liggen.

Deze koppeling is niet in staat stuwkracht over te brengen. Er moet dus bij de schroefas een stuwlager zijn aangebracht.

5.3.2.2. De flenskoppeling met proppen en pennen, b.v. de Rupex of Elco koppeling.

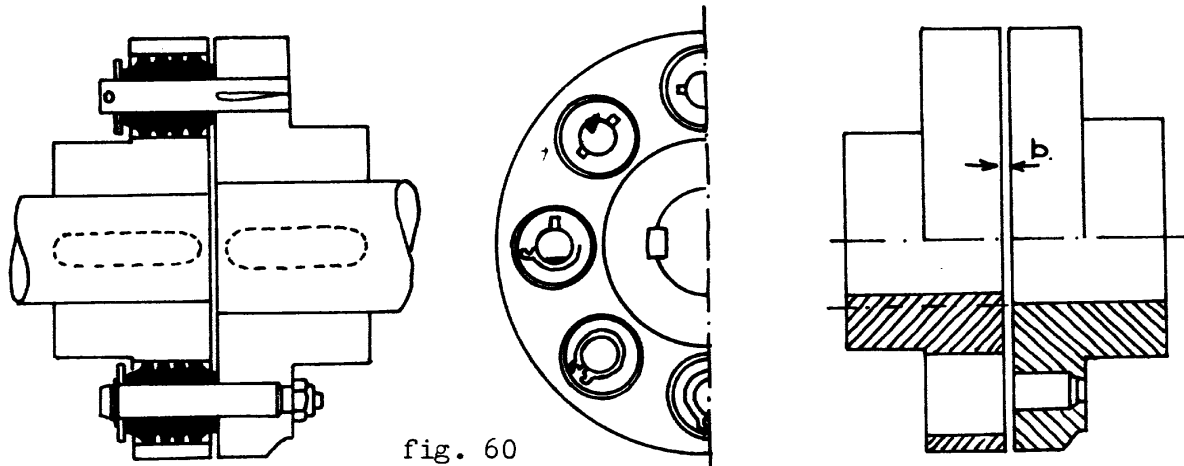


fig. 60

Zoals we in de tekening zien zijn de flenzen d.m.v. een spie met de assen verbonden. Tussen de flenzen blijft een ruimte "b". Het koppel wordt hier d.m.v. pennen of bouten en rubberproppen overgebracht. Tijdens het bedrijf wordt door het rubber iets paraffine uitgestoten wat voor smering dient. Bij de koppelingen hoort altijd het volgende te worden opgegeven: a. het draaimoment; b. het vermogen; c. het maximaal toerental d. de maximale boring; e. de maximale toelaatbare fout bij de uitlijning. Dit type koppeling kan ook geen stuwkracht overbrengen door de noodzakelijke afstand tussen de 2 gietijzeren schijven.

5.3.2.3. De Vetus flexibele koppeling.

Deze koppeling is in staat belasting in diverse richtingen op te nemen en dus ook de stuwkracht. Op de omkeerinrichting wordt een flens aangebracht waaraan een 2-delige doos met bouten bevestigd kan worden. In deze doos is ruimte uitgespaard voor een klembus met vier uitstekende pennen (type 6). In deze pennen passen rubber proppen die precies passen in de 2-delige doos. Bij de grotere uitvoeringen zijn er uitsparingen voor meerdere pennen.

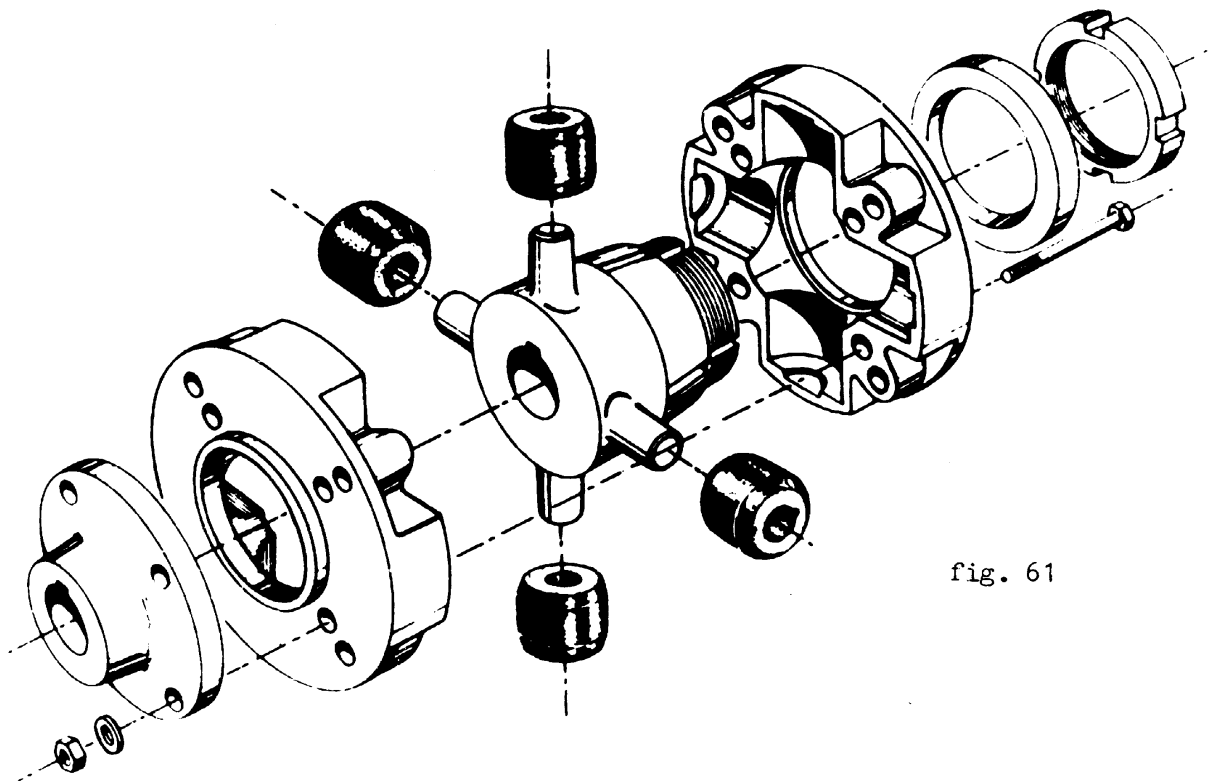


fig. 61

5.3.3. Koppelingen welke een grotere hoekfout toelaten.

5.3.3.1. De bandkoppeling (Periflex)

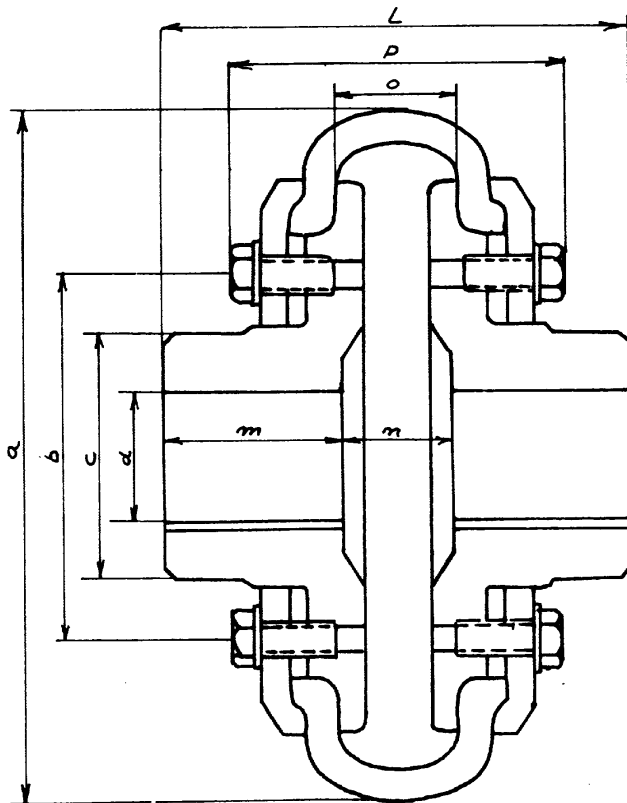
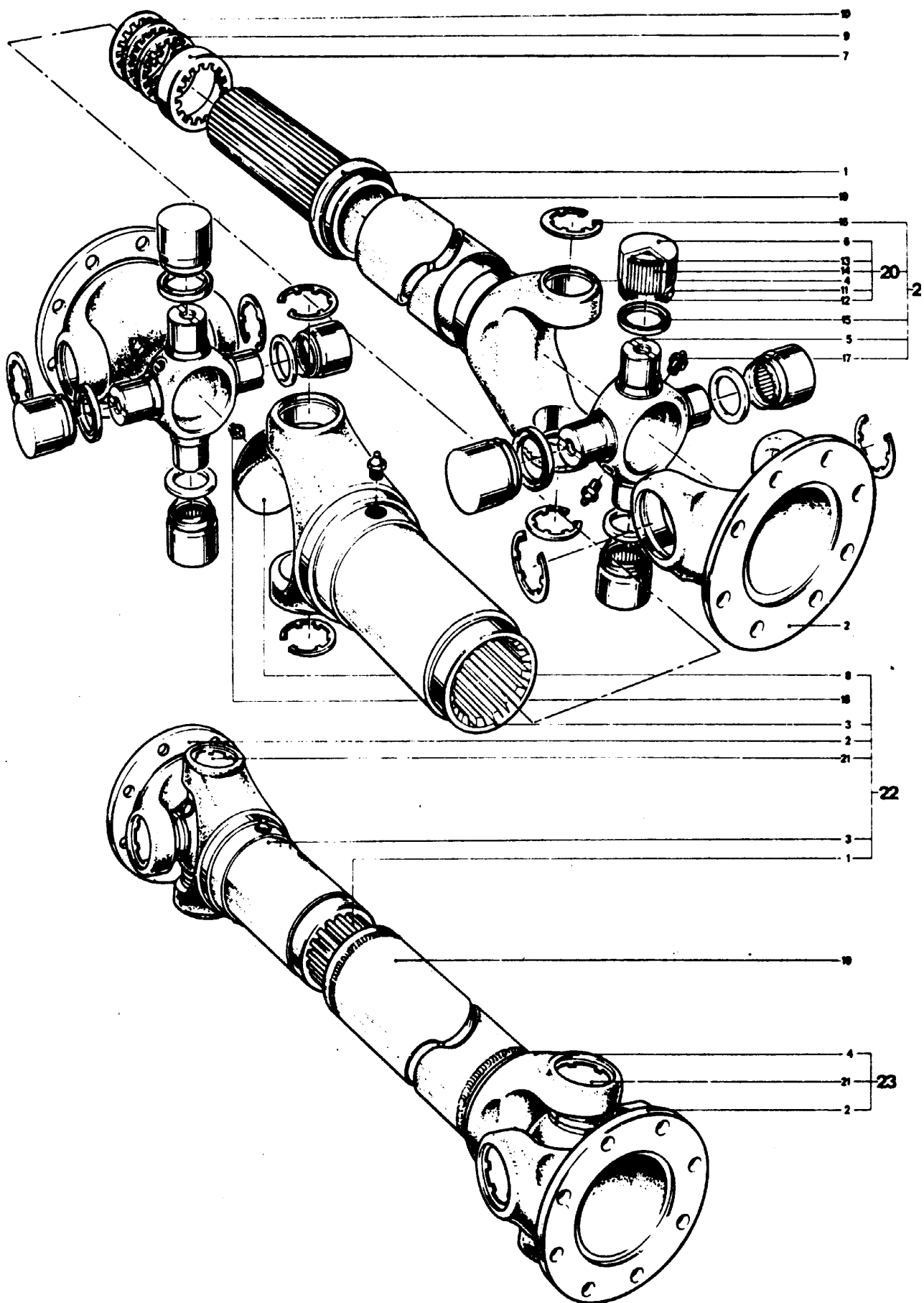


fig. 62

Bij deze koppeling wordt het koppel overgebracht door de rubberen band. Hiermede komen we gelijk op het nadeel, nl. de grote diameter. Halen we even het voorbeeld aan uit het verhaal van het motorkoppel, dan zien we dat het koppel wat na de vertraging op de schroefas overgebracht moet worden 24,3 kgm is. Kijken we dan in de tabel van de fabrikant, dan vinden we een diameter van 26,3 cm bij een continu koppel van 30 kgm. Gedurende korte tijd mag hij overbelast worden tot 90 kgm. De boring mag maximaal 60 mm zijn. Het gewicht is dan 17,5 kg. De uitlijningsfout mag maximaal 18° zijn bij een toerental van 2000

Koppeling		01-1	03-1	06-1	10-1	14-1	16-1	22-1	25-1	26-1	28-1	30-1	32-1	
Moment continu	kgm	0,5	1	3	7	15	30	60	120	240	400	700	1000	
"	intermitterend	kgm	1,5	3	8	20	45	90	175	350	700	1200	2000	3400
a		86	104	138	178	210	263	310	370	402	450	550	700	
b		42	50	65	85	110	140	180	235	260	260	280	350	
c		30	34	44	54	70	84	112	150	160	160	180	270	
c		30	34	48	65	80	95	125	150	160	160	180	270	
d	voorgeboord	10	12	15	20	25	30	38	38	38	55	70	100	
d	max.	18	22	32	38	50	60	80	90	100	110	130	180	
l		50	64	86	125	150	174	200	210	244	280	360	450	
l*		70	88	138	191	252	260	330	345	364	40	520	640	
m		20	28	35	47	59	67	75	85	95	110	130	160	
m*		30	40	60	80	110	110	140	150	155	190	210	255	
n		10	8	18	31	32	40	50	45	54	60	100	130	
o		16	16	18	35	38	44	42	46	50	70	120	160	
p		50	57	64	89	98	123	139	151	153	190	280	365	
gewicht	kg	0,8	1,1	2,4	5,4	9,3	17,5	28	50	59	82	140	327	
gew.verlengde uitv.	kg	0,9	1,2	2,8	6,6	12	21	45,5	71	83	122	185	400	
max. hoekfout		6	8	12	16	21	18	19	18	20	22	25	25	
max. toerental		3000	3000	3000	3000	2500	2000	2000	1600	1600	1250	1000	800	



5.3.3.2. De kruiskoppeling.

Deze verbinding noemt men ook wel de "sleutel van Hooke" of cardan of cardankoppeling. Ook hier moeten de hartlijnen van de twee te verbinden assen elkaar snijden. In de eenvoudigste vorm bestaat de koppeling uit drie delen, nl. 2 gaffels en een kruis. De twee gaffels staan onder een hoek van 90° t.o.v. elkaar en worden verbonden door het kruis. Deze koppeling staat grote beweeglijkheid toe en is ook in staat stuwkracht op te nemen. Het kruis is in de gaffels gelagerd meestal d.m.v. naaldlagers, soms in oudere uitvoeringen met bronzen bussen;. De smering van de lagers moet meestal geschieden door het vet wat bij de montage gebruikt is. Soms kan dit nog iets aangedrukt worden. In de gaffels zitten dan draadproppen welke aangedraaid kunnen worden. Ook komt het voor dat in het kruis een vetnippel is aangebracht (soms 2) welke d.m.v. boringen in verbinding staat met de lagers. Liggen de assen in lijn, dan staan de lagers tijdens het draaien van de as stil. Door het over te brengen moment wordt dan het vet weggedrukt en ontstaat er bij de naalden een metaal op metaal contact wat het begin is van het einde. Om de naalden in de lagers in beweging te houden moeten de assen minimaal onder een hoek staan van 5° . Door deze hoek tussen 2 assen komt het 2e nadeel:

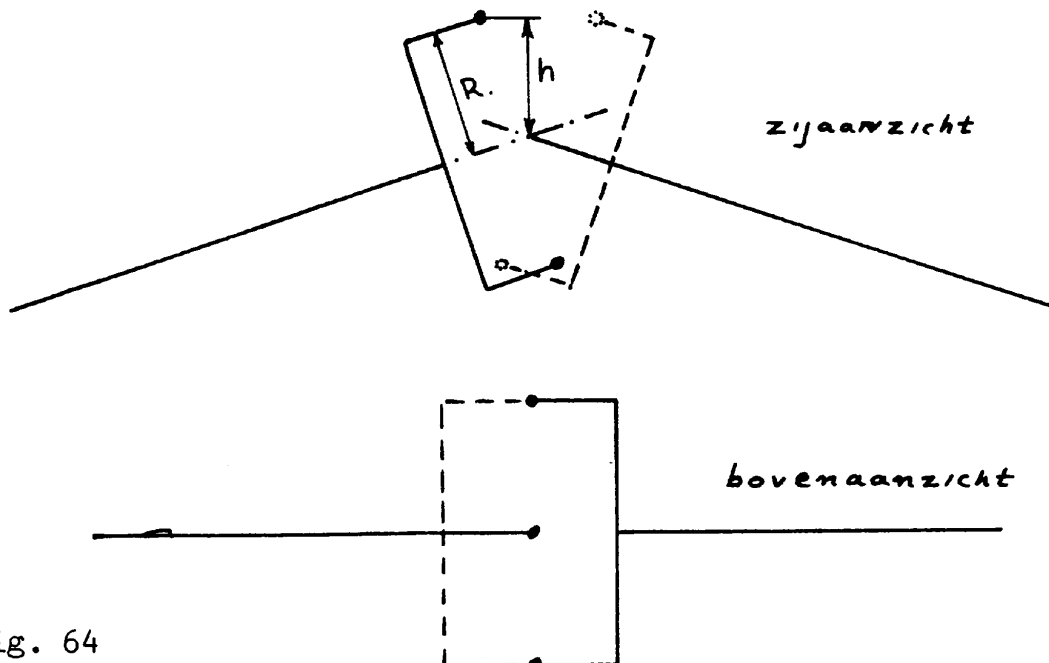
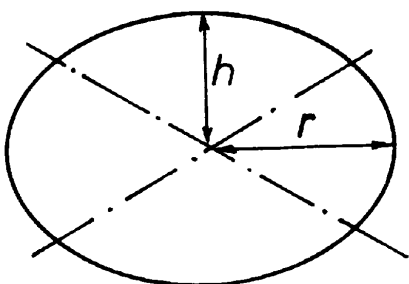


fig. 64

In figuur 64 is de beweging van de gaffel te zien. Het kruis is voor de duidelijkheid weggelaten. De straal R van de gaffels blijft gelijk. De maat in het bovenste aanzicht is kleiner dan R . De linker gaffel wordt aangedreven door een motor. De snelheid aan de omtrek van de gaffel zal constant zijn. Kijken we vanuit de rechter gaffel naar de omtrek van de draaiende linker gaffel, dan zien we een ovaal. De afstand AB en CD is groter dan de afstand BC en DA terwijl de afstanden in de zelfde tijd worden afgelegd. De rechter gaffel wordt door deze ovaal aangedreven.



Het gevolg van dit veranderen van de straal is dat de rechter gaffel een oneenparige snelheid krijgt.

Maken de assen een hoek met elkaar, dan is de verhouding tussen de kleinste en de grootste hoeksnelheid van de gedreven as $\cos 2\alpha$. Is de hoek bijvoorbeeld 5° dan wordt deze verhouding 0,992.

Hieruit volgt dat het verschil tussen de grootste en de kleinste hoeksnelheid ca. 0,8% is van de grootste, of met een kleine benadering, van de eenparige beweging van de drijvende as.



fig. 66

Dit nadeel kan met opheffen door 2 kruiskoppelingen te gebruiken met behulp van een korte tussenas, en wel zo dat de beide hoeken gelijk zijn en de tappen van de gaffels in elkaars verlengde liggen. De hartlijnen van de assen liggen dan niet in elkaars verlengde maar wel evenwijdig. De oneenparigheid die de koppeling veroorzaakt wordt dan opgeheven door de 2e.

5.3.3.3. Homokineten.

Zoals de Duitse naam "Gleichlaufgelenke" al zegt brengt deze koppeling het aandrijfmoment gelijkmatig over. Een nadeel van deze koppeling is de hoge prijs. Een voordeel is de gelijkmatige loop en het geruisarm zijn.

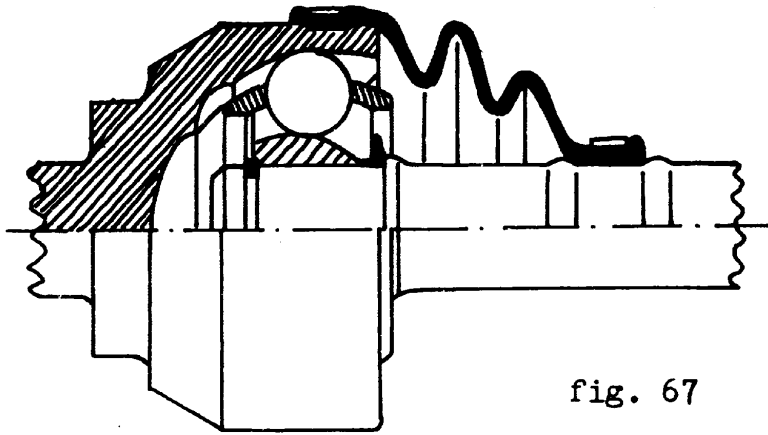
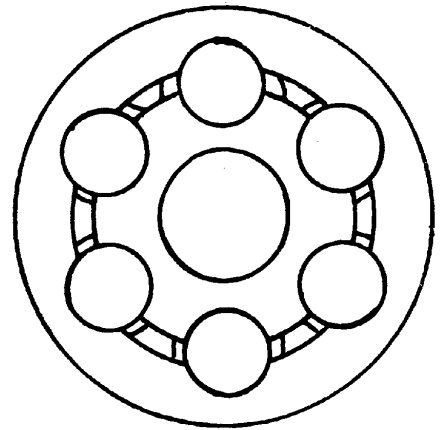


fig. 67



De koppelingen kunnen belast een hoek maken van 38° , in bijzondere gevallen 45° . Dit in tegenstelling met de kruiskoppelingen waar de toegestane belasting minder wordt bij het groter worden van de buigingshoek. Het draaimoment wordt door 6 meeneemkogels overgedragen, welke in geslepen kogelbanen lopen, en door de beweging van de koppeling in de juiste stand rollen voor het juist overdragen van het moment. Bij gebruik van deze koppelingen in voertuigen wordt een gesloten uitvoering toegepast, voorzien van smering. Ze zijn dan praktisch onderhoudsvrij. Bij een bijzondere uitvoering is het binnendeel verschuifbaar in het buitenhuis zodat geen schuifbus meer nodig is.

5.3.4. In- en uitschakelbare koppelingen (wrijvingskoppelingen)

Een stilstaande as mag slechts geleidelijk door een draaiende as in beweging worden gebracht; plotselinge totstandkoming van de verbinding zou het breken van de drijvende as of koppeling of van de drijvende machine kunnen veroorzaken, daar er zeer grote koppels nodig zijn om de gedreven as met de eraan bevestigde delen plotseling van de hoeksnelheid nul tot die van de drijvende as te versnellen. Daarom zijn de inschakelbare koppelingen gewoonlijk wrijvingskoppelingen. In het algemeen zijn de koppels die de drijvende machines leveren niet constant. Om slippen te voorkomen moet de koppeling daarom in staat zijn een groter moment over te brengen dan het nominale koppel, berekend uit het nominale vermogen N en het toerental n $M_w = N/W$.

Het is moeilijk en tijdrovend het maximale over te brengen koppel M_k te bepalen. Met behulp van ervaringscoëfficiënten kan men echter op eenvoudige wijze bepalen welke waarde men voor M_k kan verwachten; men stelt $M_k = c M_w$. Bij voorbeeld: de ervaringscoëfficiënt c voor wrijvingskoppelingen volgens Flender voor verbrandingsmotoren 1-3 cilinders voor middelmatig te versnellen massa's is 2,95, voor 4-6 cilinders $c = 2,45$.

5.3.4.1. De Kegelkoppeling.

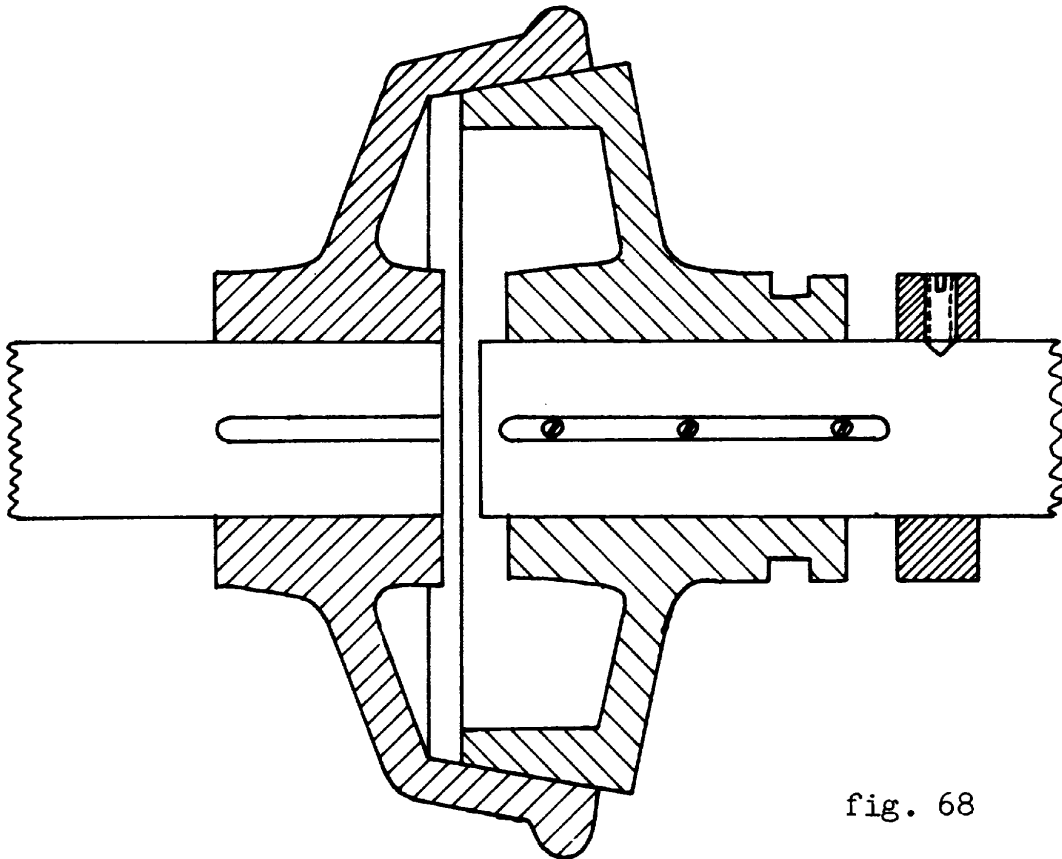


fig. 68

Op de aangedreven as is een verschuifbare kegelvormig afgedraaide schijf aangebracht, die door een lange inlegspie wordt geleid. De overeenkomstig uitgedraaide andere helft van de koppeling is vast op de drijvende as geperst en door een inlegspie geborgd. Schakelt men de koppeling in terwijl de drijvende as draait, dan zal met het toenemen van de wrijvingsweerstand de gedreven as sneller gaan draaien. De kegelwrijvingskoppelingen worden echter, ofschoon de vereiste aandrukkracht betrekkelijk klein is, weinig meer toegepast, omdat de wrijvingsweerstand gedurende het schakelen snel toeneemt. Daarom is het aan te raden dit zeer voorzichtig te doen ten einde schokken te vermijden. Een ander bezwaar van deze koppeling is dat gedurende het inschakelen een kracht uitgeoefend moet worden, die de assen axiaal belast. Dit kan o.a. opgeheven worden door een dubbele uitvoering, dus door gebruik te maken van 2 stellen kegelflenzen.

5.3.4.2. De lamellenkoppeling.

Deze koppeling berust ook op het wrijvingsprincipe en wel van de platen onderling. De frictietrommel A is door middel van een spie vast verbonden met as 1. Plaat C is door inlegspieën schuivend verbonden met A. Bus E is vast gespied op as 2. Plaat B is weer door middel van inlegspieën schuivend verbonden met E, evenals de gietijzeren plaat met drukvingers D.

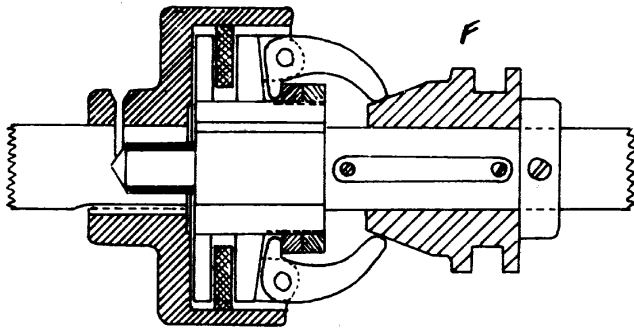


fig. 69

De inschakelkracht wordt nog kleiner als men in plaats van schijf F verscheidene schijven toepast. De koppeling ontleent hieraan zijn naam.

om de wrijving te vergroten is plaat B aan weerszijden voorzien van een frictiebekleding. Bij het verschuiven van kluts F worden de drukvingers uitgeduwd, waardoor de gietstalen plaat verschuift. en de platen B en C en de frictietrommel A samenknijpt. Bij ingedrukte koppeling zal de klemming van de platen tegen elkaar zo groot zijn, dat de aandrijvende as 1 as 2 meeneemt. Slippen van de koppeling door slijten van de platen kan bijgesteld worden door 2 schijfmoeren op bus E.

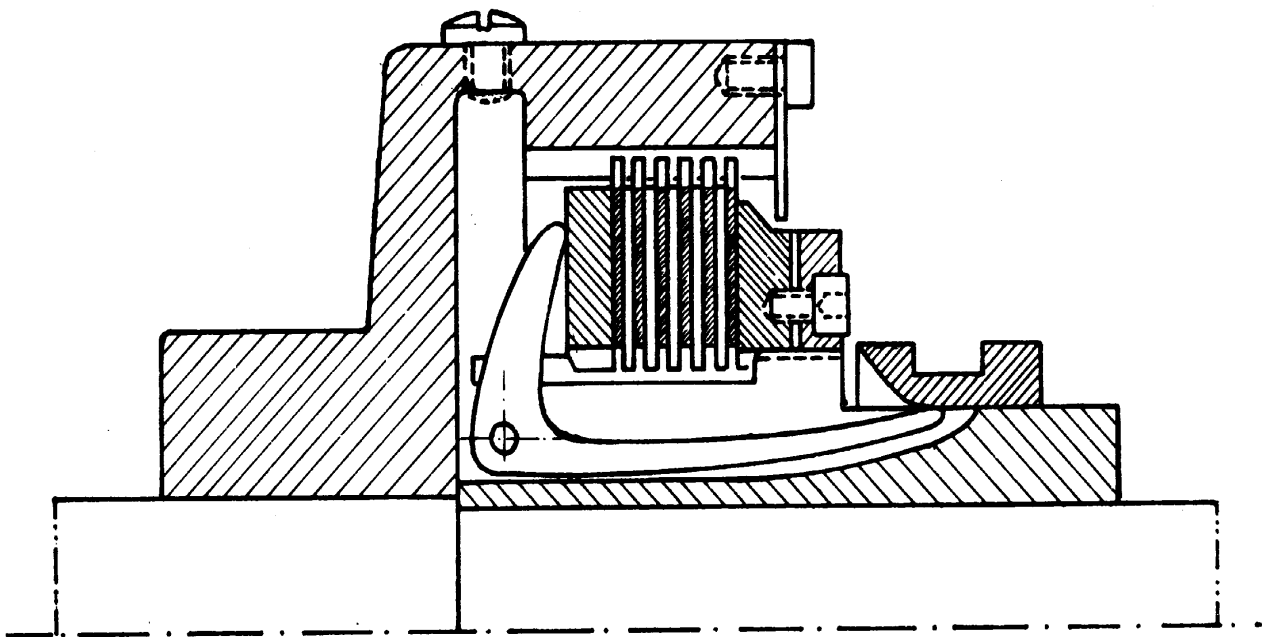


fig. 70

Een voorbeeld van een lamellenkoppeling is hier getekend. Ze bestaat uit een naaf met trommel waarin tanden waarover de buitenlamellen kunnen schuiven, en een stalen naaf met tanden voor de binnenlamellen. Tussen een stelmoer op deze naaf en de korte armen van enige schakelhefbomen zijn beurtelings de binnen en buitenlamellen geplaatst. Met een schuifring en de schakelhefbomen kan men de lamellen tegen elkaar persen (inkoppelen) of vrijlaten (uitkoppelen). De al of niet gegolfde binnenlamellen raken de buitenlamellen in uitgekoppelde toestand slechts weinig: bij goede smering zijn ze zelfs gescheiden door een oliefilm. In ingeschakelde toestand raken de lamellen elkaar over hun gehele oppervlak. De binnenlamellen zijn hard of gehard staal. De buitenlamellen zijn van staal, sinterbrons of staal met frictiemateriaal. Bij staal op staal moeten de lamellen goed gesmeerd worden in verband met slijtage. De wrijvingscoëfficiënt is dan niet hoog. Staal op sinterbrons wordt toegepast bij zeer zware bedrijfsomstandigheden (b.v. hoge schakelfrequentie's). De sinterbronzen lamellen zijn zeer slijtvast. Smering is hierbij wel gewenst, maar niet strikt noodzakelijk. Lamellen op platen met frictiemateriaal worden vooral daar toegepast waar smering niet mogelijk is, dus voor droge wrijvingskoppelingen. Zie ook omkeerinrichtingen figuur 50.

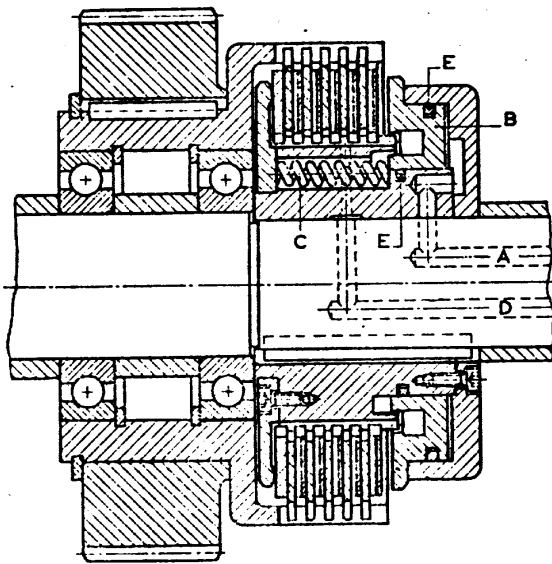


fig. 71

Een nadeel van deze constructies is de grote inschakelkracht, zodat een grote overbrenging noodzakelijk is. Voor dikwijls schakelen mag de handkracht de waarde van 12 kg niet te boven gaan. Om hierin te voorzien worden de lamellenkoppelingen vaak hydraulisch of pneumatisch bediend. De oliedruk bij nevenstaande koppeling varieert van 5-15 atm. Bij inschakelen van de koppeling wordt via gat A in de as olie achter zuiger B gebracht, waardoor de zuiger zich naar links verplaatst en de platen tegen elkaar drukt. Het uitschakelen vindt plaats door de veren C in de naaf. Via het gat D worden de platen gesmeerd. De veren E dienen voor afdichting. Deze uitvoeringen zijn zeer betrouwbaar. Het moment kan door de oliedruk gemakkelijk worden ingesteld. Nastellen is niet nodig. De afmetingen zijn betrekkelijk klein; op deze wijze is het inbouwen in een tandwiel gemakkelijk te verwezenlijken. Deze koppelingen lenen zich er

bijzonder goed toe om met een dubbele koppeling omkering van beweging te verkrijgen.

De P.R.M. keerkoppeling.

Het mechanische gedeelte werkt als volgt (zie tekening): Tijdens het draaien van de motor wordt de bovenste as d.m.v. splains (tandverbinding) aangedreven. Op deze as bevindt zich een tandwiel A welke tandwiel B aandrijft. De draairichting van A en B zijn dus tegengesteld omdat de tanden in elkaar grijpen. Tandwiel A en B zijn elk voorzien van een hydraulische koppeling welke een tandwiel C of D kunnen koppelen. De tandwielen draaien om de as waaraan het grote tandwiel A en B vastzit.

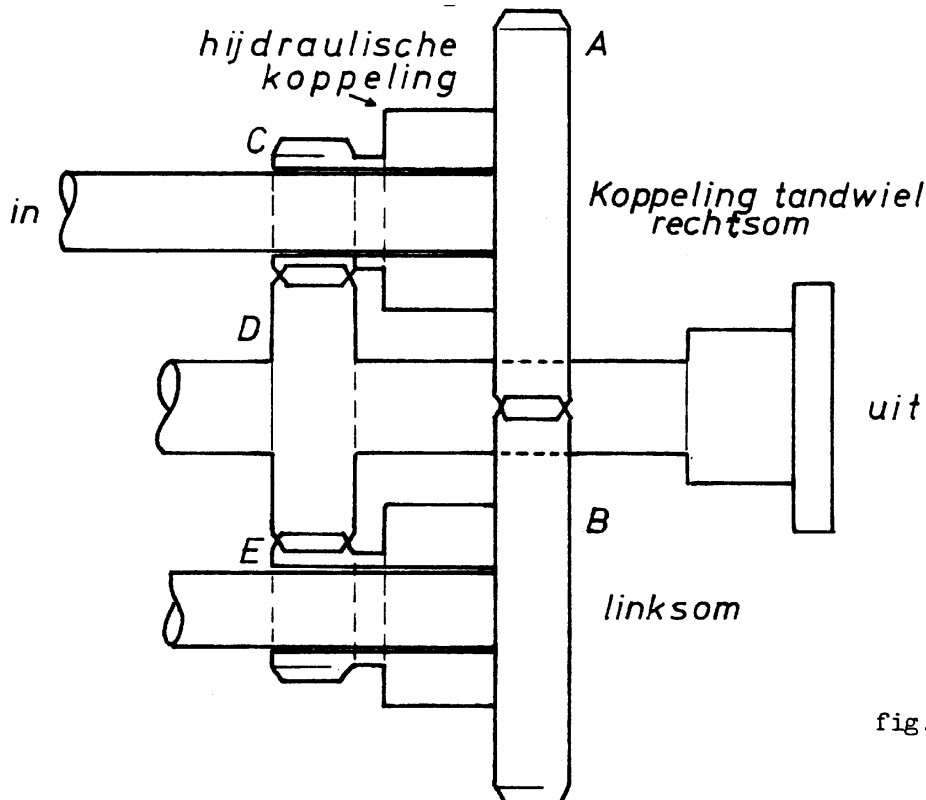


fig. 72

Wordt de keerkoppeling rechtsom aangedreven, dan is de draairichting van tandwiel A ook rechtsom. Wordt de koppeling van A bekrachtigd, dan zal C ook rechtsom draaien. Tandwiel C grijpt in tandwiel E zodat de uitgaande as linksom en tegengesteld draait. Als de andere koppeling bekrachtigd wordt, is de werking als volgt: Tandwiel A wordt rechtsom gedreven, B linksom, D ook linksom en tandwiel E rechtsom, dus weer in de draairichting van de motor. Een andere keerkoppeling met dezelfde principes is de koppeling van het merk Masson. Deze koppelingen worden in de wandel hydraulische koppelingen genoemd. Het nadeel van deze koppelingen is het verloren gaan van energie door de hydraulische sturing. Het voordeel is dat er een geringe kracht voor nodig is om de schakeling uit te voeren doordat er alleen maar een kraantje omgezet hoeft te worden.

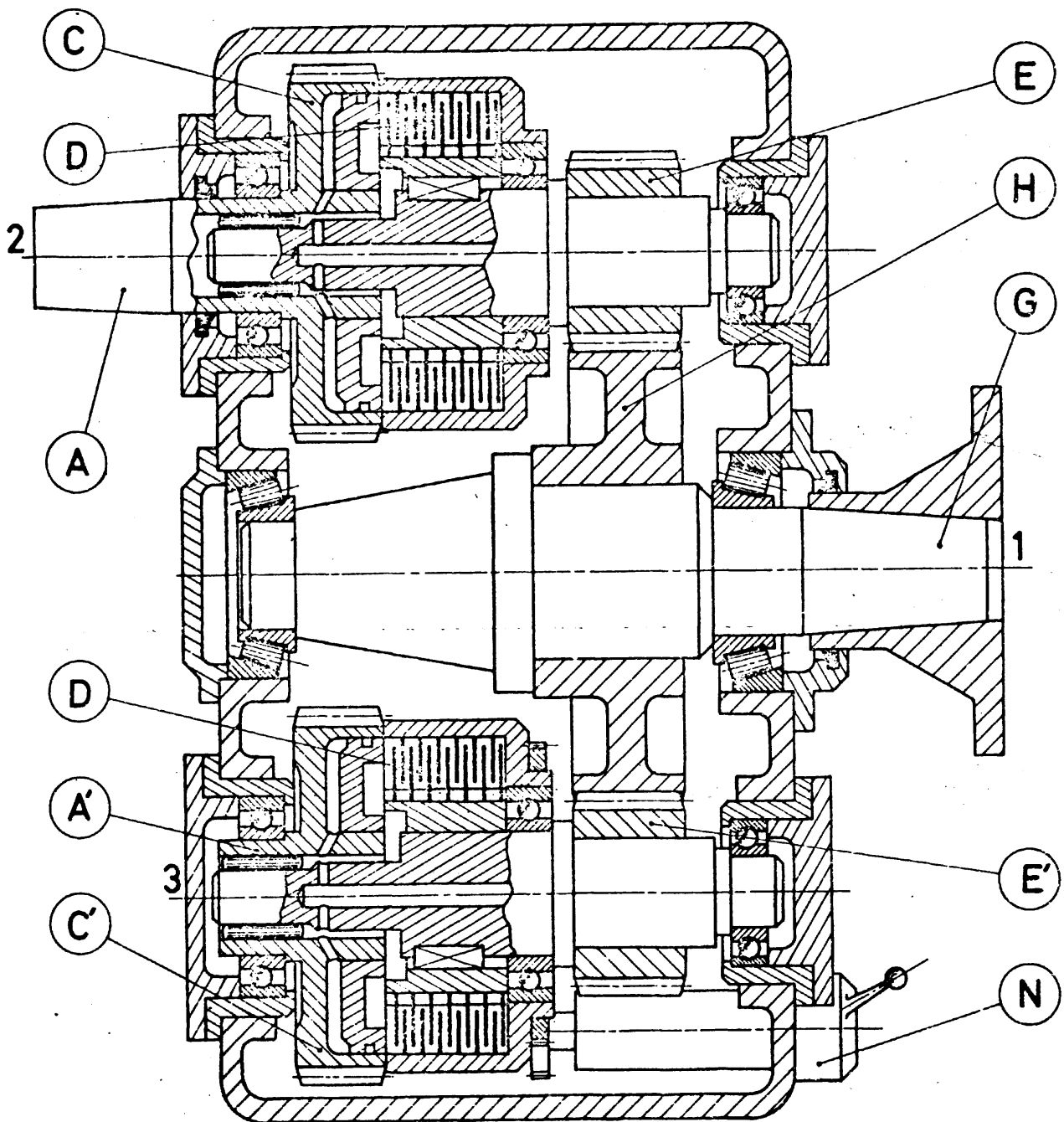


fig. 73

5.3.4.3. Centrifugaal koppeling.

De koppeling bestaat uit een binnenring of ankerplaat die bevestigd is aan de motoras. Er aan bevestigd zitten segmenten welke de kracht over moeten brengen. Aan de buitenkant zijn deze segmenten bekleed met frictiemateriaal wat bij 300°C nog voldoende wrijving geeft om kracht over te dragen. De segmenten worden door veren naar de as getrokken tegen een aanslag aan. Tussen de segmenten en de buitenring zit dan 0,2 tot 0,4 mm ruimte. Als de motor draait, willen de segmenten door de middelpuntvliedende kracht naar buiten. Deze kracht loopt kwadratisch op met het toerental en zal bij een bepaald toerental de kracht van de veren overtreffen, waardoor de segmenten naar buiten komen. Het frictiemateriaal zal dan d.m.v. wrijving de buitenring meenemen en zal even snel gaan draaien als de aangedreven as. Door de veerinstelling te wijzigen kan het aangrijpingstoerental ingesteld worden. Een nadeel van deze koppeling is dat het motortoerental tijdens het schakelen lager moet zijn dan het toerental waarbij de segmenten naar buiten komen. Deze koppeling kan dus niet worden gerekend tot de vollast koppelingen.

5.3.4.4. Synchromesh koppeling.

De verbinding tussen drijvende as en een van de tandwielen op deze as kan ook nog op een andere manier tot stand worden gebracht, nl. door toepassing van een synchronisator. Dit is een schakelprincipe dat we in de wisselbak van een auto tegenkomen. Een paar conische vlakken of ringen brengen in de beginfase van het schakelen de as en het bewuste tandwiel op gelijke omwentelingsnelheid. Een soort koppeling dus, maar dan een die niet in staat is een belasting over te brengen. Daarvoor moet een andere voorziening worden getroffen. Dit gebeurt door een buitenring van de schakelgroep nadat de wrijvingsvlakken de snelheid gelijk hebben gemaakt aan die van het tandwiel. Deze buitenring wordt dan doorgeschoven en koppelt via nokken de synchromeshgroep aan het bewuste tandwiel. Bij dit systeem van schakelen moet er wel worden ontkoppeld (denk maar aan de auto) en zal dus vaak in combinatie met b.v. een centrifugaalkoppeling worden toegepast.

5.3.5.1. Breekpenkoppeling.

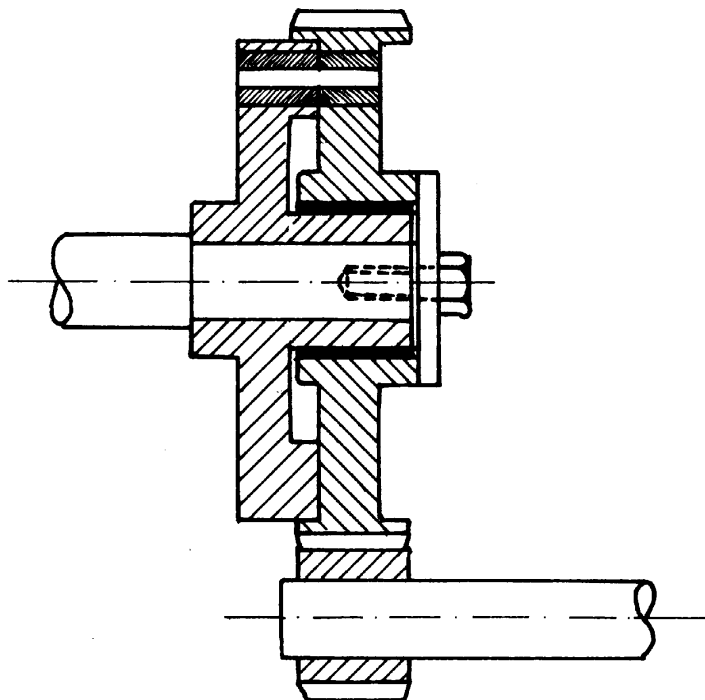


fig. 74

Bij het construeren van de breekpenkoppeling is men er van uitgegaan dat een ketting zo sterk is als de zwakste schakel. De naam spreekt dus voor zichzelf. Op de as is een schijf bevestigd en geborgd door middel van een inlegspie. In de schijf zijn vier gaten aangebracht. Naast deze schijf is een tandwiel bevestigd, dat vrij om de as kan draaien, maar tegen zijdelings verschuiven is geborgd d.m.v. een plaat en een bout welke met de as verbonden worden. In het tandwiel zijn 5 gaten geboord met dezelfde steekcirkel. Steekt men nu een pen in 2 overeenkomstige gaten dan is door deze pen het tandwiel via de schijf met de as verbonden. Draait dus het tandwiel, dan gaat de as mee. Wordt de installatie overbelast, dan breekt de pen met het gevolg - dat de machine stilstaat en de aandrijving vrij kan draaien. Om beschadiging van schijf en tandwiel ten gevolge van de schokken door het breken van de pen (afschuiving) te voorkomen, heeft men in de gaten stalen bussen geperst. Men heeft in de schijf vijf gaten aangebracht om te voorkomen, dat er meer dan één breekpen gelijktijdig gebruikt wordt.

5.3.5.2. Vloeistofkoppeling.

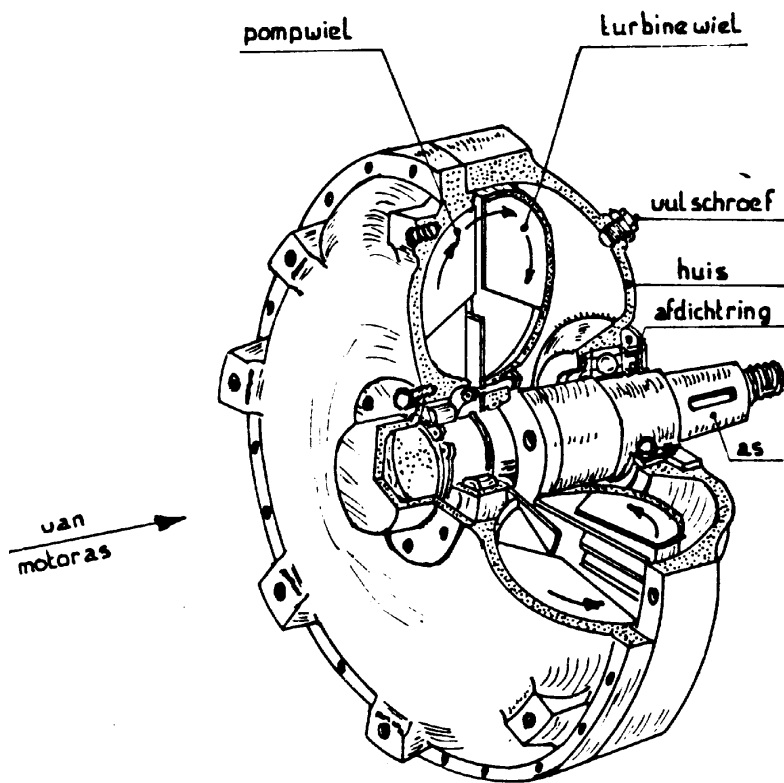


fig. 75

Een vloeistofkoppeling bestaat uit 2 schoepenwielen die in een oliebad draaien. Het voorste schoepenwiel is verbonden met de motoras; het achterste met de versnellingsbak. Zodra het schoepenwiel op de motoras op toeren komt, wordt de olie in de bak snel in beweging gebracht, waardoor zoveel trekkracht op de tweede schoep wordt uitgeoefend dat deze gaat meedraaien. Deze trekkracht ontstaat door de botsingsenergie die door de olie aan het aangedreven wiel wordt afgegeven en door de wrijving tussen de oliedeeltjes welke zich tussen de 2 schoepenwielen bevinden. Het gedreven wiel zal altijd iets langzamer draaien dan het drijvende wiel, want zouden ze even snel draaien, dan zou ook de olie even snel in beweging zijn. Er is dan geen wrijving tussen de oliedeeltjes en geen trekkracht. Het achterblijven van het gedreven wiel noemt men "slip". Bij een

gewone vloeistofkoppeling bedraagt de slip meestal 2 à 3%. Dit energieverlies wordt ongezet in warmte, zodat de vloeistofkoppeling bij normaal werk vrij warm kan worden. De slip is het grootst, wanneer er geen olie aanwezig is (het aangedreven gedeelte blijft dan stilstaan) en het kleinst als de koppeling geheel gevuld is met olie. De olie is speciaal, het moet alle delen smeren en mag bij oplopende temperatuur niet te grote viscositeits verschillen vertonen. De afvoer van de warmte, die ontstaat bij slip, vindt, daar de olie naar buiten geslingerd wordt, plaats door overdracht aan het huis, dat op haar beurt de warmte weer afgeeft aan de buitenlucht. Wordt de schroefas geblokkeerd, dan loopt de motor normaal door. Alle energie, die in de koppeling gebracht wordt, zet zich om in warmte, waardoor de temperatuur snel stijgt.

Om nu te voorkomen dat de temperatuur zo hoog oploopt dat de olie zou ontbranden heeft men in de omtrek van het huis een smeltprop aangebracht, die bij te hoge temperatuur doorsmelt en de olie laat stromen. Bij sommige zeer grote installaties wordt de olie door een circulatiepomp uit het huis gepompt, waardoor de temperatuur dus constant en binnen veilige grenzen gehouden kan worden.

De voordelen van deze koppeling zijn:

- A. de motor komt nagenoeg onbelast op toeren;
- B. bij overbelasting slipt de koppeling;
- C. als de machine geblokkeerd wordt, werkt de koppeling als veiligheidskoppeling;
- D. de koppeling is elastisch, dus alle optredende stoten en onregelmatigheden worden door de vloeistof opgenomen.

Enkele nadelen:

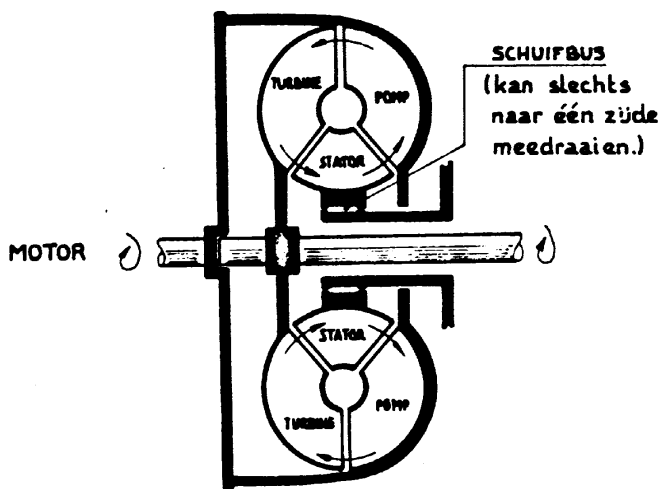


fig. 76

A. de vloeistofkoppeling komt niet helemaal vrij, wat het schakelen moeilijk maakt;
 B. een ander nadeel is het energieverlies door het slippen. Bij de koppelvormer heeft men getracht dit verlies te verkleinen door een zgn. stator of leidschoepenkrans aan te brengen. Deze stator verandert de richting van de olie welke van de turbineschoepen terugstroomt naar de pomschoepen en wel zodanig dat de olie met de draairichting van de koppeling mee in de pomschoepen stroomt. Dit geeft een enorme verbetering van het nuttig effect wat meer tot uiting komt in een koppelvergroting van het turbinewiel. Als de pomp snel en de turbine nog niet of zeer langzaam draait, staat de stator stil bij het wegvaren. Naar gelang de turbine sneller gaat mee-

draaien begint ook de stator te draaien doordat de olie nu tegen de achterkant van de statorschoepen botst. Dit meedraaien van de stator zorgt ervoor dat ook bij grotere snelheid het verlies in de koppelvormer zo klein mogelijk blijft. De koppelvormer geeft een maximale koppelvergroting als de motor en dus ook de pomp met hoog toerental draait en de turbine nog stil staat. Dit is duidelijk in bijgaande grafiek te zien.

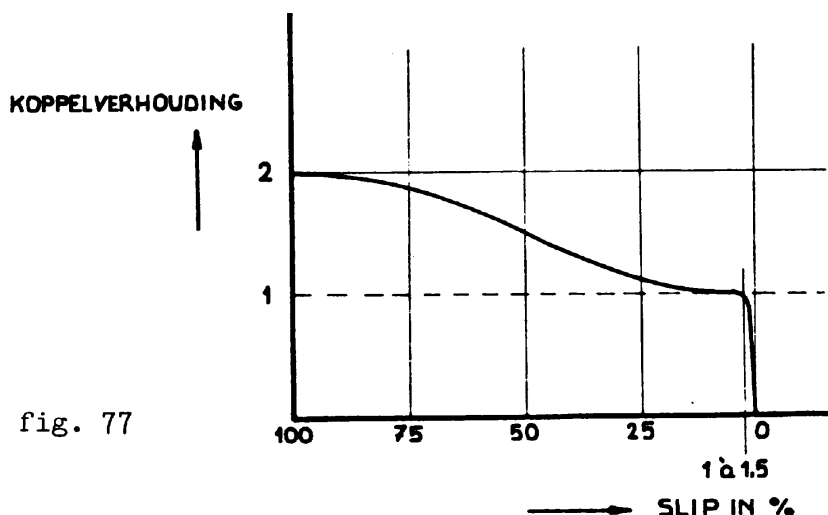


fig. 77

5.3.6 Het afstellen van flenskoppelingen

Flenskoppelingen kunnen op verschillende manieren worden afgesteld. Wanneer de koppelingshelften een precies even grote diameter hebben en zuiver haaks en centrisch op de assen zijn gemonteerd, kan men een rij of haarlineaal gebruiken.

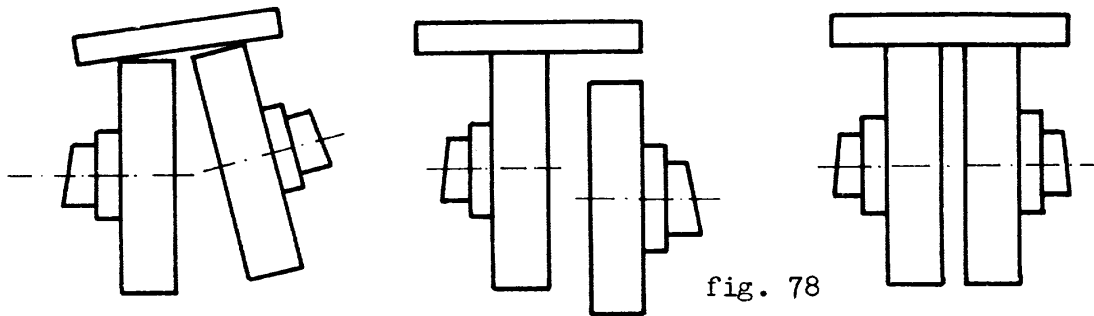


fig. 78

Deze meting moet men boven en zijdelings uitvoeren. Veiliger is het deze op 4 loodrecht op elkaar gelegen plaatsen uit te voeren omdat eventuele diameterverschillen en niet centrisch gemonteerde koppelingshelften dan duidelijk zichtbaar worden.

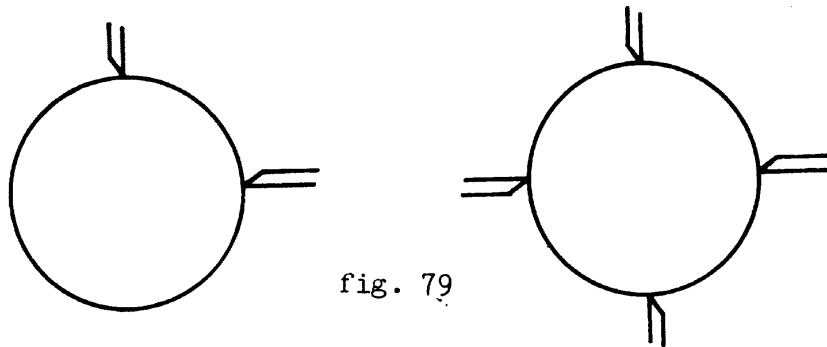


fig. 79

Met behulp van voelers kan men alleen de evenwijdigheid van de assen meten.

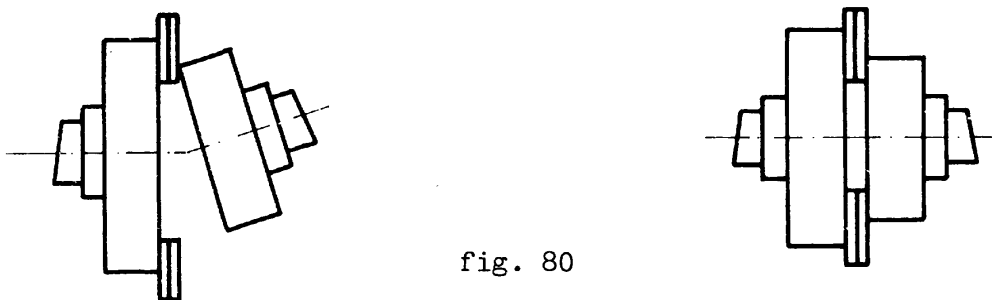


fig. 80

Of die assen in elkaar verlengde liggen kan men zo niet controleren. Hierbij is het gebruik van een beugel nodig.

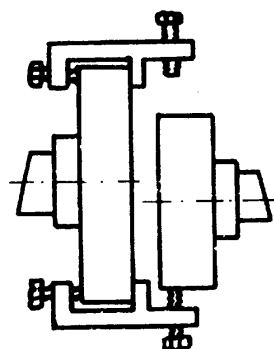


fig. 81

Men draait de koppeling met de beugel en meet op 4 loodrecht op elkaar gelegen plaatsen de ruimte tussen bout en flens. Wanneer de afstand tussen de bout en de flens op 4 plaatsen gelijk is, staan de assen in elkaars verlengde. Bij de methode 1-3 moet men er zeker van zijn dat de koppelinghelften zuiver op de assen zijn geplaatst. Dit is niet steeds het geval. Daarom verdient het aanbeveling een of meer koppelingbouten te plaatsen zodat beide helften tegelijk draaien. Door de gehele koppeling te draaien en daarbij steeds op één plaats op de koppeling (b.v. bij de bout) de ruimte te meten schakelt men de scheefheid uit.

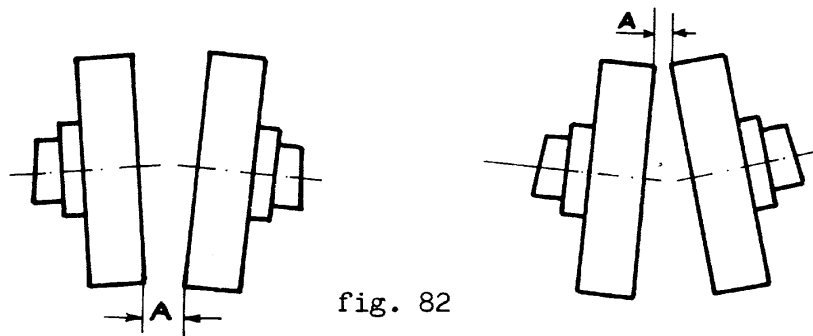


fig. 82

Afstand A blijft gedurende het draaien van de koppeling even groot, wanneer de assen in elkaar verlengde liggen. Het meten met behulp van voelers is vrij omslachtig. Eenvoudiger is het een meetklok of pupytast te gebruiken. Hierbij is het afstandsverschil direct af te lezen. Met behulp van een klem of een magneet wordt de klok op de ene koppelinghelft bevestigd. Stel de assen zo af, dat de klok boven, beneden en in de 2 horizontale standen evenveel aanwijst. Monteer dan de klok als volgt.

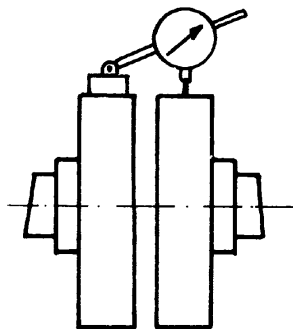


fig. 83

Wanneer de wijzer bij de montage tijdens het ronddraaien van de koppeling ook in rust blijft, staan de assen evenwijdig. Wees er op verdacht dat een verstelling om de assen evenwijdig te stellen, ook een verstelling in de hoogte tot gevolg heeft. Wanneer men twee klokken tegelijkertijd kan monteren kan men sneller werken. Was de afstelling volgens fig. 78 slechts mogelijk bij een koppeling, waarvan de helften zuiver vlak gedraaid en precies haaks en centrisc gemonteerd zijn, de andere methoden zijn van toepassing op koppelingen met helften van verschillende diameter, terwijl ook de montagezuiverheid geen rol speelt. De methode met de meetklok of pupytast heeft nog dit voordeel, dat men door een eenvoudige berekening de vullingdikte kan bepalen.

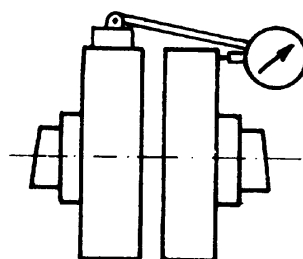


fig. 84

5.4. PAKKINGBUSSEN

5.4.1. Inleiding.

Een pakkingbus dient tot dichting van een heen en weergaande stang of van een draaiende (schroef-) as.

De afdichting kan men op verschillende manieren verkrijgen:

1. Door pakking in de vorm van weke pakking of metalen dichtingsringen rondom tegen de stang of as te drukken. De spleten waardoor heen het water (of andere stof waartegen wordt afgedicht) kan ontsnappen, hebben weliswaar zeer geringe afmetingen, maar de grootte daarvan is onbekend. Dit stelsel betreft de eigenlijke pakkingbussen of stopbussen.
2. De afdichting berust op de aanwezigheid van nauwe spleten waarvan de afmetingen bekend zijn. Deze spleten bieden, achter elkaar geschakeld, zoveel weerstand aan de gas- of vloeistofstroom dat het lekverlies zeer klein blijft. Bij deze soort afdichtingen (labyrintdichting) komt de stand of as dus niet in aanraking met de dichtingselementen.
3. De roterende as afdichting, waarbij de afdichting plaats vindt op een plat vlak loodrecht op de as.

In het volgende verhaal gaan we de afdichting behandelen volgens methode 1.

5.4.2. Constructie pakkingbussen.

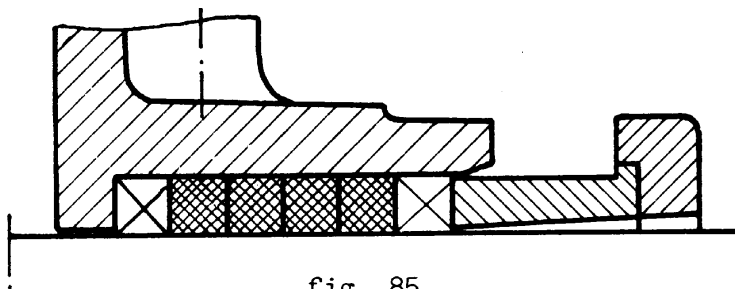


fig. 85

Een eenvoudige uitvoering van een pakkingbus voor weke pakking is hieronder afgebeeld.

Door het aandrukken van de pakkingdrukker (glan) wordt er druk gezet op de pakking ringen, welke zich in de pakking naar alle richtingen voortplant, ongeveer zoals in een vloeistof (Wet van Pascal) zodat de pakking tegen de stang wordt geperst.

De dikte van de pakkingringen is in onderstaande grafiek af te lezen.

Kleine pakkingdrukkers worden van brons vervaardigd; grotere van gietijzer met een bronzen voering. Een kegelvormige uitholling in grondring en voering wordt wel aangebracht met de bedoeling de pakking beter tegen de stand te drukken. Dit is echter verkeerd, want deze plaatselijke hoge druk tussen pakking en stand kan tot slijtage aanleiding geven. Het aantal glanbouten hangt af van de dikte van de stang; bij 2 glanbouten loopt men gevaar, de pakkingdrukker scheef aan te halen; dus is het bij grotere pakkingbussen beter minstens 3 glanbouten te nemen. De dikte van de flens van de pakkingdrukker is ca. 1,25 x de dikte van de glanbouten.

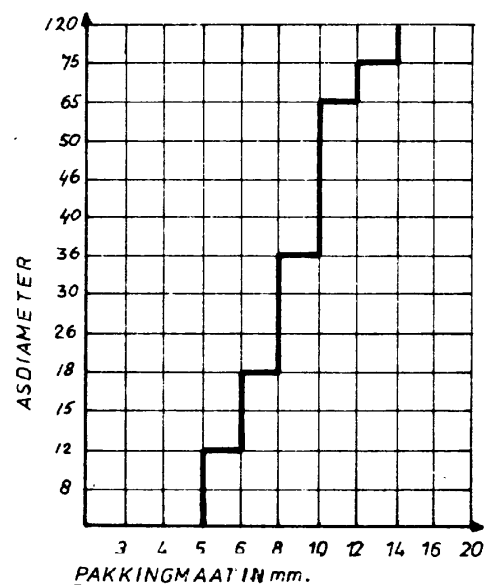


fig. 86

5.4.3. Smering.

Bij schroeffassen wordt de smering van de pakkingbus verzorgd door vet uit de koker. Door slijtage zal deze smering steeds minder worden daar de ruimte in de loopbus steeds groter wordt. Om lekkage tegen te gaan wordt dan de pakkingbus aangehaald zodat de weerstand hier steeds groter wordt. Bij smeren van de koker zal het vet de weg van de minste weerstand kiezen en door de loopbus verdwijnen, zodat de pakkingbus weinig of helemaal niet gesmeerd wordt. Een oplossing kan zijn, om reeds bij nieuwbouw of reparatie de pakkingbusconstructie te wijzigen en te voorzien van een lantaarnring.

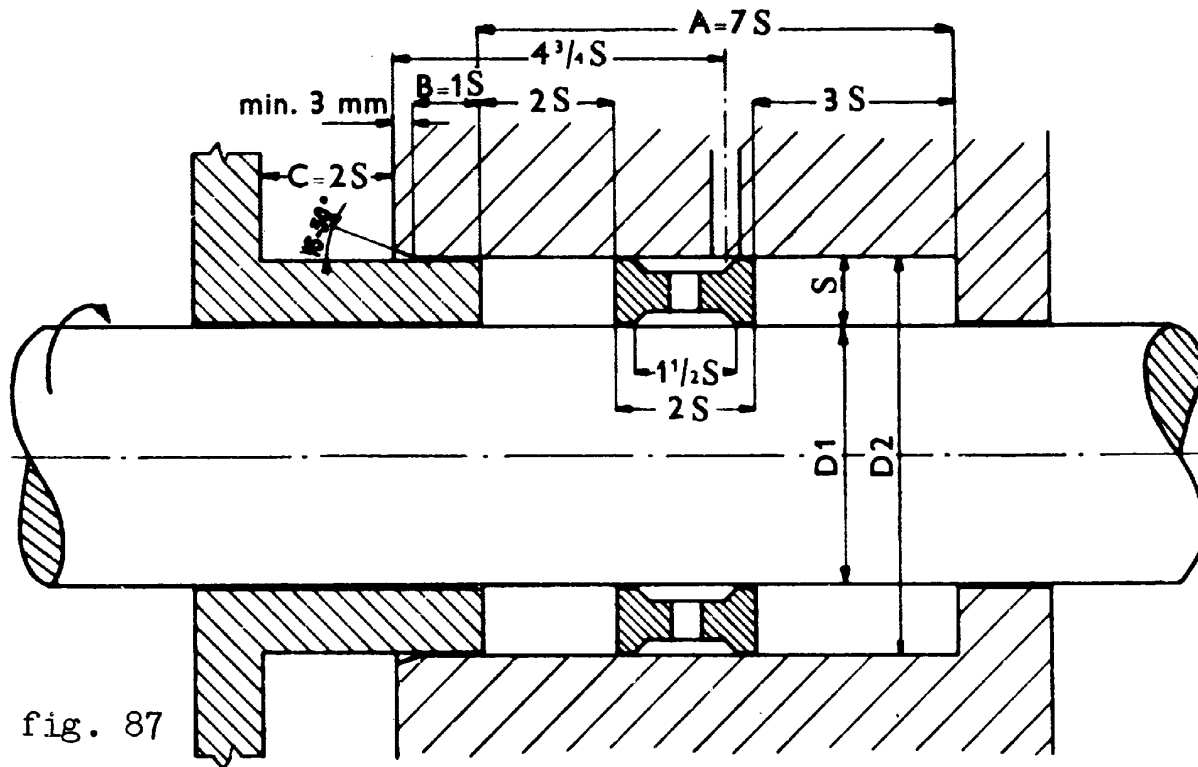


fig. 87

Bij deze constructie is het mogelijk via een aparte vetleiding en vetkanon de pakkingbus te smeren. De loopbus wordt dan ook met een aparte vetleiding en vetkanon gesmeerd. Op deze manier is men er zeker van dat zowel de loopbus als pakkingbus voldoende gesmeerd worden. Er volgen nu nog enkele constructieve gegevens over de pakkingbus.

* Afmeting A van de tekening is de totale stopbusdiepte inclusief lantaarnring. Een standaarddiepte van 7 S of 7x de pakkingmaat wordt aanbevolen bij gebruik van een lantaarnring; een stopbusdiepte van 5 S wanneer geen lantaarnring aanwezig is.

* De positie van de lantaarnring in de stopbus.

In de tekening is aangegeven, dat de ruimte aan de kokerzijde of pompzijde van de lantaarnring 3x de pakkingbreedte is (3 S) en aan de zijde van het drukstuk of glan 2x de pakkingbreedte (2 S). De reden voor deze ongelijke afmetingen is, dat de mechanische druk op de pakking aan de zijde van het drukstuk groter is; doordat men het aantal ringen aan deze zijde 1 stuks kleiner maakt, komt een gelijkmatiger drukverdeling tot stand, het bevordert tevens het afdichtend vermogen.

* De nastelbaarheid van het drukstuk. Deze is beperkt tot 40% van de lengte van de pakking-massa: zij is voldoende groot voor pakkingen met het grootste volumeverlies.

Een grotere nastelbaarheid wordt niet aanbevolen, dit om beschadigingen van het assenmateriaal door een te sterk gecompriëerde pakking te voorkomen. Wanneer het drukstuk geheel is aangehaald zal het assenmateriaal nog niet door de pakkingmassa worden beschadigd. Een en ander is gebaseerd op de theorie dat de meeste schade door de pakking wordt aangericht aan het eind van haar levensduur, wanneer zij door slijtage en volumeverlies het meest is gecompriëerd. Nadat het drukstuk geheel is aangehaald en er geen nastelmogelijkheid meer aanwezig is, dient uiteraard de gehele pakkingset te worden vernieuwd.

* De lantaarnring. Als standaardlengte wordt 2x de pakkingbreedte (2S) aanbevolen. Hierdoor kan de ring zich door volumeverlies van de pakking 1.5 S verplaatsen zonder dat de boring voor de smering wordt geblokkeerd.

* De lengte van de afschuining of zoeker.

Deze dient minimaal 1/8" of ca 3 mm te zijn. De ervaring heeft geleerd dat een kleinere lengte het aanbrenge van de pakking bemoeilijkt.

* De hoek van de afschuining. De gunstigste hoek ligt tussen 15 en 30 graden. De insteekruimte van het drukstuk. Aanbevolen wordt om met een minimum insteeklengte van 1x de pakkingbreedte (1S) rekening te houden, daar dit het "vreten" van het drukstuk tegen gaat en er tevens enige speelruimte overblijft bij maatverschillen tussen de diverse pakkingsoorten.

* Minimum maten.

Bij het ontwerpen van apparatuur waarbij de asdiameter kleiner is dan ca. 20 mm gaan de algemene regels ten aanzien van de stopbuslengte en aanbevolen profielbreedte niet steeds op, vooral niet wanneer de stopbus ook geschikt moet zijn voor het opnemen van een mechanical seal. In deze gevallen contact opnemen met een specialist b.v. de fa. Eriks in Alkmaar.

* De spelingen.

Deze dienen zo gering mogelijk te zijn, waarbij de thermische uitzetting en krimp van de metalen delen in aanmerking moeten worden genomen.

* De oppervlaktebewerking.

De oppervlaktebewerking van het deel van het assenmateriaal dat in contact komt met de pakking dient zo goed mogelijk te zijn: een glad oppervlak bevordert de levensduur van de pakking aanmerkelijk.

5.4.4. Het kiezen van de pakkingsoort.

Weke pakking bestaat uit hennep, katoen, asbest enz., in de handel verkrijgbaar in de vorm van gevlochten snoeren, meestal met vierkante doorsnede. Vaak drenkt men deze snoeren in vet, in olie of in grafiet. Daardoor neemt de dichtheid toe en de pakking wordt in een bepaalde mate zelfsmertend.

Welke pakkingsoorten kunnen gebruikt worden:

* Katoen met vet; nadeel: zacht en rotgevoelig, niet sterk aanbevolen.

* Vlas met vet; 2x zo sterk als katoen. Nadeel. zacht en rotgevoelig. Wordt niet meer gemaakt.

* Hennep met vet; 2x zo sterk als katoen. Nadeel: meer wrijving, b.v. EriksOxford 136 g/m + f 94,- per 2 kg.

* Rameh met vet; 8x zo sterk als katoen groot absorberend vermogen, rot niet, blijft elastisch, laag wrijvingsverlies (marine-voorschrift), b.v. EriksRameh diaplex 105 g/m, + f 101,- per 2 kg.

* Rameh met teflon; smeermiddel kan niet worden uitgewassen, temperatuurbestendig, b.v. Eriks-Ralon 113 g/m, + _ 181,- per 2 kg. Over het algemeen kan gezegd worden, dat Rameh met vet ook gezien de prijs een goede keuze genoemd kan worden.

Asbestpakking met vet, al of niet van grafiet voorzien, is niet bruikbaar voor schroefasafdichting. Onder invloed van water verhardt (versteent) de asbest en werkt dan als een slijpsteen als het smeermiddel verbruikt is.

Prijsvergelijking: Eriks - Roto 136 g/m f 70,- per 2 kg.

Inbouwtips voor stopbuspakkingen.

- * Kies altijd een eerste kwaliteit stopbuspakking. De kosten wegen niet op tegen de ellende van lekkende afdichtingen. Kies de juiste maat. Bij onder- of bovenmaatse pakkingen treden ongewenste vervormingen en spanningen in de stopbus op. Corrigeer kleine maatafwijkingen van de te gebruiken pakking ten opzichte van de stopbusbreedte nooit door kloppen met de hamer of dergelijke, daar dit de structuur van de pakking vernielt: doe dit door middel van rollen met een staaf of pijp waarbij de pakking op een harde gelijkmatige ondergrond moet worden gelegd.
- * Het is niet mogelijk om assen die beschadigd, ingelopen of gecorrodeerd zijn met succes af te dichten.
- * Wanneer door slijtage van stuwlager of loopbus of andere mechanische oorzaken, overmatige trillingen optreden, zal de levensduur ook van de allerbeste pakking kort zijn.
- * Zorg steeds dat het af te dichten onderdeel in goede conditie is.
- * Het loopvlak van de as of asbus moet glad zijn, met een ruwheid van max. 4 micron.
- * De spleetopeningen tussen as en grondbus mogen max. 0,3 mm zijn, die tussen as en drukstuk max. 0,5 mm. Als de openingen groter zijn kunt u grond- en sluitringen van b.v. Teflon toepassen.
- * De oppervlakteruwheid van de boring van de stopbus mag max. 10 micron bedragen.
- * Verwijder alle oude pakking, ook van de ring op de bodem van de stopbus.
- * Reinig de as en de pakkingbus.
- * Breng de nieuwe pakking nooit als een spiraal in de stopbus aan, doch monteer steeds zorgvuldig gesneden afzonderlijke ringen met parallel lopende snijvlakken.
- * Het vervaardigen van de ringen: Wikkel een pakking stevig op een as van de gewenste diameter. Breng met de punten van b.v. een steekpasser twee evenwijdige lijnen over de pakking aan in de lengterichting van de as. De afstand tussen beide lijnen dient gelijk te zijn aan de pakkingbreedte. Snij de ring vervolgens tussen de punten A en B door, waarna de ring voor montage gereed is. Zij heeft dan een snede van 45°.

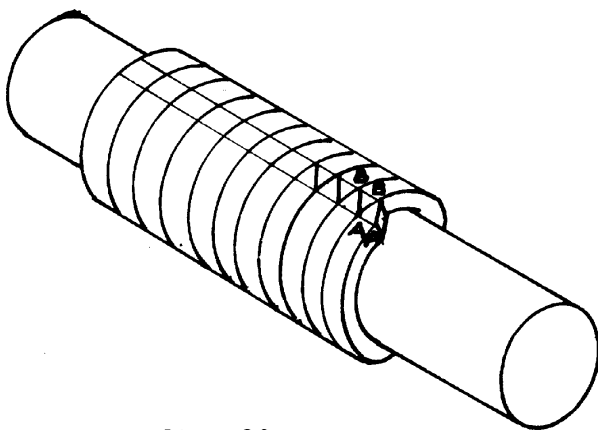


fig. 88

- * Montage: Buig de ringen voorzichtig radiaal uit totdat de opening tussen de ringeinden ongeveer de helft is van de asdiameter. Buig de ringeinden vervolgens axiaal uit elkaar tot de ring zich gemakkelijk over de as laat schuiven. Schuif de ring daarna met het slot voorop in de stopbus op zijn plaats; niet aanstampen.
(zie fig. 89)
Breng op dezelfde wijze iedere volgende ring met de snede over 45 à 60° verdraaid aan.

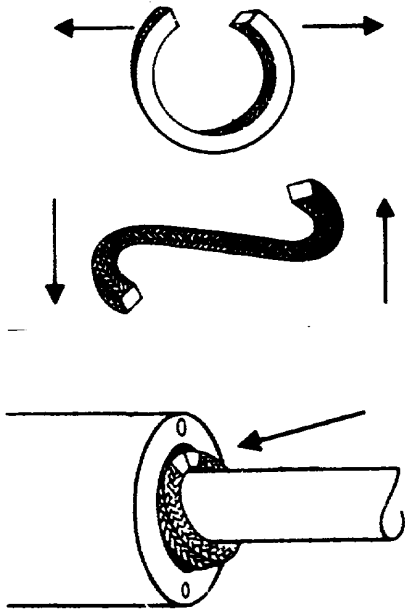


fig. 89

Het inlopen.

Nadat de ringen gemonteerd zijn wordt het drukstuk aangebracht en worden de moeren zo mogelijk met de vingers aangedraaid. Laat de as draaien en gun de pakking ca. 15 min. om in te lopen. Draai dan de glandmoeren ca. 1/8 tot 1/4 slag aan en laat de as in deze toestand ca. 15 min. draaien. Herhaal deze procedure tot de vereiste minimum lekkage bereikt is. Controleer tevens de stopbustemperatuur. Is deze te hoog dan de moeren lossen zodat de uitredende lekvloeistof voor koeling kan zorgdragen. Let wel: een dynamisch afdichtende pakking mag in principe nooit volkomen afdichten. Een lekkage van 6-10 druppels per minuut is beslist noodzakelijk, zeker bij omtreksnelheden van maar 2 - 3 m/sec. Bij stilstand van de as is deze lekkage veelal te stoppen door smering toe te passen.

5 5 DE UITLAAT.

Tijdens het openen van de uitlaatklep van een verbrandingsmotor is de druk in de cilinder ongeveer 3 atmosfeer. Deze druk ontspant zich snel tot de atmosferisch druk, wat met nogal veel lawaai gepaard gaat. Gas wat met hoge snelheid door een leiding stroomt gaat wervelen (turbulentie) wat ook veel lawaai geeft. Een goede demper moet deze drukgolven omzetten in een gelijkmatige stroming.

Bij de luchtinlaat hebben we al gezien dat de bereikte snelheden in de leidingen aanzienlijk zijn, waarom er in de uitlaatleidingen geen vernauwingen aanwezig mogen zijn. Indien een diameterverloop toch moet plaatsvinden dan moet deze in het ongedempte gedeelte gemaakt worden, zo dicht mogelijk bij het uitlaatspruitstuk.

De doorlaat van de uitlaatleiding kunnen we met het volgende vuistregeltje vinden:

Oppervlak in $\text{cm}^2 = 6 \times$ cilinderinhoud in liters, dus 2 liter Mercedes: opp. leiding is $2 \times 6 = 12 \text{ cm}^2$. De inhoud van de demper bepalen we met de volgende vuistregel: inhoud demper in liters = $5 \text{ à } 10 \times$ de inhoud van de motor in liters, dus voor een 2 liter motor 10 à 20 liter. Het uitlaatspruitstuk van de motor kan het beste gekoeld worden uitgevoerd om verlaging van de gassnelheid in de uitlaatleiding te verkrijgen. 300 mm achter het spruitstuk kan een aansluiting (" gas) gemaakt worden voor het installeren van een temperatuurmeter. De verbinding tussen de motor en uitlaatdemper bij voorkeur flexibel uitvoeren om krachten op het spruitstuk te vermijden. Roestvrij stalen flexibele balgen mogen alleen in de lengterichting aan beweging onderhevig zijn. Om de beweging te beperken verdient het aanbeveling deze zo dicht mogelijk bij de rolas of het rolcentrum te monteren. Tegendruk over een uitlaatleidingsysteem mag maximaal 25 tot 60 mm Hg t33,7 - 81,6 cmwk) bedragen. Er zijn in principe 3 soorten dempers, nl. de reflectiedemper, de absorptiedemper en de natte demper met behulp van waterinspuiting. De reflectiedemper en de absorptiedemper worden hier besproken.

De reflectiedemper hoort zo dicht mogelijk bij de cilinderkop van de motor te zitten, de absorptiedemper aan het einde van de uitlaatleiding. De absorptiedemper is niet bruikbaar voor tweetaktbenzinemotoren. Voor meer algemene gegevens: zie Waterkampioen nr. 9, blz. 1292 t/m 1297, jaargang 1973.

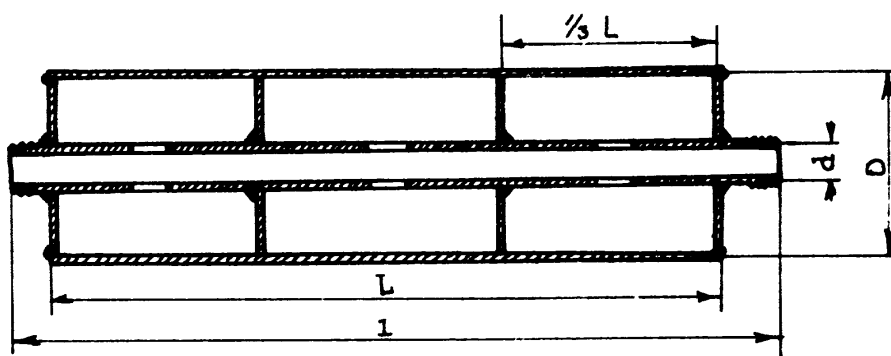


fig. 90

De reflectiedemper bestaat uit 3 kamers en in 3e dunne doorgaande pijp zijn in elke kamer 2 gaten geboord ter grootte van $\frac{3}{4}$ van de binnendiameter, b.v. voor 1": 2 gaten van 20 mm. De kamers zijn verder leeg. De binnenringen moeten zuiver op maat gemaakt worden, opdat ze klemvast zitten.

De absorptiedemper bestaat uit een grote kamer gevuld met glaswol (niet te vast). Geen steenwol gebruiken, daar dit verpulvert. De binnenpijp is voorzien van een groot aantal kleine gaten ter grootte van $\frac{1}{5} d$ en 3 over de omtrek en verder $\frac{1}{2} d$ uit elkaar.

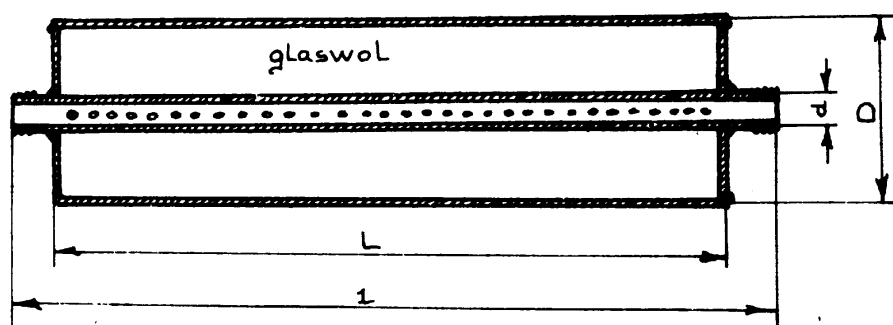


fig. 91

De maten van de demper kunnen we bepalen uit de formules. De dikte van de ringen laten we overeenkomen met de dikte van de pijpwand. Eerst de pijp meten, dan pas de ringen maken.

Gaan we uit van gaspijp, dan hebben we de volgende mogelijkheden:

binnenpijp				buitenpijp					
maat	doorlaat cm ²	inw. d.	uitw.d.	maat	doorlaat cm ²	inw.d.	uitw.d.	inhoud per dm	maat ringen b.v.
1"	5,9	27,5	34	3"	51	81	89	0,51	34,5- 81
1 1/4"	9,8	35,5	42	4"	89	107	115	0,89	42,5-107
1 1/2"	13,2	41,2	48,2	4"	89	107	115	0,89	49 -107
2"	21,5	52,5	60	5"	132	130	139	1,32	61 -130
2 1/2"	36	68	76	5"	132	130	139	1,32	77 -130
3"	51	81	89	6"	196	158	168	1,96	90 -158
4"	89	107	115	8"	330	205	220	3,3	116 -205

5.6. MOTORKOELING

5.6.1: Inleiding.

Zoals we weten wordt niet alle in de motor toegevoerde warmte omgezet in arbeid. Slechts een gering deel van de brandstof (+ 25 % bij mengselmotoren en 35% bij dieselmotoren) wordt in nuttige arbeid omgezet. Door de hoge temperatuur van de uitlaatgassen (700 a 800°C) gaat een groot gedeelte van de toegevoerde warmte verloren.

Ook de cilinders, zuigers en koppen nemen een groot gedeelte van de warmte op. Als deze warmte niet snel wordt afgevoerd, zal de temperatuur van deze motordelen zo hoog worden, dat het materiaal spoedig onbruikbaar wordt. Tevens zullen de zuigers vast lopen door uitzetting van het materiaal, terwijl een goede smering van cilinderwanden en zuigers dan niet mogelijk is.

De warmte kan op twee manieren worden afgevoerd. De eenvoudigste manier is om een hoeveelheid lucht langs deze delen te voeren:

Geforceerde luchtkoeling. Bij kleine motoren ziet men vaak luchtkoeling toegepast. De cilinder en de motorkamer zijn dan voorzien van koelribben. De warmte van de cilinderwand en de kop wordt door straling en geleiding over de oppervlakte van de koelribben verdeeld en door de langsstromende lucht overgenomen en zo gekoeld.

Bij toepassing van directe koeling door lucht kan de cilinderwand op een tamelijk hoge temperatuur worden gehouden. Dat verhoogt het rendement van de motor en het voorkomt tevens een te sterke afkoeling, zoals die bij door vloeistof gekoelde motoren maar al te vaak voorkomt.

Zoals bekend bevat de brandstof enige zwavel. Bij een koude motor condenseert het tijdens de verbranding gevormde zwaveloxide, wat een sterke corrosie van cilinderwanden, zuigers, kleppen enz. tot gevolg heeft. Wordt de werkende motor op een temperatuur van niet hoger dan 70°C gehouden, dan ontstaat er geen condensatie van het zwaveloxide en bijgevolg daardoor geen corrosie. Een direct voordeel van luchtkoeling is minder onderhoudskosten. Een voorwaarde voor een goede koeling is: er moet voldoende lucht langs de machine stromen om de geproduceerde warmte af te voeren. Om de luchtstroming te bevorderen worden de motoren uitgevoerd met een ventilator in de vorm van een losse ventilator met bladen of een vliegwiel met schoepen.

Bij plaatsing in een kast: altijd informeren bij de fabrikanten hoe groot het oppervlak van de inlaatroosters voor koellucht moet zijn

(b.v. Lister 6 pk: 3 x 84 cm²; 12 pk: 3 x 168 cm²; 18 pk: 3 x 260 cm²).

5.6.2. Waterkoeling.

Een zeer eenvoudige vorm van waterkoeling is de verdampingskoeling, die veel werd toegepast voor horizontale machines, b.v. de befaamde Deutz en Crossley. De motorcilinder ligt onder in een watertank. De tank is gedeeltelijk gevuld met water; de cilinder is geheel omgeven door water en dit water vult ook de koelruimte van de motorkop. Bij werkende motor wordt het water onder in de tank warmer, waardoor dit warme water zal stijgen: zodoende ontstaat er een circulatie in de watermassa. Na enige tijd zal het water zo hoog in temperatuur worden dat een gedeelte ervan gaat verdampen. De cilinder is dan op de goede werktemperatuur. Er moet gezorgd worden dat er niet zoveel water verdampt dat de bovenkant van de cilinder droog komt.

Het water moet dus van tijd tot tijd worden bijgevuld. Tijdens en bij kans op vriezend weer moet na het stoppen van de motor al het water zorgvuldig worden afgetapt. Voor het starten van de motor kan de koelruimte van de motor gevuld worden met warm water. De motor is dan eerder op werkteemperatuur. Daarna geleidelijk bijvullen tot het juiste niveau. Hoewel de ruimte onder en opzij van de cilinder vrij groot is gehouden, komt het toch wel eens voor dat de ruimte geheel is opgevuld met ketelsteen en modder. Het gevolg is dan een gebrekkige koeling met als resultaat een gescheurde kop.

5.6.3. Thermosyphonkoeling.

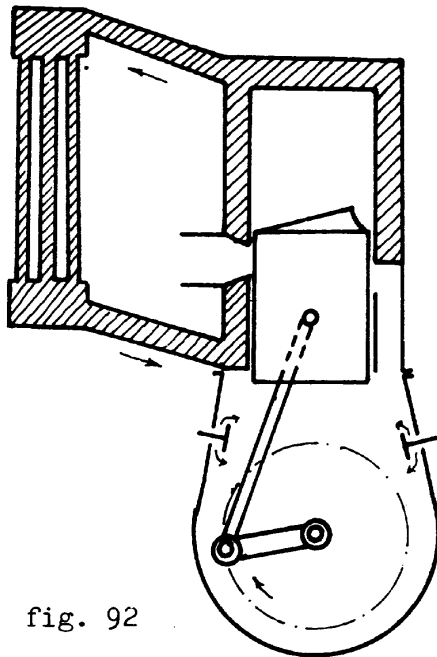


fig. 92

Bij kleine motoren paste men vroeger en ook nu nog wel de thermosyphonkoeling toe. Het water boven in het blok en cilinderkop worden sterk verhit, zodat dit gaat uitzetten. Bij deze volumevergroting blijft de massa hetzelfde met als gevolg dat dit verwarmde water een lagere s.m. krijgt dan het koudere onder in het blok. Het verwarmde water wil dan gaan stijgen, waarbij dan tegelijkertijd uit de radiator (warmtewisselaar) of reservoir afgekoeld water toestroomt. We krijgen dus hierbij een circulatie door de radiator die sneller verloopt naarmate het temperatuurverschil tussen de boven en de onderzijde van het blok groter wordt. Het koelsysteem moet bij een thermosyphonkoeling volkomen gevuld zijn om geen onderbreking in de circulatie te krijgen. Het warme water moet kunnen stijgen zodat de bovenzijde van de radiator boven de cilinderkop moet uitkomen. Om de circulatie niet te veel weerstand te laten ondervinden hebben de waterslangen en waterpijpen en de koelruimte in de motor vrij grote afmetingen.

5.6.4. Waterpompkoeling.

De circulatie kan ook door middel van een waterpomp geschieden. De circulatiesnelheid wordt hierdoor verhoogd. Door een koelsysteem met dezelfde afmetingen kan met behulp van een waterpomp veel meer warmte worden afgevoerd.

5.6.5. Open koelsysteem.

Bij de koeling van scheepsmotoren kunnen we kiezen uit 2 systemen, nl. het open en het gesloten koelsysteem. Bij het open systeem zuigt een koelwaterpomp buitenboordwater aan via een wierbak en pompt dit water door het motorblok. Het warme water verdwijnt weer overboord. De wierbak moet het liefst in tweevoud zijn aangebracht, zodat de motor kan blijven doorwerken, terwijl een der filters wordt schoongemaakt. Dit systeem van koeling is wel zeer eenvoudig van inrichting, maar heeft ook enige belangrijke nadelen.

Doordat er een geregelde stroom van vers water wordt doorgepompt mag de temperatuur van het uitlaatkoelwater niet hoog zijn in verband met het ontstaan van ketelsteen in de koelruimte. In het algemeen wordt de temperatuur van het uitlaatkoelwater bij dit systeem te hoog waardoor afzetting te vreezen valt, tenminste als er zich geen plaatselijke hoge temperaturen kunnen voordoen, vanwege gebrekkige circulatie in de koelruimte. De temperatuur van 55° is te laag zoals reeds besproken werd i.v.m. de condensatie van zwaveloxide. De invloed van de koelwatertemperatuur op de slijtage van de motor is belangrijk, nl. bij 80°C is de slijtage nog maar 1/8 deel van de slijtage bij 40°C, bij 50°C is de slijtage nog 4 x zo groot als bij 80°C. De temperatuur van 55°C is laag, maar in dit geval is het een zaak van geven en nemen. Een ander nadeel is, dat het verschil in temperatuur tussen aanvoer en afvoer van het koelwater erg groot kan zijn. Het water kan in de koelmantel gevoerd worden met een temperatuur van 5°C, soms zelfs nog lager, en het zal met een temperatuur van 55°C moeten worden afgevoerd. De opbrengst van de pomp moet daarnaar worden geregeld. Dit grote verschil veroorzaakt in de cilinder te grote materiaalspanningen. Door de geringe snelheid van het koelwater in de koelruimten kan er zich plaatselijk lucht verzamelen waardoor nog meer gevaarlijke materiaalspanningen kunnen optreden. Het verdient dus aanbeveling de installatie zo te maken dat een gedeelte van het afvoerwater voór de pomp kan worden gemengd met het koude koelwater. Dan is er de mogelijkheid het water bij intrede in de koelruimte te brengen op een temperatuur van 35°C, waardoor het temperatuursverschil tussen in- en uitlaatwater dan ca. 20°C wordt. De hoeveelheid door te pompen water is dan groter, dan in het vorige geval, het kost iets meer vermogen, maar geeft minder materiaalspanningen en luchtverzamelingen. Bij deze methode van koeling mag men de motor niet direct van vol vermogen stoppen. De motordelen zijn dan hoog in temperatuur. Het koelwater stroomt niet meer door en het zal zo hoog oplopen in temperatuur, dat zich een laagje ketelsteen zal afzetten vooral in de ruimte van de kop en het bovenste deel van de cilinder.

5.6.6. Gesloten koelsysteem.

Het systeem wat de meeste voorkeur verdient is het gesloten koelsysteem. Het principe berust op het feit dat dezelfde koelvloeistof door de motor circuleert. Deze vloeistof wordt dan weer op zijn beurt gekoeld. Men spreekt hier dan ook wel van indirecte koeling. De koeling van de koelvloeistof kan gebeuren door:

- A. een radiator met een ventilator (klein vermogen);
- B. een warmtewisselaar;
- C. door koelvlakken welke gekoeld worden door het buitenwater;
- D. door koelpijpen welke gekoeld worden door het buitenwater.

5.6.6.1. Systeem B.

TI = temperatuur aanwijzing
 TA = temperatuur alarmering

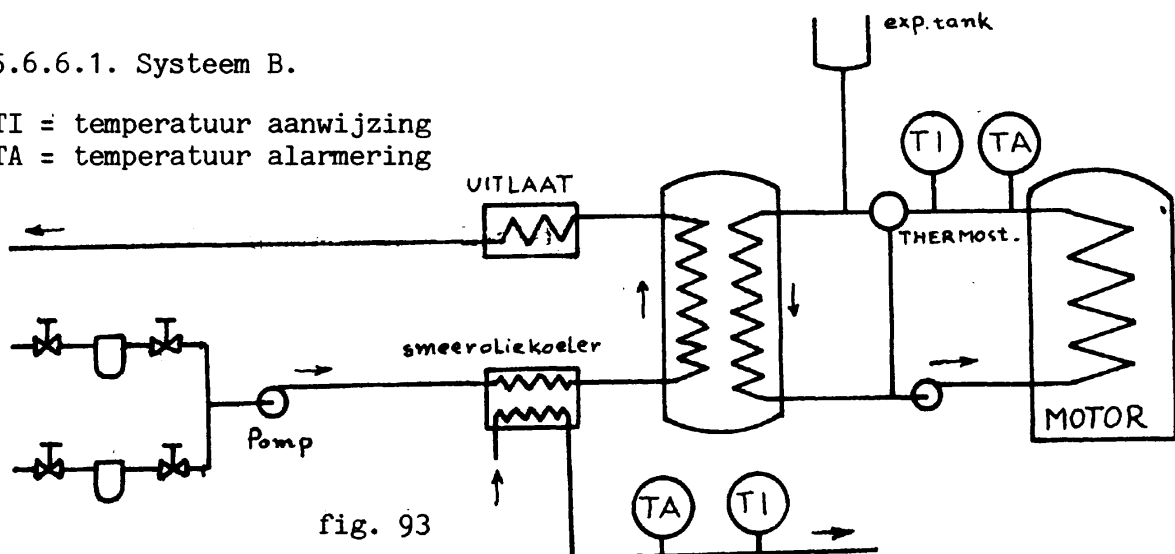


fig. 93

Bij dit systeem zijn 2 watercircuits te onderscheiden, nl 1 die van het buitenwater door de boordafsluiter via de wierbak naar de pomp, vervolgens door de smeeroliekoeler, door de waterkoeler en na de uitlaat gekoeld te hebben, weer buitenboord pompt, en 1 van de waterkoeler naar de motor en weer terug. De installatie van 2 huidafsluiters met een eigen wierbak is erg gemakkelijk. Tijdens bedrijf is 1 huidafsluiter met wierbak in gebruik. Raakt nu die wierbak verstopt of komt er een stuk plastic voor de inlaat dan kan overgeschakeld worden naar de 2e huidafsluiter en is er een mogelijkheid om tijdens het in bedrijf zijn van de motor het euvel te verhelpen. De thermostaat verbind bij een koude motor de uitgaande leiding met de ingaande koelwaterleiding zodat eerst de kleine hoeveelheid koelwater van de motor en de leidingen opgewarmd worden en de motor dus snel op temperatuur is, zodat de slijtage zo gering mogelijk is. Het verdient aanbeveling de wierbakken van een flexibele losneembare verbinding (versterkte slang) te voorzien om de krachten van de uitzettende leidingen en trillingen van de motor op te vangen. Het is anders zeer wel mogelijk dat de huidafsluiters afbreken met alle narigheid van dien.

5.6.6.2. Systeem C.

Systeem C kan alleen gebruikt worden bij stalen schepen. Hiertoe is een gedeelte van het vlak dubbelwandig gemaakt met dwarsschotten om te voorkomen dat het water rechtstreeks van de ene aansluiting naar de andere stroomt. Er moet vooral op gelet worden dat de verflaag op de huid niet te dik wordt daar anders het koeleffect sterk terugloopt. Meestal wordt er aan sb en aan bb een koelvlak aangebracht. Denk hierbij vooral aan een ontluchting in de verbindingsbuis daar anders de mogelijkheid bestaat dat de stroming onderbroken wordt.

5.6.6.3. Systeem D.

Bij gebrek aan ruimte of bij houten en polyester schepen worden onder het vlak wel eens koelbuizen aangebracht. Het grote nadeel hiervan is de kwetsbaarheid. Het doorvoeren door de huid is een 2e bezwaar. Een juiste plaatsing van de buizen kan de bezwaren enigszins opvangen. Bij schepen die wel eens droog vallen is het zeer verstandig een 2e koelmethode (als noodkoeling) achter de hand te hebben, bv een open koeling (met buitenwater door de motor).

5.6.6.4. Systeem C en D hebben duidelijk nadeel tot B met een warmtewisselaar. Het koelelement (vlak of buizen) is lager geplaatst dan de motor, zodat de natuurlijke beweging van de water tegengesteld is aan de pomprichting die aan deze verzwaring aangepast moet zijn. Het 2e bezwaar is de grotere waterinhoud van het circuit. Sommige fabrikanten stellen hiervoor dan ook een grens. Verder dient men zich te realiseren dat elk uitsteeksel onder water een verstoring geeft in de aanstroming van de schroef.

5.6.6.5. Algemene opmerkingen

- * Richtgetal oppervlak koelvlak 1,5 dm²/pk zonder uitlaat en oliekoeler.
- * Richtgetal oppervlak koelvlak 2,25 dm²/pk met uitlaat en oliekoeler.
- * Bij gebruik 1.5" pijp 1,5 dm²/pk en met uitlaat en oliekoeler 2,25 dm²/pk.
- * Koelvlakken spaarzaam verven of teren.
- * Gesloten koelsystemen voorzien van expansietank (i.v.m. uitzetten van het water).
- * Expansietank plaatsen in het hoogste punt van de koeling.
- * Van watergekoelde uitlaatspruitstuk of direct na thermostaat leiding maken naar expansietank voor continu-ontluchting.
- * Pijpen zoveel mogelijk op afschot.
- * Op alle hoogste punten een ontluchting (radiatorkraantje).
- * In de buitenwaterleiding een wierbak (2) voorzien van een fijne zeef 0,5-1 mm.
- * De inlaat zo kiezen dat zo weinig mogelijk vuil mee kan komen, door b.v. een hoge en lage zuigopening aan te brengen en/of of standpijp.
- * Voor en na de wierbakken afsluiters plaatsen met evt. bypass.
- * De leidingen zonder scherpe bochten en met voldoende beugels vastzetten.
- * Verbinding wierbak - huidafsluiter soepel.
- * Verbindings leidingen op de motor soepel uitvoeren.
- * De slangverbinding dient zodanig te zijn dat de slang niet kan dichtvouwen.
- * Aan en afvoerleidingen mogen niet dunner zijn dan 35 mm tot 3 m lengte en 45 mm tot een lengte van 10 meter.
- * Stationair toerental van de motor niet te laag afstellen i.v.m. de sterk verminderde opbrengst van de waterpomp bij lage toerentallen. Na een periode van belasting de motor enige tijd stationair laten draaien om de opgehoopte warmte af te voeren.
- * Breng op alle lage plaatsen in de systemen aftap pluggen of kranen aan i.v.m. aftappen bij vorstgevaar.

5.7. LEIDINGEN EN AFSLUITERS

5.7.1. Leidingen

Men kan onderverdelen:

5.7.1.1. Naar de fabricage methode

Er bestaan: naadloze pijpen, pijpen met een lasnaad in de lengterichting; gefelste pijpen, geklonken pijpen en gegoten pijpen (gietijzer).

5.7.1.2. Naar de constructie materiaal

Veel toegepast worden de volgende constructiematerialen: staal, gietijzer, roestvast staal, kunststof.

5.7.1.3. Naar de diameter

Er zijn leidingen met een doorsnede van enkele millimeters en leidingen met een doorsnede van enkele meters. Alle tussenliggende maten komen voor.

5.7.1.4. Naar de wanddikte

Leidingen waarin de druk hoog is, moeten uiteraard een grotere wanddikte hebben dan leidingen waarin geen druk aanwezig is. Voor vacuüm leidingen dient men ook een grotere wanddikte aan te houden dan bij leidingen waarin het medium onder ongeveer atmosferische omstandigheden aanwezig is.

5.7.1.5. Naar de wijze van koppeling

Pijpleidingen bestaan steeds uit een aantal aan elkaar bevestigde pijpstukken. De onderlinge verbinding van de pijpstukken kan gebeuren met behulp van:

Lasnaden: moeilijkheden bij demontage zijn een nadeel van deze soort verbinding.

Schroefverbindingen: Eén van de mogelijkheden om, gebruik makend van schroefdraad, pijpstukken met elkaar te verbinden, is de in figuur 94 geschetste sokverbinding.

Koppelingen: Voor het snel en gemakkelijk monteren van leidingstukken met niet te grote diameter gebruikt men wel koppelingen met wartelmoeren. Figuur 95 geeft een voorbeeld van een dergelijke constructie.

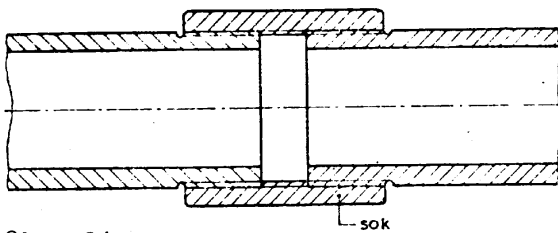


fig. 94

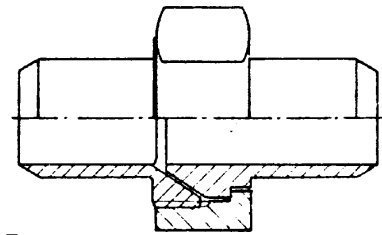


fig. 95

Flensverbindingen: Deze komen in de procesindustrie het meest voor. Er zijn tal van uitvoeringen van flensverbindingen mogelijk. De meest toegepaste constructies zijn getekend in de figuren 96, 97 en 98. De flensverbinding, voorgesteld in figuur 96 is de eenvoudigste verbinding. De constructie van figuur 97 wordt hoofdzakelijk gebruikt voor hogere drukken. De zogenaamde losse of overschuif flenzen van figuur 98 hebben bepaalde voordelen voor montage en demontage.

Pakkingen: Tussen de twee flenzen bevindt zich vrijwel steeds een pakking, die niet naar binnen mag uitsteken! Veel toegepaste pakkingsmaterialen zijn: Klingerit, asbest, gummi, papier, metaalpakking, vloeibare pakking.

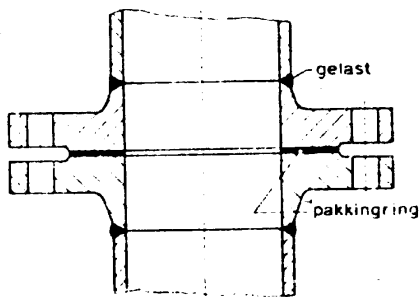


fig. 96

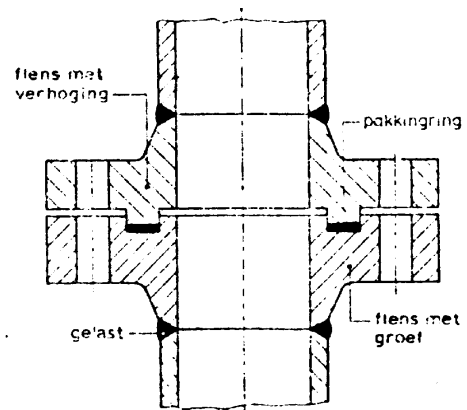
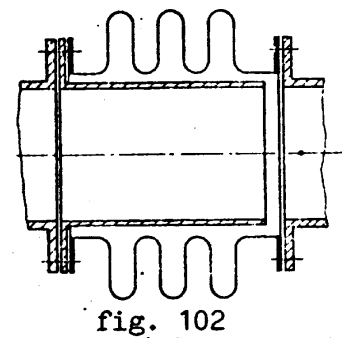
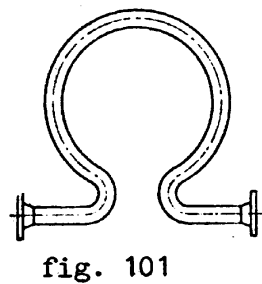
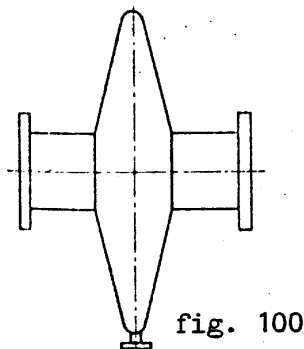
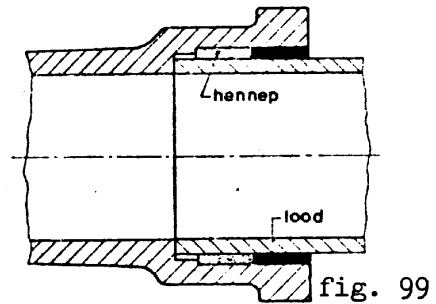
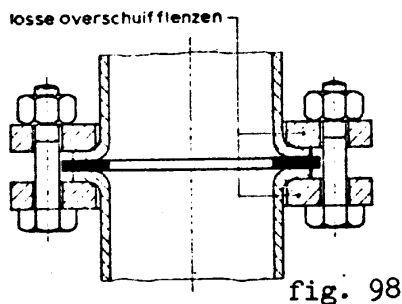


fig. 97

Mofverbindingen: Deze worden hoofdzakelijk toegepast bij in de grond liggende, gietijzeren buizen (zie figuur 99). De ruimte in de "mof" wordt opgevuld met in lijnolie of warme teer gedrenkte hennep, waarop nog een laagje lood wordt gegoten.

Uitzetting en inkrimping: Zoals alle voorwerpen zetten bij temperatuurveranderingen ook leidingen uit of krimpen in. Als het een lange leiding betreft en de temperatuurverschillen nogal groot zijn, kan de uitzetting behoorlijk zijn. We moeten voorzieningen treffen om deze uitzetting op te vangen. De meest gebruikelijke methode is wel om in de leiding expansiedozen (zie figuur 100), expansiebochten (zie figuur 101) of zogenaamde compensatoren (zie figuur 102) aan te brengen.

Isolatie: Wanneer het een leiding betreft, waarin een gas of vloeistof wordt vervoerd dat (die) geen of zo weinig mogelijk warmte mag uitstralen naar, of ontvangen van de omgeving, dan wordt zo'n leiding geïsoleerd. Dit betekent dat men de leiding omgeeft met een mantel van een stof die de warmte zeer slecht geleidt. Dit zijn vaak poreuze stoffen, daar stilstaande lucht een uitstekend isolatiemiddel is. Kurk, glaswol, asbestvezels en bepaalde kunstharsen zijn de meest gebruikte isolatiemiddelen. De laag isolatiemateriaal wordt gewoonlijk afgedekt met demonteerbare aluminiumplaten.



5.7.2. Afsluitorganen

Om de vloeistof-, gas-, of dampstromen in de vaak zeer gecompliceerde leidingnet van een procesindustrie te kunnen afsluiten, zijn vele zogenaamde afsluiters nodig. Aan deze afsluiters worden meestal hoge eisen gesteld, omdat vooral op schepen weinig gelegenheid is om reparaties uit te voeren, terwijl slecht afdichtende afsluiters onder bepaalde omstandigheden veel ellende kunnen veroorzaken. Als constructiematerialen voor afsluiters kunnen in aanmerking komen: 1. brons; 2. gietijzer; 3. gietstaal; 4. smeedstaal; 5. roestvrijstaal in diverse legeringen. Welk van deze materialen zal worden gebruikt hangt af van de druk, de temperatuur en de agressiviteit van het doorstromende gas of de vloeistof. Afsluiters bestaan in vele uitvoeringen, waarvan hier enkele hoofdgroepen summier zullen worden behandeld.

5.7.2.1. Kranen

a. Plugkranen (fig. 103). Behalve voor kleine doorlaten (kraan aan gasfornuis) worden deze kranen met conische plug bijna niet meer toegepast. Door de grote wrijving die optreedt tussen plug en kraanhuis zijn ze moeilijk te bedienen. Bovendien zijn ze bij zonder gevoelig voor verontreinigingen die beschadigingen kunnen veroorzaken waardoor lekkage ontstaat. Bovendien is het repareren van plugkranen een moeilijk en tijdrovend werk.

b. Kogelkranen (fig. 104). In plaats van een conische plug, is deze kraan voorzien van een kogelvormige plug met ronde doorlaat. De kogelkranen worden met tienduizenden gebruikt dank zij de markante voordelen die ze bieden t.w.: - geringe bedieningskracht, zelfs bij grotere doorlaten en hogere drukken. - weinig stromingsweerstand. - lage onderhoudskosten.

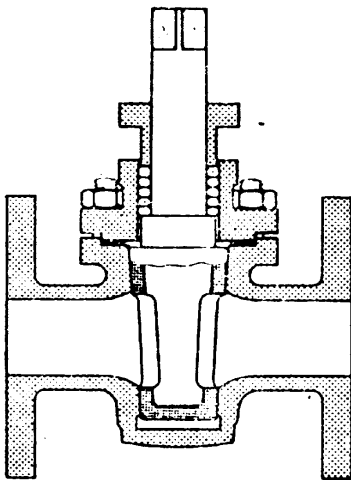


fig. 103

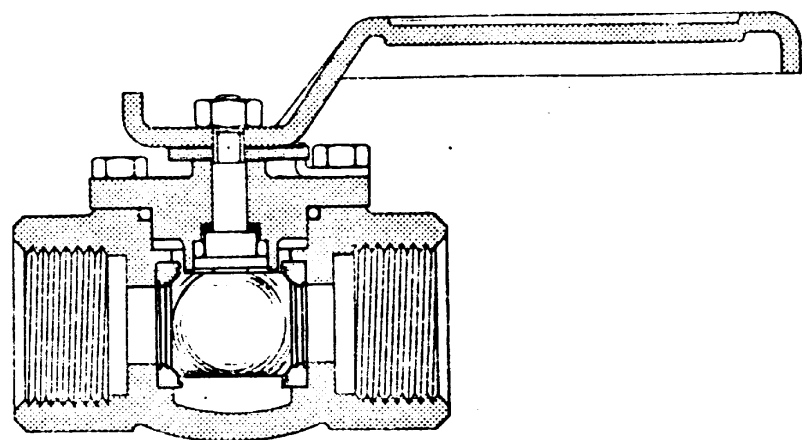


fig. 104

5.7.2.2. Klepafsluiters

a. Rechte uitvoering (fig. 105). b. Haakse uitvoering (fig. 106). De klepafsluiter is wel het meest toegepaste afsluitorgaan, dat in de industrie wordt gebruikt. De werking is eenvoudig. Door aan het handwiel te draaien wordt de onderaan de spindel bevestigde klep omhoog of omlaag bewogen. In de laagste stand rust de klep op de klepzitting en is de afsluiter gesloten. Het is gebruikelijk dat de inlaatzijde onder de klep is. De vloeistof-, gas- of dampstroom moet op zijn weg door een geopende afsluiter tweemaal onder een hoek van 90° van richting veranderen en dat kost energie of met andere woorden "er treedt nogal wat drukverlies op". In gevallen waar weinig druk beschikbaar is, is dit een nadeel.

5.7.2.3. Vrijstroomafsluiters (fig. 107)

Bij dit van de rechte- en haakse klepafsluiter afgeleide type is het drukverlies gering als gevolg van de schuine plaatsing van klep en zitting. In volledig geopende stand kan het medium praktisch ongehinderd doorstromen. De uit de typische constructie voortvloeiende grote lengte wordt wel als een bezwaar ondervonden.

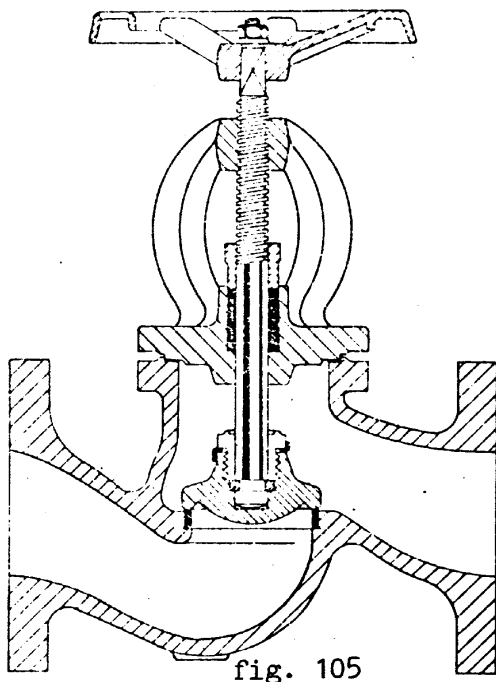


fig. 105

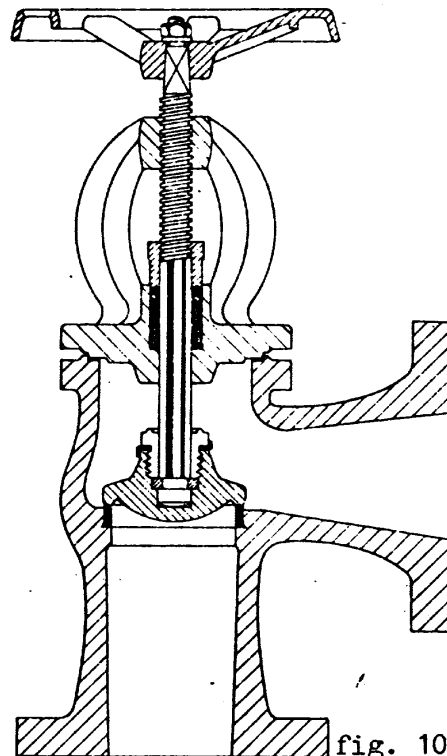


fig. 106

5.7.2.4. Schuifafsluiters (fig. 108).

Bij schuifafsluiters wordt het onderdeel, dat voor de afdichting moet zorgen, niet "klep" maar "schuif" genoemd. Op de afbeelding is duidelijk te zien dat de schuif in dezelfde hartlijn is gemonteerd als de draadspindel, dus niet haaks erop zoals dat bij klepafsluiters het geval is. Tot de gunstige eigenschappen van de schuifafsluiter kan de bijzonder lage weerstand gerekend worden. De betrekkelijk grote dichtingsvlakken maken deze afsluiter nogal kwetsbaar voor leidingvuil, zoals roestschilders, laskorrels, enz.

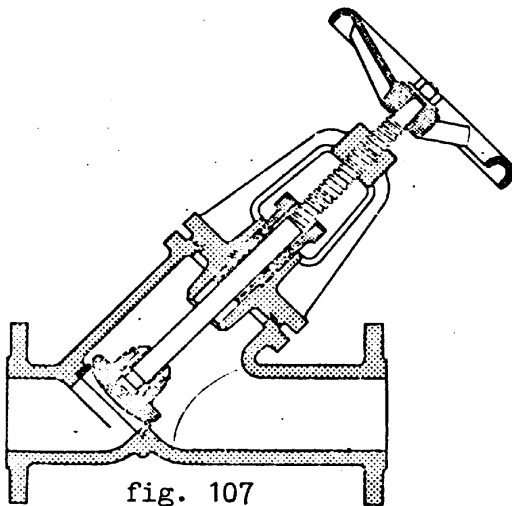


fig. 107

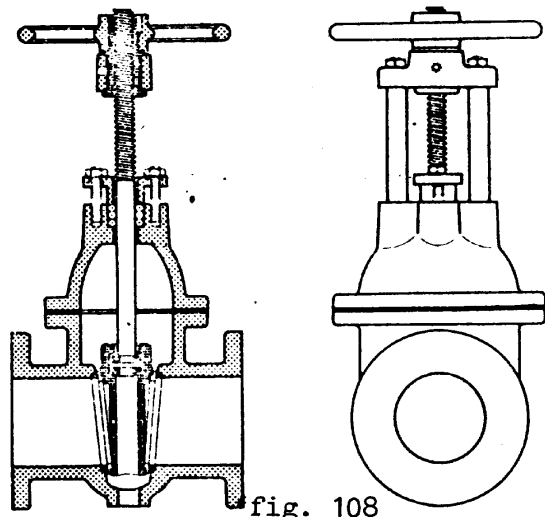


fig. 108

5.7.2.5. Membraanafsluiters (fig. 109a en 109b)

Het afsluiten van de gas- of vloeistofstroom gebeurt hier d.m.v. een membraan, welke door de spindel op een in het huis aanwezige "rug" of zitting gedrukt wordt. De membranen worden vervaardigd van een aan het medium aangepaste synthetische rubbersoort. Deze afsluiters worden vooral toegepast bij gassen en ook bij agressieve vloeistoffen. Inwendige bekleding van het huis met een corrosiewerende laag (b.v. eboniet) is door de eenvoudige vorm vrij gemakkelijk.

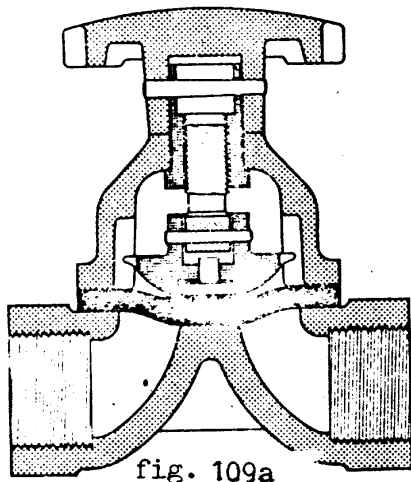


fig. 109a

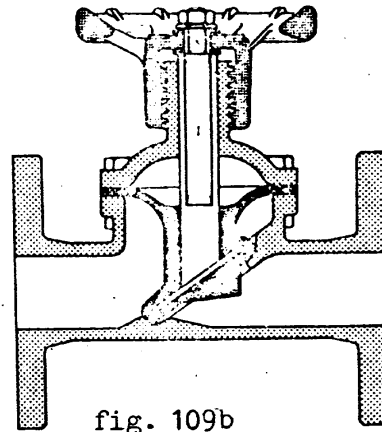


fig. 109b

Opmerking: De tot hier behandelde afsluiters zijn alle van het zg. open-dicht type; d.w.z. ze bezitten geen goede regeleigenschappen. Om een gas-, damp- of vloeistofstroom goed te kunnen doseren met de vlakke klep van de klepafsluiter worden vervangen door een klep met regelconus. Een simpele uitvoering van een regelafsluiter is de hierna te behandelen naaldafsluiter.

5.7.2.6. Naaldafsluiter (fig. 110).

Kenmerkend voor deze afsluiter is de conische "naald", die d.m.v. het handwiel in de zitting op en neer kan worden bewogen. De stand van de naald bepaalt aldus de grootte van de ringvormige spleet tussen naald en zitting. Via deze spleet passeert het medium. Op deze wijze kan de hoeveelheid nauwkeurig geregeld worden. Naaldafsluiters worden hoofdzakelijk in de kleinere maten (t/m 1") vervaardigd.

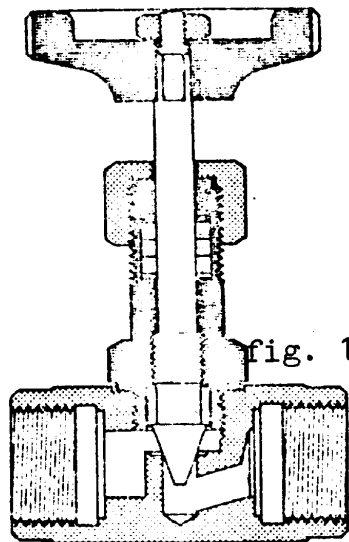


fig. 110

5.7.2.7. Terugslagkleppen (fig. 111 met hangende, scharnierende klep, fig. 112 met op- en neergaande klep).

Terugslagkleppen (ook wel keerkleppen genaamd) dienen om te voorkomen dat een stroom een ongewenste richting inslaat. Ze komen voor in een groot aantal uitvoeringen. De twee belangrijkste daarvan zijn de terugslagklep met de hangende, scharnierende klep en de terugslagklep met op- en neergaande klep. In beide uitvoeringen valt de klep na het ophouden van de stroming door het eigen gewicht op de zitting terug. Door het inbouwen van een terugslagklep in een transportleiding, kan het medium nimmer in de tegenovergestelde richting stromen.

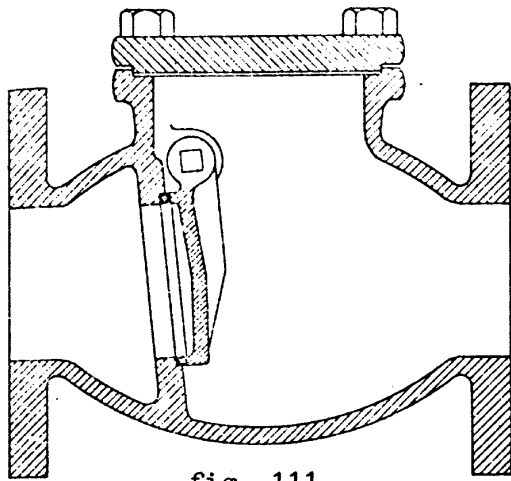


fig. 111

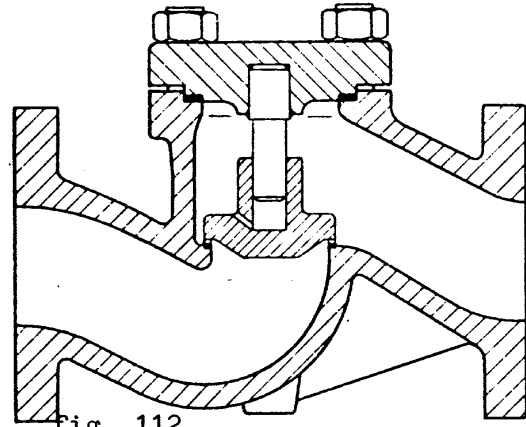


fig. 112

5.7.2.8. Drukveiligheidstoestellen (fig. 113, gewichtsveiligheidstoestel, fig. 114, veerbelast veiligheidstoestel).

Als bij een vat de mogelijkheid bestaat, dat het onder een hogere inwendige druk kan komen dan die, welke uit veiligheidsoverwegingen toelaatbaar is, dan moet hierop een veiligheidstoestel worden geplaatst. Wordt de hoogst toelaatbare druk overschreden, dan zal de veiligheidsklep (of -kleppen) openen en zoveel van het medium, dat zich in het vat bevindt, afblazen, dat de druk weer daalt tot de toelaatbare. Of een gewichtsveiligheid moet worden toegepast, dan wel een toestel met veerbelasting hangt hoofdzakelijk af van wettelijke voorschriften. Deze voorschriften zijn te vinden in de "Stoomwet" en het "Stoombesluit".

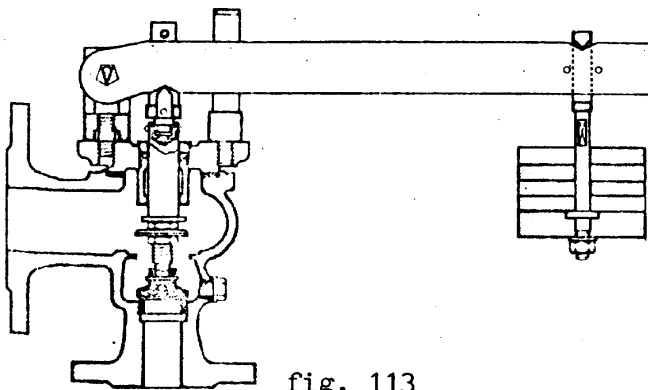


fig. 113

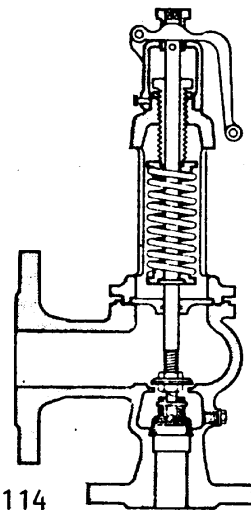


fig. 114

5.7.2.9. Zelfsluitende peilglaskraan met aftap

In de voorschriften over brandstoftanks staat vermeld: Indien een peilglas aanwezig is, moet dit van deugdelijke constructie zijn, goed zijn beschermd en aan de onderzijde zijn voorzien van een zelfsluitende kraan of een zelfsluitende afsluiter. De kraan (zie fig. 115) zit met de linkerkant in een aansluiting van de tank geschroefd. Door de veer wordt de kogel op de zitting gedrukt. Aan de bovenzijde kan het peilglas aangebracht worden en door aandraaien van de moer worden vastgeklemd door de rubber klembus. Aan de onderzijde kan een aftapkraantje worden aangebracht. Door drukken op de knop wordt via het rubber membraan de plunger tegen het kogeltje gedrukt zodat deze gelicht wordt van z'n zitting, zodat de vloeistof in het peilglas kan treden. Zodra de vloeistofkolom in het peilglas niet meer stijgt kan de drukknop worden losgelaten en zal het kogeltje de aanvoer afsluiten.

Na aflezing van het peilglas kan deze afgetapt worden door het aftapkraantje te openen. (Verkrijgbaar bij Techn. Bureau George Döll, Prins Hendrikkade 14, Amsterdam).

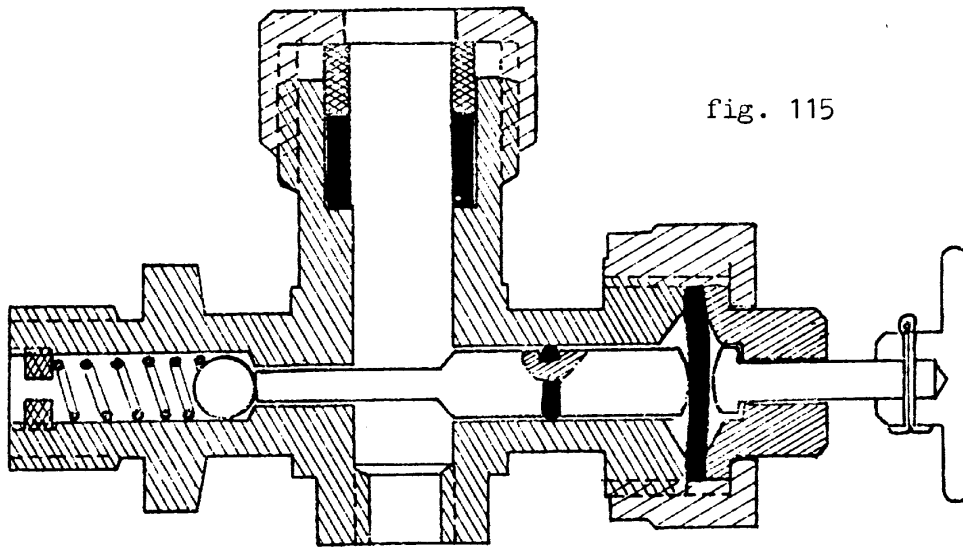


fig. 115

5.8. DE CENTRIFUGAALPOMP

5.8.1. Inleiding

Een centrifugaalpompe bestaat in zijn eenvoudigste vorm uit een waaier en een pomphuis. Op het pomphuis zijn een zuig- en persleiding aangesloten, welke geheel met vloeistof gevuld moet zijn indien de pompe werkt. Hieruit volgt, dat een centrifugaalpompe geen lucht kan verzetten en zij dus niet zelfaanzuigend is. Dit in tegenstelling tot pompen volgens het verdringer-type. Tegenover genoemd nadeel heeft de centrifugaalpompe t.o.v. een verdringerpompe echter diverse voordelen:

- * een ononderbroken vloeistofstroom
- * een rustige gang waardoor lichte fundatie

fig. 116

- * weinig bewegende delen (geen kleppen enz.)

- * geringe plaatsruimte

- * hoog toerental, waardoor directe koppeling aan een elektromotor mogelijk is

- * een hoog rendement

- * eenvoudige constructie

- * lange levensduur.

Door de roterende beweging van de waaier zal de vloeistof, onder invloed van de op de vloeistofdeeltjes werkende centrifugale kracht, vanuit het midden van de waaier naar de buitenomtrek stromen.

Bij alle niet-zelfaanzuigende centrifugaalpompen moeten bij het in bedrijf stellen niet alleen de pompe, doch ook de gehele zuigleiding met vloeistof zijn gevuld. Hiertoe is het in vele gevallen nodig onderaan de zuigleiding een voetklep aan te brengen, zonodig voorzien van een wierbak of filter voor het tegenhouden van verontreinigingen.

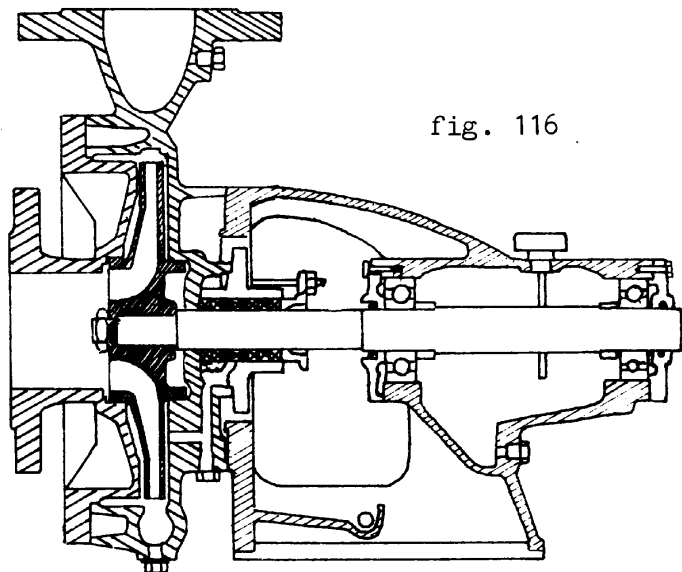
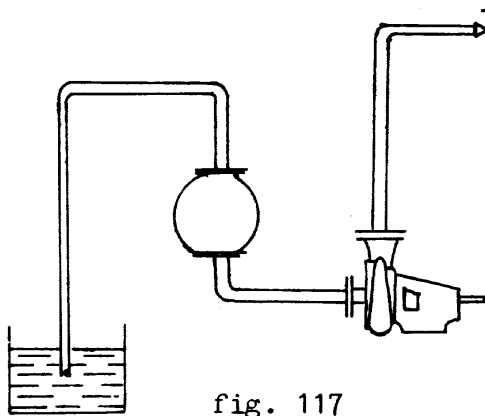


fig. 116

De zuigleiding moet van de voetklep tot de pomp oplopen, opdat zich in de zuigleiding geen luchtzakken kunnen vormen. Bij voorkeur moet bij het aanzetten de persafsluiter worden gesloten, aangezien dan het krachtverbruik zo gunstig mogelijk is. Een zelfaanzuigende werking van een standaard centrifugaalpompe kan men ook verkrijgen door het aanbrengen van een voorgeschakeld zuigvat, een zgn. interceptor. zie figuur 117.



Ook kan op de zuigbuis een aparte vacuumpomp toegepast worden, waarmee dan de zuigleiding en pomp volgezogen kunnen worden.

fig. 117

5.8.2. Zelfaanzuigende zijkanaalpomp

De zelfaanzuigende pomp kan in tegenstelling tot een normale centrifugaalpompe zowel vloeistof als gas of een mengsel van beide verpompen. Zij kan dus niet alleen zelf de zuigleiding ontlichten, doch ook meegezogen gas of lucht verwerken, hetgeen een niet zelfaanzuigende pompe onherroepelijk doet afslaan. Mocht er zich in de zuigleiding enige damp vormen, dan worden deze dampbellen met de vloeistof meegezogen en de pompe zal niet door de zo bekende "vapor lock" afslaan. Kleine luchtlekken in de zuigleiding, die vooral in een lange leiding gemakkelijk kunnen ontstaan zijn niet van invloed op de werking van de pompe. Evenmin vormen luchtzakken in de leiding een bezwaar. Deze eigenschap wordt bv. gebruikt bij hydrofoorinstallaties om het luchtkussen in de drukketel te vormen of aan te vullen, zodat hiervoor geen afzonderlijke compressor nodig is.

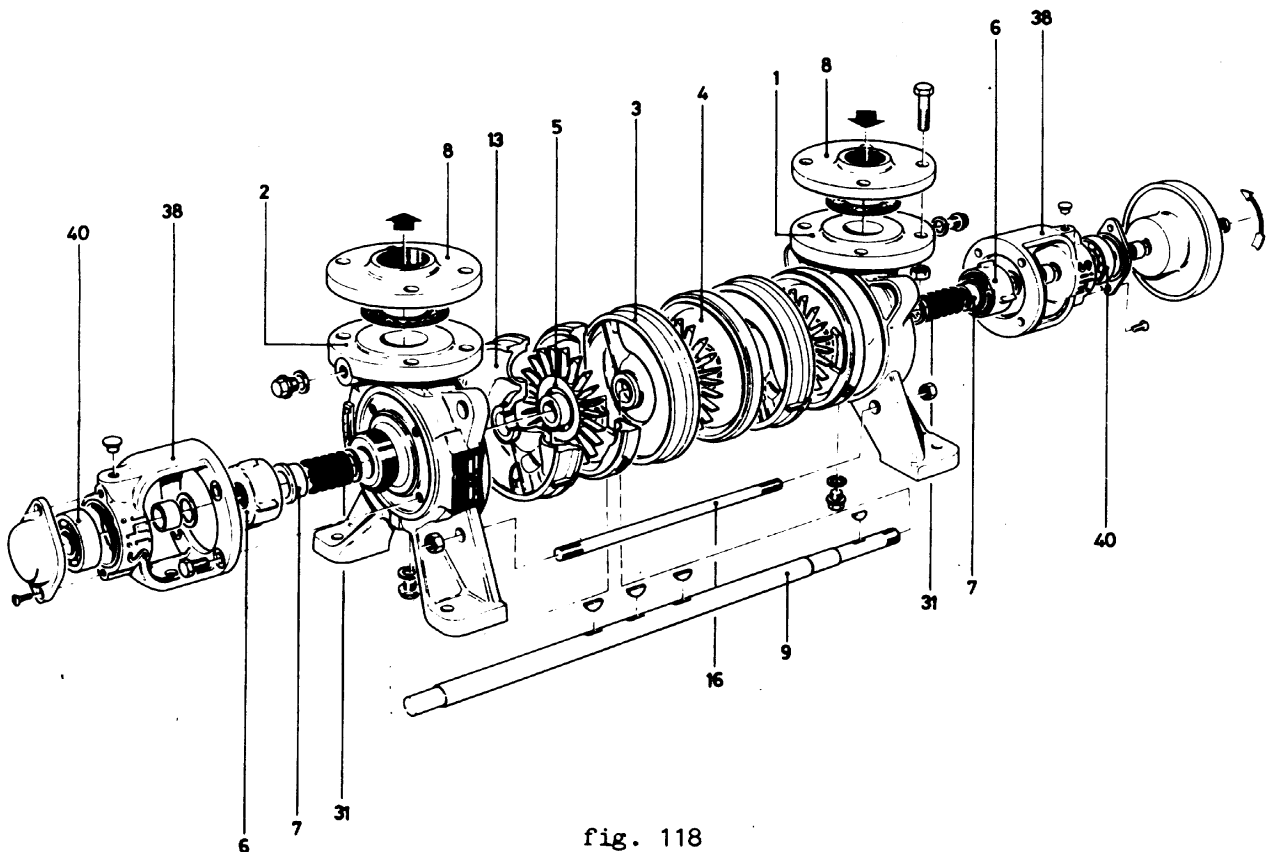


fig. 118

Enige toepassingen:

- * automatische watervoorziening;
- * koelwaterpomp voor dieselmotoren;
- * lens- en ballastpomp;
- * dieseloliepomp;
- * brandbluspomp.

5.8.3. Werking

In het persstussenstuk bevindt zich het omloopkanaal K. Bij het begin van dit omloopkanaal wordt de in de schoepcellen van het draaiende schoepenwiel aanwezige vloeistof in het omloopkanaal geslingerd, waardoor in de schoepcellen

onderdruk ontstaat. Door de zuigopening Z in het zuigtussenstuk wordt daardoor vloeistof of lucht of een mengsel ervan in deze schoepcellen gezogen. Het merendeel van de vloeistof wordt aan het einde van het omloopkanaal door de opening V naar de volgende pomptrap of het persdeksel gevoerd. Een klein gedeelte van de vloeistof stroomt evenwel verder door het compressiekanaal C. Dit compressiekanaal is een smalle, ondiepe voortzetting van het omloopkanaal. Daar de inhoud van het compressiekanaal - in draairichting gezien - geleidelijk kleiner wordt, wordt de vloeistof uit dit kanaal in de schoepcellen gedrongen. Hierdoor wordt de eventueel aanwezige lucht door de opening L naar de volgende pomptrap of het persdeksel geperst. Door de vorm van het omloopkanaal krijgt de vloeistof een secundaire stroming, die tezamen met de primaire stroming (in draairichting van de pomp) resulteert in een schroefvormige stroming met grote snelheid, die bij uitstroming uit de opening V wordt omgezet in druk, die vele malen groter is dan die van een centrifugaalpomp-waaijer van dezelfde diameter. Bij deze zelfaanzuigende pompen behoeft de zuigleiding niet vooraf met vloeistof te worden gevuld, waardoor een voetklep in de zuigleiding niet noodzakelijk is. Wel moet voor de eerste in bedrijfstelling de pomp zelf met vloeistof worden gevuld.

5.8.4. Capaciteit

De capaciteit is de hoeveelheid vloeistof, die per tijdseenheid door de persstomp van de pomp stroomt. De dimensies kunnen zijn L/min. of m³/t.

5.8.5. Opvoerhoogte

Onder opvoerhoogte van een pomp verstaat men het verschil in druk tussen de zuig- en de perszijde van de pomp. Dit verschil kan worden uitgedrukt in meters waterkolom (mwk), in welk geval gesproken wordt van manometrische opvoerhoogte (H.man), of in meters vloeistofkolom (m.vl.k.), waarbij gesproken wordt van totale opvoerhoogte (H.tot.). Het verband is: $H_{\text{man}} = H_{\text{tot}} \times j$, waarbij j het soortelijk gewicht van de vloeistof weergeeft. Bij centrifugaalpompen is de opvoerhoogte in meters vloeistofkolom niet afhankelijk van het soortelijk gewicht van de vloeistof. Een pomp die 100 liter water per minuut 20 meter hoog opvoert, zal onder gelijkblijvende bedrijfsomstandigheden en bij dezelfde viscositeit ook 100 liter benzine of kwik 20 meter hoog opvoeren.

5.8.6. Maximale zuighoogte

Veel moeilijkheden bij pompen worden veroorzaakt door een te grote zuighoogte.

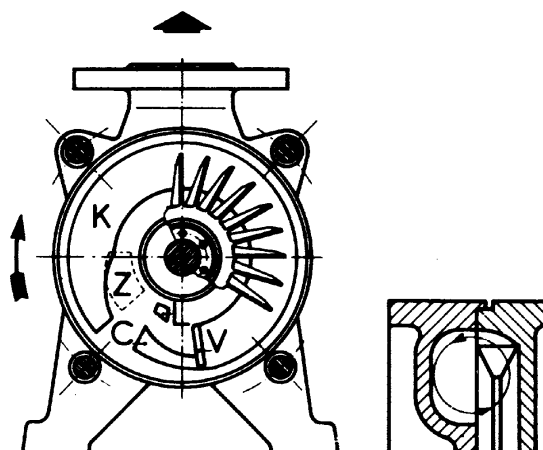


fig. 119

De zuighoogte van de pomp is beperkt. In de eerste plaats door de druk die op de vloeistofspiegel aan de zuigzijde staat. Het is namelijk deze druk die in feite de vloeistof in de zuigbuis omhoog perst. Is de te verpompen vloeistof bv. koud water en staat de vloeistofspiegel aan de zuigzijde onder atmosferische druk, dan zou bij een barometerstand van 760 mm kwikkolom de maximale zuighoogte 10,33 m kunnen bedragen. In werkelijkheid is deze evenwel aanzienlijk geringer, omdat een gedeelte van de beschikbare druk nodig is voor het overwinnen van de weerstand in de zuigleiding en de snelheidshoogte. Verder moet er aan de intrede van de waaier nog voldoende overdruk aanwezig zijn boven de dampspanning van de vloeistof. Zou dit namelijk niet het geval zijn, dan kunnen er in de vloeistof met damp gevulde, holle ruimten ontstaan, die bij toeneming van de druk in de waaier weer met geweld samen klappen, waardoor op het materiaal grote krachten worden uitgeoefend, die het materiaal ter plaatse na korte tijd volkomen vernielen (zgn. cavitatie). Bovendien loopt dan de capaciteit terug en slaat de pomp bij volledige dampvorming geheel af. De maximale zuighoogte, resp. de minimale toeloophoogte, van een pomp is afhankelijk van:

1. De druk op de vloeistofspiegel aan de zuigzijde. Dit betekent dat bij het zuigen uit een ruimte waarin onderdruk heerst, de maximale zuighoogte kleiner is dan wanneer de zuigspiegel onder atmosferische druk staat. Onder omstandigheden kan zelfs een zekere toeloophoogte noodzakelijk zijn, zoals bij het zuigen uit een condensor.
2. Het soortelijk gewicht van de vloeistof. Bij een klein soortelijk gewicht is de maximale zuighoogte groter, en omgekeerd. Is bij het verpompen van water de toelaatbare zuighoogte bv. 7 m, dan zal bij een vloeistof met een sg van 0,9 ongeveer bedragen: $7/0,9 = \text{ca. } 7,8 \text{ m}$
3. De weerstand van de zuigleiding. Hoe kleiner de weerstand in de zuigleiding is, des te groter kan de maximale zuighoogte zijn. Het verdient dus aanbeveling de doorlaat van een zuigleiding ruim te kiezen en het aantal bochten, wierbakken en afsluiters zoveel mogelijk te beperken.
4. De bij de temperatuur van de vloeistof behorende dampspanning. Dit betekent dat bij vluchtige vloeistoffen, zoals benzine, de maximaal toelaatbare zuighoogte belangrijk kleiner is dan bij water.

5.8.7. Pompkarakteristieken

Het verband tussen capaciteit, opvoerhoogte en krachtverbruik aan de pompas kan worden vastgelegd in een grafiek, de zgn. pompkarakteristiek.

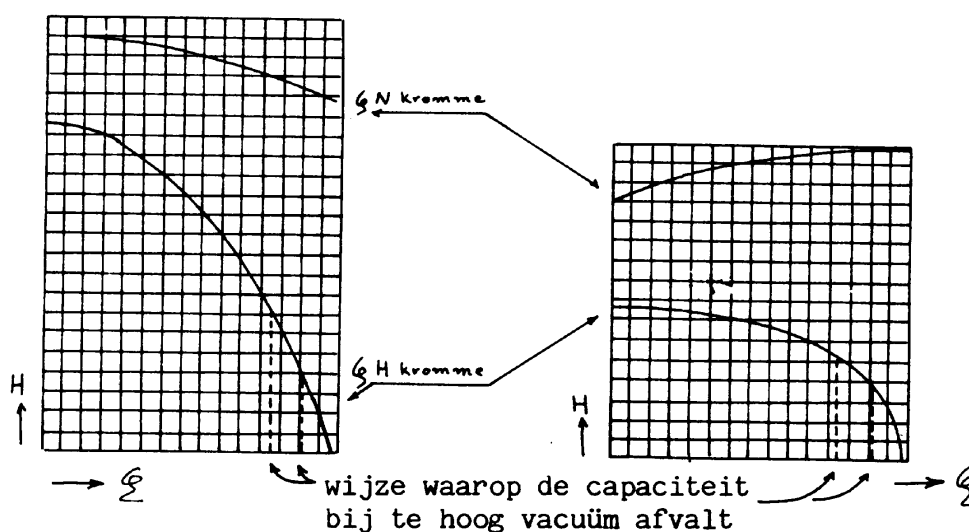


fig. 120

Pompkarakteristiek van een zelf-aanzuigende Sihi DA pomp bij constant toerental

Pompkarakteristiek van een niet-zelfaanzuigende Sihi Z pomp bij constant toerental

Op de horizontale as is de capaciteit uitgezet, op de verticale as de opvoerhoogte en het krachtverbruik. In elke grafiek is een tweetal kolommen opgenomen, waarvan er één het verband tussen de capaciteit en de opvoerhoogte (QH-kromme) en de andere het verband tussen capaciteit en krachtverbruik (QN-kromme). In beide grafieken is het bedrijfspunt bij maximaal rendement vastgelegd. Bij vergelijking van de grafieken van beide pomptypen valt het op dat bij de zelfaanzuigende zijkanaalpomp de opvoerhoogte zeer sterk toeneemt bij afnemende capaciteit. Dit in tegenstelling tot de niet-zelfaanzuigende pomp, waarbij de opvoerhoogte slechts weinig toeneemt. De zijkanaalpompen hebben dus een steile QH-kromme, hetgeen in vele gevallen een groot voordeel is, vooral daar waar de capaciteit slechts weinig mag veranderen bij wisselende druk (bv. bij hydrofoorinstallaties). Ook in de krachtverbruik-krommen van beide pomptypen is een opmerkelijk verschil. Bij afnemende capaciteit vermindert bij niet-zelfaanzuigende pompen ook het krachtverbruik, in tegenstelling tot de zelfaanzuigende zijkanaalpompen, waarbij het krachtverbruik juist toeneemt. Bij het bepalen van het motorvermogen voor een zijkanaalpomp moet dus worden nagegaan welke maximum druk tijdens het bedrijf kan optreden. Bij te grote zuighoogte zal de QH-kromme van rechts af gaan vallen, zoals dit met enkele stippellijnen is aangegeven. Zie "Maximale zuighoogte".

5.8.8. Toerental

In de capaciteitstabellen is het toerental vermeld, waarop de in de tabellen opgenomen waarden zijn gebaseerd. Bij verandering van het aantal omwentelingen van n_1 op n_2 , ondergaan de opbrengst Q , de opvoerhoogte H en het krachtverbruik N de volgende wijzigingen:

$$Q_2 = n_2/n_1 \times Q_1 \quad H_2 = (n_2^2/n_1) \times H_1 \quad N_2 = (n_2^3/n_1) \times N_1$$

De bovenstaande formules gelden met enig voorbehoud, aangezien deze wijze van omrekening niet toegepast kan worden bij te grote toerenvariëaties. Bij grote toerenvariëaties is het aan te bevelen contact op te nemen met de fabrikant van de pomp (Sihi Beverwijk, 02150 - 29021). Om na te gaan wat er gaat gebeuren volgt er een voorbeeld: Stel een Thornycroft 90 (BMC motor gemonteerd o.a. in Austin) dieselmotor moet van koelwater voorzien worden.

Nu het kiezen van de pomp. Als koelwaterpomp aan boord van schepen worden Sihi zelfaanzuigende DA-pompen zeer veel gebruikt. Scheepsmotoren hebben doorgaans een variabel toerental en aan de koelwaterpompen voor deze motoren wordt de eis gesteld, dat zij ook bij het laagste toerental nog voldoende capaciteit en opvoerhoogte hebben. De DA-pomp heeft een zeer steile karakteristiek, wat bij deze toepassing zeer welkom is. Een ander punt welke nog belicht moet worden is de totale opvoerhoogte (zuighoogte + pershoogte + drukverlies in de leidingen). Het is duidelijk dat een nauw en bochtig leidingstelsel veel verlies zal geven. Het verdient dus aanbeveling de leidingen ruim te houden en plotselinge vernauwingen te voorkomen, bochten met een grote straal, afgeronde T-stukken en schuifafsluiters toe te passen. De weerstand van een leiding is evenredig met het kwadraat van de hoeveelheid doorstromende vloeistof. Als de hoeveelheid bv. 2x zo groot wordt, wordt de weerstand het 4-voudige.

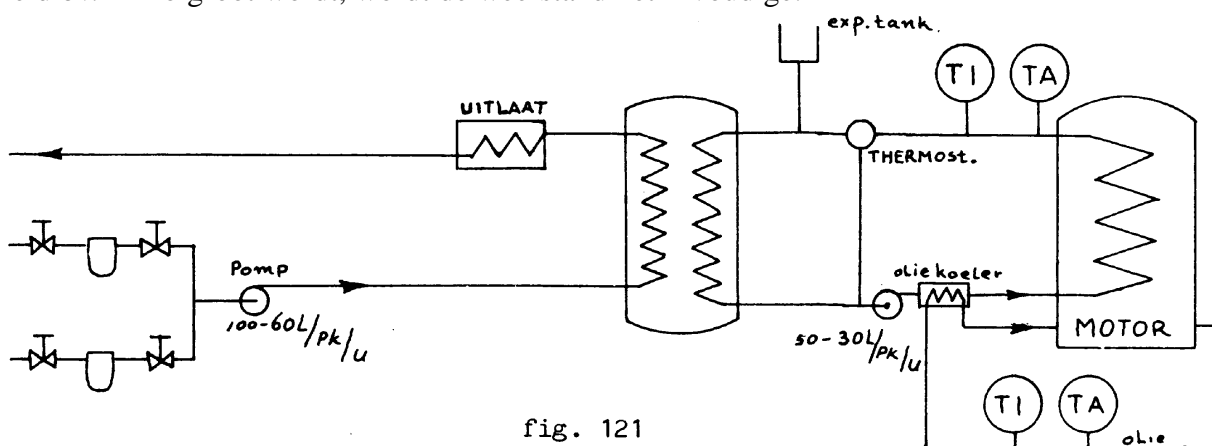


fig. 121

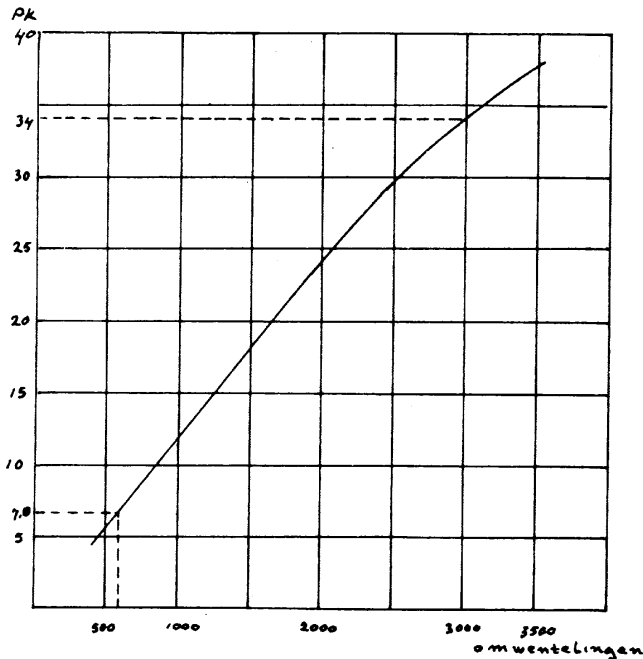


fig. 122

Het toerenbereik van de motor is ingesteld van 600 tot 3000 omw./min. Het blijkt uit de vermogensgrafiek dat de motor dan een vermogen kan ontwikkelen van 7 tot 34 pk.

Een vuistregel zegt dat een dieselmotor 30 liter water van 25° per pk per uur nodig heeft. Voor het open gedeelte hebben we 60 liter per pk per uur nodig. Dit houdt in bij 600 omw:

7 x 30 = 210 liter per uur;

Bij 3000 omw:

34 x 30 = 1020 liter per uur.

De opbrengst van de pompen wordt in de verzamelgrafieken aangegeven in l/min.

Bij 600 dus: $\frac{7 \times 30}{60} = 3,5$ l/min;

bij 3000: $\frac{34 \times 30}{60} = 17$ l/min

Het maximale toerental van een zijkanaal-pomp (DA) is 1800 omw. Er zal dus door middel van V-snaar schijven een reductie gerealiseerd moeten worden vanaf de kruk-as. In ons geval is de reductie:

$\frac{3000}{1800} = 1,66$. Bij 600 omw. van de krukas maakt de pomp $\frac{1800 \times 600}{3000} = 360$ omw.

Hierbij hebben we nodig 3,5 l water per minuut. Daar de opbrengst in de verzamelgrafieken aangegeven wordt bij 1425 omw., moeten we dit nog omrekenen:

$3,5 = \frac{n_2}{n_1} \times Q \quad \frac{360}{1425} \times X = 3,5 \quad X = \frac{1425}{360} \times 3,5 = 13,85$ l, afgerond 15 l.

In onderstaande grafiek kijken we dan bij 15 liter:

Opbrengst in l/min				5		10		15		25		40	
Model	Buis-aansl	Flen-zen	Omw/min.	m	pk	m	pk	m	pk	m	pk	m	pk
DA 1110	1"	o/r	1425	19	0,3	17	0,27	15	0,25	9	0,2	-	-
DA 1120	1"	o/r	1425	38	0,5	34	0,45	30	0,4	18	0,3	-	-
DA 1130	1"	r	1425	56	0,8	50	0,73	44	0,65	27	0,5	-	-
DA 1140	1"	r	1425	74	1,1	67	1	59	0,9	36	0,7	-	-
DA 1210	1"	o/r	1425	-	-	22	0,44	20	0,4	16	0,35	8	0,25
DA 1220	1"	o/r	1425	-	-	41	0,75	38	0,7	29	0,58	15	0,4
DA 1230	1"	r	1425	-	-	60	1,1	55	1	43	0,85	22	0,6
DA 1240	1"	r	1425	-	-	79	1,4	73	1,3	57	1,1	29	0,8

en vinden dan bij de pomp DA 1110 een opvoerhoogte van 15 m.

Nu controleren we nog even of we bij 3000 omw. voldoende hebben:

$Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \times Q_1 \quad Q_2 = \frac{1800}{1425} \times 15 = 19$ l; we hadden nodig 17 liter, zodat dit dus voldoende is.

De opvoerhoogte bij 360 toeren is: $H_2 = \frac{360}{1425}^2 \times 15 = 0,96$ m

De opvoerhoogte bij 1800 toeren is: $H_2 = \frac{1800}{1425}^2 \times 15 = 24$ m

Het blijkt dus dat de opvoerhoogte bij 600 krukas omw/min. nog geen meter water is. Bij de DA 1120 is deze bij dezelfde omstandigheden 1,8 m. Bij toepassing van deze pomp in het gesloten gedeelte van het koelsysteem is het dus zaak dat alle leidingen, afsluiters en warmtewisselaar een lage weerstand hebben.

In de praktijk zal de weerstand van het leidingensysteem bepalend zijn voor de opvoerhoogte, waardoor de opbrengst van de pomp in liters per minuut vast ligt. Het zal dus voor ieder duidelijk zijn dat de bepaling van de toe te passen pomp specialistenwerk is, wat bij voorkeur aan de fabrikant van de pomp overgelaten moet worden.

5.8.9. Capaciteitsregeling

De opbrengst van een pomp kan op verschillende manieren worden geregeld, nl:

- a. door toerenregeling;
- b. met behulp van een afsluiter in de persleiding;
- c. met behulp van een omloopafsluiter tussen de pers- en de zuigleiding.

De eerstgenoemde methode is de meest economische, doch vereist een aandrijfmachine met een regelbaar toerental, zoals een stoommachine, verbrandingsmotor, regelbare electromotor, turbine of toepassing van een vrij kostbare toerenvariator. Op welke wijze opbrengst, opvoerhoogte en krachtverbruik veranderen bij wijziging van het toerental werd hiervoor reeds besproken. Aangezien het merendeel van de pompen direct wordt gekoppeld aan een draaistroommotor met constant toerental, moet hiervoor noodgedwongen worden overgegaan tot één van de onder b en c genoemde methoden, die echter beide met met energieverlies gepaard gaan. Regeling van de opbrengst met behulp van een afsluiter in de persleiding betekent het vergroten van de weerstand in de persleiding, waardoor de opvoerhoogte toeneemt, hetgeen een kleinere opbrengst tot gevolg heeft. Deze regeling kan worden toegepast bij de niet-zelfaanzuigende pompen, en bv. de zelfaanzuigende ZA(I)-pompen, waarbij krachtverbruik daalt bij de afnemende opbrengst. Bij de zelfaanzuigende zijkanaalpompen is deze wijze van regeling niet gewenst, aangezien bij dit type pomp het krachtverbruik stijgt bij afnemende capaciteit. In dit geval verdient sapaciteitsregeling met behulp van een omloopafsluiter tussen de pers- en zuigleiding, zoals in de schetsen is aangegeven, de voorkeur. Is door omstandigheden bij een zijkanaal-pomp regeling met een afsluiter in de persleiding toch noodzakelijk en is het motorvermogen zodanig, dat gevaar voor overbelasting bestaat, dan is het noodzakelijk direct achter de pomp in de persleiding een overstroomklep, d.i. een veerbelaste veiligheid, aan te brengen, die op de gewenste druk is afgesteld. De uitlaat van deze klep kan op de zuigleiding worden aangesloten of op een afzonderlijke afvoerleiding (zie schetsen). In het eerste geval moet de overstroomklep zodanig geconstrueerd zijn, dat geen lucht langs de veerspan-inrichting naar binnen kan lekken. Bij de keuze van het type klep moet er op worden gelet, dat de veer karakteristiek zodanig is, dat bij het openen van de klep de veerspanning slechts weinig toeneemt. Een pomp mag niet te lang bij gesloten persafsluiter draaien, aangezien de vloeistof in de pomp dan warm wordt en de dampspanning van de vloeistof de absolute druk aan de zuigzijde kan bereiken, waardoor de pomp afslaat. Bij aansluiting van de uitlaat van de overstroomklep op de zuigleiding zal weliswaar enige circulatie ontstaan, doch steeds van dezelfde vloeistof, zodat ook hierbij hetzelfde gevaar kan optreden. Regeling van de opbrengst met behulp van een afsluiter in de zuigleiding mag nimmer worden toegepast. Bij een dergelijke regeling zou de zuighoogte nl. te groot kunnen worden, waardoor cavitatie zou optreden en daarmee dus vernieling van de pomp.

5.8.10. Storingen

Pomp geeft geen of niet voldoende water. De oorzaak kan zijn:

- a. Pomp en zuigleiding zijn niet gevuld (bij niet-zelfaanzuigende pomp);
- b. Pomp is niet gevuld (bij zelfaanzuigende pomp);
- c. Aantal omwentelingen te gering;
- d. Draairichting verkeerd;
- e. Zuigleiding lek;

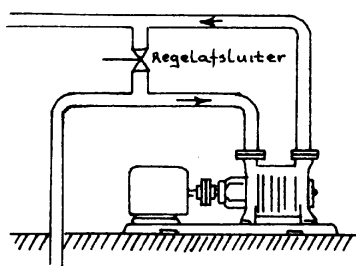
- f. Onderkant zuigpijp komt gedeeltelijk boven water of steekt te weinig in het water, waardoor lucht via een draaikolkje naar binnen gezogen kan worden; er moet rekening mee gehouden worden, dat niet de waterspiegel bij stilstand van de pomp bepalend is, doch het waterniveau wanneer de pomp loopt, waarbij verlaging van dit niveau optreedt;
- g. Luchtlekken langs de as in de pakkingbus (waterslot niet voldoende)
- h. Het opgepompte water is gashoudend. Een niet-zelfaanzuigende pomp slaat hierdoor af; de capaciteit van een zelfaanzuigende pomp loopt meer of minder terug;
- i. Luchtzakken in de zuigleiding (bij niet-zelfaanzuigende pompen)
- j. Zuighoogte te groot of ? bv. bij heet water ? toeloophoogte te gering;
- k. Weerstand in de zuigleiding te groot, bv. door een verstopte zuigkorf of een voetklep, die blijft hangen;
- l. Weerstand in de persleiding of tegendruk te groot;
- m. De viscositeit van de te verpompen vloeistof is te groot;
- n. Vervuiling van de pomp, bv. waaier verstopt;
- o. Slijtage van de pomp.

Krachtverbruik te hoog. De oorzaak kan zijn:

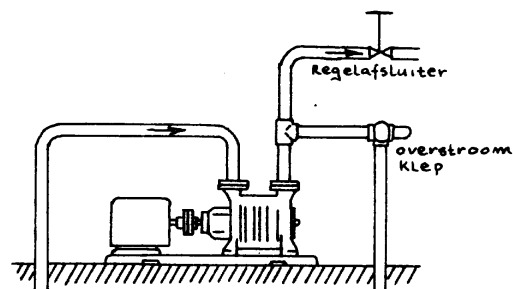
- a. Aantal omwentelingen te groot;
- b. De opvoerhoogte is groter dan werd geprojecteerd (bij zelfaanzuigende zijkanaalpompen);
- c. Opvoerhoogte kleiner dan geprojecteerd (bij alle pompen, behalve zelfaanzuigende zijkanaalpompen);
- d. Mechanische fouten, bv. pakkingbusmoer of gland te stijf aangehaald;
- e. De viscositeit en/of het soort, gewicht van de te verpompen vloeistof is te groot;
- f. Pomp niet goed opgesteld op fundatie of in leidingsysteem.

Overbelasting van een elektromotor kan ook worden veroorzaakt door onderspanning aan de motorklemmen of door het uitvallen van een fase.

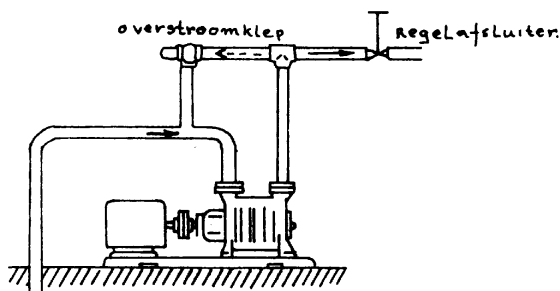
Regelingsmogelijkheden bij zelfaanzuigende pompen (zie vorige pagina)



Met omloopafsluiter tussen de pers- en zuigleiding



Met overstroomklep en afzonderlijke afvoerleiding



Met overstroomklep tussen de pers- en zuigleiding

fig. 123

6. ELEKTRICITEIT

6.1 INLEIDING

De toepassingen van de elektriciteit zijn tegenwoordig dermate in de samenleving doorgedrongen, dat men zich het leven niet meer zonder deze toepassingen zou kunnen voorstellen. Waar men zich ook bevindt, in huis, op school in bedrijf of op kantoor, en op onze wachtschepen, overal treft men elektrische leidingen, verlichting en apparatuur aan. Het is volkomen begrijpelijk, dat men zich daarbij niet steeds bewust is van de gevaren, welke schuilen in een onoordeelkundige toepassing van, en foutieve handelingen met deze, ons toch zo vertrouwde materie. Dit geldt natuurlijk in het bijzonder voor de leek, maar toch ook voor de vakman, die soms al te gauw geneigd is door een zekere sleur of achteloosheid te veel risico te nemen en dan een fout te maken. De installatievoorschriften, waarvan een belangrijk deel hierna wordt behandeld, hebben dan ook als eerste doelstelling te komen tot een zodanige inrichting van elektrische installaties en apparatuur aan boord van wachtschepen, dat de daaraan verbonden gevaren zoveel mogelijk worden vermeden. Als tweede doelstelling wordt er bij het opstellen naar gestreefd een zo doelmatig universeel en efficiënt mogelijke toepassing en bediening van de installaties te verzekeren.

Samenvattend kan als doel van de installatievoorschriften worden gesteld:

- a. Het voorkomen van levensgevaar
- b. Het voorkomen van brandgevaar
- c. Het bevorderen van een goede en doelmatige elektriciteitsvoorziening.

Bescherming tegen levensgevaar en gevaar voor lichamelijk letsel wordt als de voornaamste doelstelling van veiligheidsvoorschriften beschouwd. Omdat vrijwel iedereen voortdurend met elektriciteit te maken heeft, is een veilige gang van zaken van een bijzonder belang.

6.2 DE INVLOED VAN ELEKTRISCHE STROOM OP HET MENSELIJK LICHAAM

De verschijnselen, welke zich in het menselijk lichaam voordoen wanneer dit wordt blootgesteld aan elektrische stromen, kunnen we principieel in drie verschillende soorten onderscheiden, welke elk voor zich en onafhankelijk van elkaar een schadelijk werking op de gezondheid kunnen hebben.

De verschijnselen zijn:

- a. samentrekken van de spieren
- b. warmte ontwikkeling en elektrochemische werking in het weefsel
- c. de schok

De beide eerstgenoemde factoren blijken sterk afhankelijk te zijn van de stroom sterkte, maar ook van de stroomsoort, wissel of gelijkstroom, waarbij ook de frequentie een rol speelt, de tijdsduur van de stroom en de weg, die de stroom neemt door het lichaam. Uit onderzoekingen, waarvan de resultaten vrij aardig met elkaar overeenstemmen is gebleken, dat voor wisselstroom van 50 tot 60 Hertz de gevaarlijke stroomsterkten het laagst blijken te liggen. Met andere woorden: de bijna overal meest gebruikte stroomsoort is uit het oogpunt van levensgevaar het ongunstigste! Hoewel bij vele personen de waarnemingsgrens lager ligt, kan 1 mA toch in ieder geval als een ongevaarlijke stroomsterkte worden beschouwd. I.aten we de stroom verder toenemen, dan gaat het tintelend effect over in spiersamentrekking, eerst licht, later sterker en gepaard gaande met kramp. Bij ongeveer 4 mA begint pijn op te treden, en daarboven wordt de spiersamentrekking zodanig, dat een proefpersoon steeds meer moeite heeft om een elektrode welke hij met de hand omvat heeft, los te laten.

Proeven omtrent de stroomsterkte, waarbij men in zo'n geval nog net los kan laten (de zg. let go

current) hebben uitgemaakt dat deze voor volwassen mannelijke personen gemiddeld bij 15 mA ligt, waarbij grenswaarden gevonden werden van 8,5 tot 22 mA.

Vrouwelijk personen hebben een gemiddelde dat bij 2/3 ligt, dus 10 mA. In de praktijk is verder nog gebleken dat kinderen en jonge volwassenen een grotere gevoeligheid bezitten dan volwassenen van middelbare leeftijd. 20 tot 30 mA leidt tot bewusteloosheid en levensgevaar treedt op bij stromen van 50 tot 80 mA.

We hebben reeds gezien dat stroomdoorgang door spieren kramp veroorzaakt, wat levensgevaarlijk is in de borstholte. Bij het merendeel van de ongevallen passeert de stroom door de borstholte.

Het hart kan op twee manieren op de stroom reageren:

a. door het geheel tot stilstand te komen

b. doordat het ritme van de delen van de hartspier wordt verstoord, waardoor de pompbeweging ophoudt en volkomen asynchroon gaat werken, waardoor de bloedsomloop ophoudt. Deze toestand wordt hartfibrillatie genoemd.

Uitwendig zijn deze toestanden vrijwel niet van elkaar te onderscheiden zonder hulp van een zg. elektrocardiogram. Wanneer een dergelijk ongeval zich voordoet is het van het grootste belang, dat onmiddellijk begonnen wordt met kunstmatige ademhaling, zonodig gecombineerd met hartmassage. Dit kan soms na uren nog tot resultaat leiden. Men moet hiermee dus niet ophouden, tenzij door een arts de dood is geconstateerd. Beïnvloeding van de ademhaling treedt reeds bij lagere stroomsterkten op dan die, welke gevaar voor het hart opleveren. Bij stromen boven 25 mA kunnen door samentrekking van de borstspier reeds ademhalingsmoeilijkheden ontstaan. Zij leiden vaak tot bewusteloosheid, vooral wanneer het lichaam iets langer (enige minuten) aan de stroom is blootgesteld, maar direct dodelijk zijn ze in het algemeen niet. Ook in deze gevallen is kunstmatige ademhaling natuurlijk het aangewezen middel om de patiënt weer tot bewustzijn te brengen, hetgeen hierbij meestal wel lukt. Aangezien de leek op medisch gebied, niet kan vaststellen wat het slachtoffer mankeert, is het goed er nogmaals op te wijzen, dat bij een slachtoffer van een ongeval door elektriciteit in geval van buiten bewustzijn raken

ONMIDDELLIJK EN ZONDER UITSTEL MET KUNSTMATIGE ADEMHALING MOET WORDEN BEGONNEN!!!!!!!!!!!!

Deze moet worden voortgezet totdat de levensgeesten weer terugkeren en mag zelfs niet worden onderbroken voor vervoer e.d. Pas op het moment dat de arts constateert dat het niet meer nodig is, mag er mee worden gestopt.

6 3 BRANDGEVAAR DOOR ELEKTRICITEIT

Brand wordt veroorzaakt door temperatuurverhogingen, welke meestal ontstaan als gevolg van warmteontwikkelingen in een deel van het elektrische systeem wat stroom voert. Er zijn enkele mogelijkheden van warmte ontwikkeling door elektriciteit, nl:

- * een weerstand welke stroom voert
- * warmteontwikkeling door diëlektrische verliezen
- * warmteontwikkeling door hysteresis verliezen
- * warmteontwikkeling door wervelstroom verliezen

De laatste drie gevallen treden alleen op bij wisselstroom: diëlektrische verliezen in een wisselend elektrostatisch veld zoals bv. in een condensator; de hysteresis verliezen in een wisselend magnetisch veld en wel voornamelijk bij ijzerkernen (transformatoren, motoren, e.d.) terwijl de wervelstroom verliezen zowel in ijzerkernen als in andere metalen of geleidende materialen kunnen ontstaan, nl. door inductie in een wisselend magnetisch veld. De wervelstromen vormen strikt genomen geen aparte categorie van warmteontwikkeling, aangezien in dit geval de warmte ook ontstaat door de weerstand

van de materialen waarin de wervelstromen worden opgewekt, zodat dit dus tot het eerst genoemde geval is terug te brengen. Van deze factoren welke warmte veroorzaken is de invloed van de stroomsterkte het grootst daar de invloed op de afgegeven warmte kwadratisch is.

De volgende onderwerpen kunnen brandgevaar in elektrische installaties veroorzaken:

- a. overbelasting van leidingen, schakelaars, motoren, toestellen enz. Dit zijn in het algemeen gevallen, waarbij de overmatige warmteontwikkeling ontstaat door te grote waarden van de stroomsterkte I , terwijl de waarden van R (weerstand) klein blijven. Aangezien de hoeveelheid ontwikkelde warmte kwadratisch van de stroomsterkte afhangt, geeft bv. een dubbele stroomsterkte een viervoudige warmteontwikkeling en daarmee dus uiteindelijk een viervoudige temperatuurverhoging.
- b. slechte verbindingen van leidingen onderling of met andere onderdelen der installatie en verder bv. ook in stopcontacten, contacten van schakelaars, veiligheden of toestellen. Hierbij is de stroom I doorgaans normaal, maar plaatselijk treed een verhoogde waarde van de weerstand (R) op waardoor sterke warmteontwikkeling kan ontstaan. Als gevolg van deze warmteontwikkeling treedt vaak oxydatie op de contactplaats op, waardoor de weerstand stijgt en de temperatuur dus nog verder oploopt. In een later stadium kan het contact aarzelend worden en er treedt vorming van vonken en zelfs van vlambogen op.
- c. slechte isolatie?toestanden. Deze kunnen foutstromen veroorzaken tussen de geleiders van het net onderling of van een geleider tegen een geaard gestel. Slechte isolatie is zeer gevaarlijk aan boord i.v.m. het zeer goede aardcontact van de metalen delen van het schip. Wanneer nu de isolatie?weerstand door een bepaalde oorzaak plaatselijk daalt tot enkele tienduizenden ohm begint de warmteontwikkeling merkbaar te worden. In zo'n geval kan door een beperkte plaatselijke temperatuurstijging de isolatie verder in waarde achteruitgaan, m.a.w. de weerstand (R) daalt, de warmteontwikkeling neemt toe, met als gevolg een hogere temperatuur, enz. In vele gevallen ontstaat hierbij tenslotte een zodanige kortsluitstroom dat de beveiliging voor de betrokken groep van de installatie afschakelt, maar ook doen zich gevallen voor, waarin de daling van de isolatieweerstand langzamer gaat en de stroom lange tijd ver beneden de waarde blijft, waarop de beveiliging kan reageren.

In zulke gevallen treed sterke oververhitting op en kan brand het gevolg zijn.

6.4 AARDLEKSCHAKELAARS

(25 tot 160 A iFN 30 mA en 0,5 A.)

Bescherming tegen gevaarlijke aanraakbare spanningen.

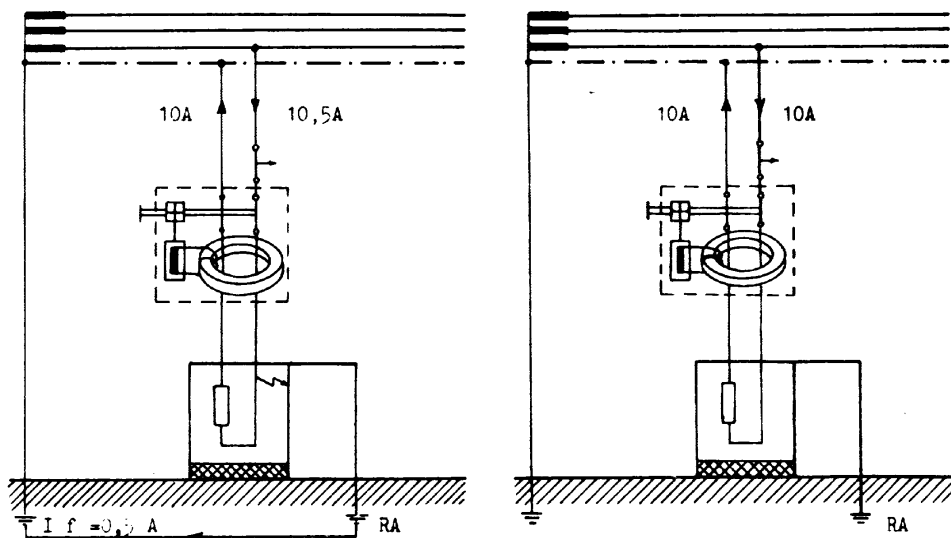
6.4.1. Toepassingsgebied.

Aardlekschakelaars worden, op grond van hun voordelen in vergelijking met de andere beschermende maatregelen tegen te hoge aanraakbare spanningen, in steeds grotere omvang toegepast. Ze zijn in het bijzonder geschikt voor bescherming in zeer gevaarlijke installaties en bij installaties, waarmee ruw omgegaan wordt.

De aardlekschakelaar reageert op elke aardlekstroom, die de grootte van de nominale lekstroom bereikt. Daarbij maakt het geen verschil uit of de aardsluiting of de isolatiefout al dan niet resulteert in een gevaarlijke aanraakbare spanning. De schakelaar beschermt dus niet alleen tegen aanraakbare spanningen, maar ook tegen brandgevaarlijke lekstroom. De aardlekschakelaar is de enige van de vergelijkbare beschermingsmaatregelen, die deze extra zekerheid biedt. Hij kan gebruikt worden in alle netten met geaard sterpunt.

6.4.2 Werking van de aardlekschakelaar.

Het principe van de schakelaar berust erop, dat bij een aardlekstroom de betrokken stroomkring door een schakelaar uitgeschakeld wordt. De aardlekschakelaar is opgebouwd uit een trafo, een schakelaar en een schakelslot. Alle stroomleidingen zijn door de trafo gevoerd, dus ook de nulleider. De trafo bewaakt de installatie. In een ongestoorde installatie is de som der stromen gelijk aan nul (Wet van Kirchhoff). Bij een aardlek wordt dit evenwicht verstoord. De trafo wordt bekrachtigd; in de secundaire wikkeling wordt een spanning opgewekt. De schakelaar zorgt nu voor de uitschakeling.



In geval van een isolatiefout vloeit een lekstroom I_F via de aardleiding terug naar het sterpunt van de trafo.

fig. 124

Aardlekschakelaar in een niet gestoorde installatie. De via de fase aangevoerde stroom vloeit met volle sterkte door de nulleider terug.

Stroomsterktegebied I

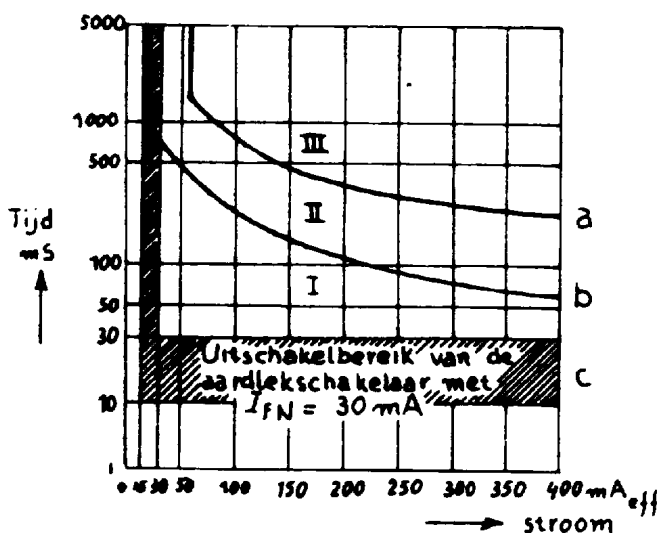
Geen invloed op het ritme van de hartslag en het zenuwstelsel.

Stroomsterktegebied II

Nog verdraagbare stroomsterkte, boven ca. 50 mA bewusteloosheid.

Stroomsterktegebied III

Bewusteloosheid, fibrilleren van hartkamer, d.w.z. levensgevaar.



6.4.3. Nominale lekstroom en aardweerstand.

De kleinste stroom, waarbij de schakelaar beslist uit moet schakelen, is de nominale lekstroom. Wanneer de aardlekstroom groter wordt dan de nominale lekstroom, schakelt de aardlekschakelaar uit. Bij de aardlekschakelaar worden alle apparaten geaard. De maximale aardweerstand wordt onn_{Pnm} NRN 1010 volgens de volgende formule berekend:

$$R_a = U_B / I_{FN}$$

R_a max. aardweerstand

U_B max. toelaatbare aanraakbare spanning

I_{FN} nominale lekstroom van de aardlekschakelaar

Bij de apparaten met een nominale lekstroom van 0,5 A moeten de aardweerstand zijn:

R_a max. bij:

I_{FN}	U_B max. 42V	U_B max. 24V
A	(Ohm)	(Ohm)

 0,5 84 48

Aardlekschakelaar met nominale lekstroom I_{FN} 30 mA. De aardlekschakelaar met I_{FN} 30 mA schakelt niet alleen uit bij gevaarlijke aanraakbare spanningen aan een geaard apparaat, hij biedt bovendien vérgaande bescherming bij het per ongeluk aanraken van onder spanning staande delen. Dat kan het geval zijn bij het aanraken van een apparaat met een isolatiefout of bij het aanraken van een apparaat dat onder gevaarlijke spanning staat omdat fase en aarde met elkaar verwisseld zijn (doe?het?zelf?methode), of bij het aanraken van normaal spanning dragende delen, die ten gevolge van een beschadiging aan de isolatie toegankelijk zijn geworden. In al die gevallen vloeit stroom door het lichaam naar de aarde. Dit kan leiden tot noodlottige gevolgen, als de stroom niet tijdig uitgeschakeld wordt.

Wij ontlenen de volgende gegevens aan de resultaten van recente medische onderzoek:

Met betrekking tot de inwerking van elektrische stroom op het menselijk lichaam kan men, afhankelijk van de inwerkingsduur, verschillende stroomsterktegebieden onderscheiden. Het diagram (vorige pagina) toont deze gebieden. De lijn a vormt de grens tussen het stroomsterktegebied II en het dodelijke stroomsterktegebied III. Bij het nemen van beschermende maatregelen tegen te hoge aanraakbare spanningen komt het er dus op aan, het betreden van het stroomsterktegebied II te verhinderen, m.a.w. een gevaarlijke stroom, die door het menselijk lichaam vloeit, tijdig uit te schakelen.

De lijn c geeft het niveau aan, waarop de schakelaar in werking treedt. Volgens de KEMA?keurschriften schakelt de schakelaar uit tussen $0,5 \times I_{FN}$ en $1 \times I_{FN}$, d.w.z. tussen

15 en 30 mA. De lijn c ligt derhalve voor het grootste gedeelte in het volkomen ongevaarlijke stroomsterktegebied I, dus ver onder gebied III. Alleen in het volgens KEMA toegelaten lekbereik (in het diagram gearceerd) wordt het stroomsterktegebied II aan de onderste grens geraakt ? echter vér verwijderd van het gevaarlijke stroomsterktegebied III. De aardlekschakelaar met I_{FN} 30 mA is dus niet alleen een apparaat met een nieuwe nominale lekstroom, maar breidt het beschermend vermogen van de aardlekschakelaar aanzienlijk uit. De nieuwe aardlekschakelaar biedt volgens de meest recente medische inzichten ook bij per ongeluk aanraken van normaal spanning dragende delen vergaande bescherming. Een ander voordeel van de aardlekschakelaar met I_{FN} 30 mA zijn de aanzienlijk grotere toelaatbare aardings weerstanden.

Deze mogen bedragen:

1400 ohm bij $U_B = 42 \text{ V}$ 800 ohm bij $U_B = 24 \text{ V}$

De aardingsweerstand kan bij de 30 mA schakelaar dus aanzienlijk groter zijn dan bij de tot nu toe gebruikelijke schakelaars. Deze aardingsweerstand kunnen bereikt worden met nog minder kosten dan tot dusver ? zelfs bij ongunstige bodem?omstandigheden. Ook in rotsachtig terrein, c.q. in gebieden met een diepliggende grondwaterspiegel is het handhaven van de genoemde maximaal toelaatbare aardingsweerstand geen probleem.

Aardlekschakelaars voor selectieve uitschakeling. Bij aardlekschakelaars was het tot nu toe niet mogelijk deze in serie te schakelen teneinde een selectieve uitschakeling te bereiken. Dat leidde tot moeilijkheden, als b.v. een hoofdverdeling, de daarbij horende onderverdelingen en de daartussen liggende delen van de installatie opgenomen moesten worden in de aardlekschakelaar. Om bij serieschakeling van aardlekschakelaars selectiviteit te bereiken, staan nu aardlekschakelaars met een nominale stroomsterkte van 100 en 160 A met I_{FN} 1 A ter beschikking, die t.o.v. de normale aardlekschakelaars met 30 mA en 0,5 A een uitschakelvertraging bezitten. De vertraging is zodanig dat de vereiste uitschakeltijd van 0,2 sec. niet wordt overschreden.

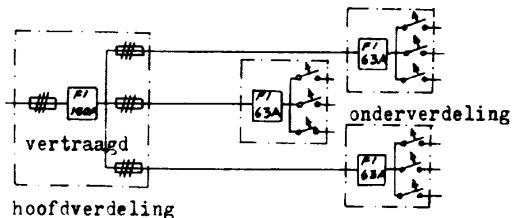


fig. 126

Door toepassing van de aardlekschakelaar voor selectieve uitschakeling bereikt men een aanzienlijk uitbreiding van de toepassingsmogelijkheden van de aardlekschakelaar. Deze apparaten zijn vooral geschikt voor toepassing in wijdvertakte, gedecentraliseerde installaties, bv in fabrieken, laboratoria, enz.

Uitschakelvermogen van de aardlek schakelaar bij nominale spanning:

Nominale stroom van de schakelaar	25/30,	63,	100 en	160 A
uitschakelvermogen	1500,	2000,	3500 en	40000 A.

Dit uitschakelvermogen garandeert, dat ook bij kortsluiting en gelijktijdige aardsluiting met een kortsluitkarakter de uitschakeling perfect verloopt. Aardlekschakelaars staan in dienst van de veiligheid. Ze mogen daarom onder geen enkele omstandigheid falen. Daarom hebben de aardlekschakelaars contacten, die niet kunnen vastlassen; bovendien hebben ze een hoge mechanische levensduur. Er kunnen bij nominale belasting 20.000 schakelingen mee verricht worden. Deze aardlekschakelaars zijn dus geschikt voor in- en uitschakelen van stroomkringen in vol bedrijf.

6.4.4 Waarop moet bij de installatie gelet worden?

Er is niet veel waarop u moet letten. De schakelaar wordt gewoon in de installatie gemonteerd. Alle fase- en nulleidingen, maar ook de nulleider, moeten door de schakelaar worden geleid, omdat deze anders bij elke inschakeling van een verbruiker uitschakelt. Wordt een vierpolige schakelaar slechts tweepolig gebruikt, dan dient de aansluiting plaats te vinden aan de klemmen R/U en S/V. De nulleider mag na de schakelaar nergens verbinding met de aarde hebben. Anders zou de schakelaar wegens het door de aarde vloeiende deel van de nulleider stroom die immers voor de schakelaar als een aardsluitstroom werkt voortdurend uitschakelen. Als een aardlekschakelaar in een nieuwe installatie regelmatig uitschakelt, dan kan onder andere ofwel de faseleider of de nulleider ergens aardsluiting maken. In zo'n geval dient daarom ook de isolatie van alle leidingen tegen aarde gecontroleerd te worden. Ter bescherming van de schakelaar tegen kortsluiting dienen veiligheidsmaatregelen te worden genomen in het algemeen voor de schakelaars. Ze kunnen echter ook na de schakelaars gemonteerd worden, als er geen rekening gehouden hoeft te worden met kortsluiting tussen de schakelaars en deze veiligheidsmaatregelen.

Maximale nominale stroomsterkte van de veiligheden.

Nom. stroom van de schakelaar	Maximaal D: (snel) A	toelaatbare TDz traag) A	veiligheid NH (R 1240) A
25	50	35	50
40	63	50`	63
63	100	80	100
100	?	100	125
160	?	?	160

Installatieautomaten (L of H karakteristiek) bieden eveneens bescherming tegen kortsluiting. De aardlekschakelaar kan toegepast worden in alle netten met geaard sterpunt. Omdat de schakelaar onder alle omstandigheden toegepast kan worden, biedt hij een ideale bescherming in verplaatsbare installaties b.v. op bouwwerken.

6.4.5. Aarding.

De te beschermen apparaten en het aardingscontact van de contactdozen worden geaard. Daarvoor kan de dichtstbijzijnde aardleiding gebruikt worden. Eventuele moeilijkheden, bv door de vanzelfsprekende aarding van apparaten (boilers, pompen e.d.) komen bij de aardlekschakelaar niet voor. Integendeel! Als een apparaat door zijn inbouw al voldoende geaard is, hoeft men geen speciale aarde meer aan te leggen.

6.4.6. Controle van de aardlekschakelaar.

Volgens NEN 1010 moet degene die de installatie uitvoert, de werking van de aardlekschakelaar controleren. Dat kan als volgt gebeuren:

1. controleknop van de schakelaar indrukken. De schakelaar moet nu uitschakelen.

2. Meten of de maximaal toelaatbare aardingsweerstand niet overschreden is.

Het meten van de aardingsweerstand kan geschieden met een weerstandsmmeetapparaat.

Hiermee zijn exacte metingen mogelijk van 0.1 tot meer dan 300 ohm.

6.5 INSTALLATIETEKENING

Installatietekeningen moeten in overeenstemming zijn met de normen NEN 1058, richtlijnen voor de tekeningen op elektrotechnisch gebied, NEN 2052, symbolen voor de elektrotechniek, en NEN 3207, benamingen en aanduidingen van geïsoleerde sterkstroomleidingen met koperen kernen. Installatietekeningen moeten mede installatieschema's omvatten.

Op een elektrische installatietekening moet het volgende worden aangegeven:

a. de stroomsoort, de frequentie en de spanning.

b. het aantal en het nominale vermogen van machines en transformatoren voor algemene voorziening en gelijkrichters en de nominale capaciteit van accumulatoren.

c. de nominale stroom van patroonhouders en smeltpatronen.

d. de plaats van schakel? en verdeelinrichtingen en van de leidingen tussen deze inrichtingen, alsmede de plaats van de schakelaars.

e. de nominale stroom van maximumschakelaars, bij instelbare maximumschakelaars bovendien de stroom waarop de beveiliging wordt ingesteld, en bij maximumschakelaars die deel uit maken van de hoofdschakel? en verdeelinrichting bovendien het nominale uitschakelvermogen.

f. de nominale stroom van schakelaars, voor zover deze meer dan 6 A, en van contactdozen voor zover deze meer dan 16 A bedraagt.

g. de soort van de leidingen met vermelding van aantal en doorsnede van de kernen.

h. van elke eindgroep het aantal aansluitpunten voor lampen, contactdozen, vaste motoren en vaste verbruikende toestellen, alsmede de plaats en de aansluitwaarde van elk aansluitpunt voor lampen, contactdozen en vaste verbruikende toestellen, benevens de plaats en het nominale (afgegeven) vermogen, uitgedrukt in kVA, van elke vaste motor.

- i. het doel waarvoor tweepolige contactdozen met een nominale stroom van meer dan 16 A en drie- of vierpolige contactdozen zijn aangebracht.
- j. het doel waarvoor de motoren worden gebruikt en de soort van vaste verbruikende toestellen.
- k. voor vaste motoren de aard van de aanzetinrichting en de constructievorm van de motor uit een oogpunt van bescherming tegen uitwendige invloeden, bij sleepringankermotoren bovendien de rotorstroom bij nominale belasting.
- l. de arbeidsfactor van elk verbruikend toestel, indien deze kleiner dan 0,9 is.
- m. het reactief vermogen van afzonderlijk aangesloten condensatoren, uitgedrukt in kVA.
- n. de aansluitwaarde per eindgroep, per groep, per schakel? en verdeelinrichtingen van de gehele installatie, uitgedrukt in kVA.
- o. de hoogste gelijktijdige belasting, uitgedrukt in kVA, die per schakel? en verdeelinrichting en in de gehele installatie kan worden verwacht.

6 RICHTLIJNEN VOOR EEN VEILIGE INSTALLATIE

Zie hiervoor ook NEN 1010 (geldt ook voor woonschepen) of IEC 92 ? 1 t/m 6 geldend in Europa voor elektrische installaties aan boord van schepen.

- * Van elke installatie van te voren een plan opstellen.
- * Een hoofdschakelaar met smeltveiligheid aanbrengen.
- * Verder onderverdelen in groepen voorzien van smeltveiligheden.
- * Bij voorkeur elk onderdeel van de installatie voorzien van een dubbelpolige schakelaar met een smeltveiligheid.
- * Alle schakelaars dubbelpolig uitvoeren.
- * Installaties lager dan 42 V bij voorkeur uitvoeren met het tweeleidersysteem i.v.m. corrosie en brandgevaar.
- * Elke leiding zekeren.
- * Bij deze systemen aardfoutencontrolelampen installeren.
- * Bij voorkeur soepele bedrading gebruiken in buizen. Bij gebruik van goten, kokers of banen de draden of kabels vastzetten met zelfklemmende binders of anderszins.
- * De afstand tussen elektrische leidingen en gas?, water?, stoom?, e.a. leidingen moet minimaal 2 cm zijn, tenzij isolatiestukken worden gebruikt.
- * Afstand van de beugels of klemmen: a. bij metalen buizen max. 1 m van elkaar; max. 10 cm van de hulpstukken. b. bij niet?metalen buizen max. 50 cm voor verticale leidingen, max. 40 cm voor niet verticale leidingen, max. 10 cm van de hulpstukken. c. bij kabels: niet verder dan met het oog op doorzakken van de leidingen toelaatbaar is, max. 1 m en max. 10 cm van de hulpstukken.
- * Aantal bochten tussen 2 dozen: max. 4; een flauwe S?bocht is een bocht.
- * In het zicht gelegde leidingen, niet in metalen buizen, of op gelijkwaardige wijze.
- * Het maximale aantal lassen in een lasdoos zo kiezen dat de doos gemakkelijk gesloten kan worden.
- * maximaal 5 draden in een lasdop.
- * Kabelschoenen zijn vereist: a. bij leidingen tot 4 mm met een meerdradige Kern b. bij leidingen met een meerdradige kern van 6 mm² of meer, tenzij doelmatige buscontacten of iets dergelijks zijn gebruikt. c. bij leidingen met massieve kern van 16 mm of meer, tenzij doelmatige buscontacten of iets dergelijks zijn gebruikt.
- * Gelijkstroom 5 A per mm².
- * Wisselstroom 7 A per mm .
- * Schroefittingen fase aan middencontact.
- * Bij werkzaamheden : zekering in de zak steken, accuklem los.

Verklaring letterbetekenis van leidingen en kabels.

Aderisolatie:

P papier	L lakband
R rubber	A anorganisch materiaal
V vinylchloride (vinyl)	Q silicoonrubber
E polyetheen	

type:

D geïsoleerde draad	ML mantelleiding
OD ornamentdraad	MrL rubbermantelleiding
OL ornamentleiding	MvL vinylmantelleiding
	McL chloropreenmantelleiding, bv Neopreen

PL pijpleiding

PsL stalen pijpleiding

PzL zinken pijpleiding

S snoer

MS mantelsnoer

LK loodkabel

AK kabel met aluminiummantel

KK kabel met koperen mantel

MK mantelkabel

MrK rubber mantelkabel

MvK vinylmantelkabel

McK chloropreenmantelkabel. bv NeoDreen

Omhulsels om de mantel:

B bekleding vezelstof

R bekleding van rubber

V bekleding van vinylchloride

C bekleding van polychloropreen

E bekleding van polyetheen a bekleding van silicoonrubber

O omvlechting van metaal

S omwikkeling van dun stalen band

G pantser van dik stalen band (nominaal 0,5 en dikker) of van dik stalen draad (nominaal 1,4 mm rond en dikker).

Constructieve bijzonderheden die geen betrekking hebben op de kern: ht met hart h met hulpaders z met zware mantel zz met bijzonder zware mantel of dubbele mantel mb met moeilijk brandbare bekleding a met blanke aardleiding in contact met de metalen mantel of omvlechting as met aardingschema o met oliewerende mantel t tegen hoge temperaturen bestand Noot: indien h en t als afzonderlijke lettertekens in een aanduiding voorkomen staan zij in de volgorde t h

Constructieve bijzonderheden die betrekking hebben op de kern bij leidingen: Voor vaste aanleg: m massief s geslagen ss geslagen (buigzamer dan s)

Bij verplaatsbare leidingen: b buigzaam bb bijzonder buigzaam

Enige leidingmaterialen en hun toepassing:

VD vinyldraad ? een adrig ? koperkern 1,5 ? 6 mm met vinylisolatie gebruik voor vaste aanleg in metalen of PVC buis in droge en niet te vochtige ruimten zoals woonhuizen, kantoren, enz. en voor bedrading van elektrische apparaten, schakelaars enz.

RD rubberaderdraad ? vertinde koperkern 1,5 to 6 mm massief, 6 tot 400 mm² meerdradig met rubberisolatie (2 lagen) gebruikt voor vaste aanleg in metalen of PVC buis en niet te vochtige ruimten

OD ornamentdraad ? vertinde koperkern 0,75 tot 1 mm met rubberisolatie gebruikt voor vast montage in of aan ornamenten of lichtkronen, waarbij de lamphouders hoge temperaturen optreden.

RMrL R = rubberaderisolatie S MrL = rubbermantelleiding, soepele vertinde koperkern 0,75 ? 16 mm katoenompinning, anders rubberisolatie in massieve rubbermantel. Gebruikt voor verplaatsbare elektrische toestellen, verlengsnoeren, provisorische installaties (bv op bouwwerken).

VS tweelingsnoer. Soepele koperkern 0,75 mm met vinylisolatie (splitsbaar) gebruikt voor vast verbonden aan elektrische toestellen welke niet meer dan 6 A opnemen. Niet bruikbaar als het snoer wordt blootgesteld aan temperaturen, welke hoger zijn dan kamertemperatuur.

VMvK vinylmantelkabel. Koperkern massief 1,5 ? 4 mm, soepel 6 ? 185 mm vinylisolatie vulstof (bv rubber) met harde vinylmantel gebruikt voor zicht?leidingen, vast aangebracht met behulp van al dan niet verhoogde kunststofbeugels.

Leidingen uit het zicht in kabelbanen, goren, kokers, buizen, e.d.

Voornamelijk in fabrieken en werkplaatsen, verder in stoffige ruimten, ruimten met bijtende dampen, vochtige ruimten en ruimten met brandgevaar.

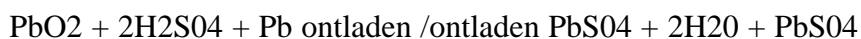
6.7. ACCU'S

6.7.1. Inleiding.

Stopt men in een glazen (jam)pot gevuld met verdund zwavelzuur 2 loodstroken A en B en worden deze verbonden met een gelijkstroombron (batterijtje hoger dan 3 V), dan neemt de loodstrook verbonden met de positieve pool vrij snel een bruine kleur aan terwijl degene verbonden met de negatieve pool grijs blijft. Een nader onderzoek toont aan dat het oppervlak van de positieve loodstrook in looddioxyde is ongezet, terwijl de negatieve strook onveranderd is .

Na het afschakelen van het batterijtje toont een voltmeter dat er tussen de twee loodstroken een spanning aanwezig is van ongeveer 2 Volt. Worden nu de twee loodstroken verbonden met een verbruiker (bv. een lampje) dan zal een stroompje gaan lopen. Er is nu op elektro?chemische manier stroom opgeslagen. Dit "laden" en "ontladen" kan nu vele malen herhaald worden. Dit is de eenvoudigste vorm van een accu.

Het gedrag van deze accu wordt omschreven (bepaald) door de volgende formule:



Bij het ontladen ontwikkelt zich aan beide platen PbSO_4 of loodsulfaat. Daarbij wordt van het elektrolyt, wat uit zwavelzuur (H_2SO_4) en water (H_2O) bestaat H_2SO_4 verbruikt en H_2O toegevoegd. Voor het overblijvende zuur treedt een verwatering op, d.w.z. de zuurdichtheid die bij accu's tussen 1,15 en 1,24 kg/liter kan bedragen, wordt lager. Daarom is de zuurdichtheid als maatstaf voor de graad van lading van een cel zeer goed te gebruiken.

Zet men de lading zover door dat de chemische omzetting van het oppervlak aan het eind komt, dan stijgt de celspanning boven ongeveer 2,4 Volt en daarbij wordt een deel van de in het elektrolyt voorhanden zijnde water in z'n bestanddelen, namelijk waterstof aan de negatieve en $\frac{1}{2}$ oxygenstof aan de positieve pool, gesplitst. Het gasmengsel noemt men knalgas, daar het bij aansteken met een luide knal ontploft. De hoeveelheid waterstof is vanzelfsprekend tweemaal zo groot als de hoeveelheid zuurstof zoals de formule H_2O al zegt. Laden van een accu tot de gasgrens (2,4 Volt) is zoals verder nog ter sprake komt voor een volledige lading niet voldoende. Omdat bij dit gas vloeistof verloren gaat, moet af en toe met gedestilleerd water nagevuld worden.

De accu met eenvoudige loodplaten is in de praktijk niet bruikbaar, daar in dit geval alleen het oppervlak voor chemische omzetting bruikbaar is en het overige lood niet gebruikt wordt. Er zijn verschillende mogelijkheden om het oppervlak te vergroten:

1. Men verdeelt de gegoten loodplaten in vele smalle ribben. Door een elektrochemische behandeling wordt dan de actieve massa uit het lood gevormd (formeren) (wordt gebruikt als positieve plaat met ongeveer 8-voudig vergroot oppervlak).
2. Men vermaalt lood $\frac{1}{2}$ speciaal het oxide $\frac{1}{2}$ tot zeer fijne deeltjes en dan is het zaak dat dit zo in een houder gebracht wordt dat het goed vastgehouden wordt en het goed binnendringen van het elektrolyt toelaat. Dit wordt op twee manieren gedaan:
 - a. verwerking van het maaisel tot een pasta (door het te mengen met zwavelzuur) en dit in een hardlood raster (loodlegering met antimoon) te strijken. Wordt gebruikt als negatieve elektrode. Bij niet-plaatsvaste accu's ook als positieve plaat.
 - b. Het vullen van een holle kastvormige ruimte met "maaisel" welke met geperforeerde loodplaten afgesloten wordt. Deze platen worden pantserplaten genoemd.

Bij een in gebruik zijnde accu is de oxidatie en daarmee het verbruik der positieve elektrode ongeveer twee maal zo hoog dan de negatieve. Dit is terug te vinden in de afmetingen van de platen.

De hoeveelheid energie die in een accu opgeslagen kan worden noemt men de capaciteit. Men verstaat daaronder de stroomhoeveelheid die bij ontlading met een constante stroom I tot het bereiken van de toegestane ontladingspanning ter beschikking is. Het product I (in ampère) maal tijd (in uren), ofwel ampère-uren, is de maatstaf van de capaciteit. De hoogte van de capaciteit hangt van de ontladingsstroom af. Tijdens het ontladen wordt het zuur in de poriën van het maaisel ter vorming van loodsulfaat verbruikt, de dichtheid van het zuur zakt daardoor. Daar de spanning proportioneel met de zuurdichtheid in de poriën is, zakt ook de spanning. Het verbruikte zuur moet uit de omgeving van de platen aangevuld worden. De gemalen looddeeltjes worden groter bij de omzetting naar loodsulfaat en dus wordt de ruimte ertussen kleiner, zodat het gelijkmaken van de zuurdichtheid steeds moeilijker wordt met het sneller zakken van de spanning. Dit gelijkmaken vraagt tijd, zodat de capaciteit bij snelle ontlading bv. in 3 uur kleiner is dan bij langzame ontlading bv. in 10 uur.

Laat men de accu na een gedeeltelijke ontlading een tijdje staan dan herstelt het zich weer, zodat bij verdere ontlading de spanning hoger is, omdat intussen de zuuruitwisseling vanuit de poriën en de omgeving plaats gevonden heeft. Iedere autobezitter kent deze methode bij starten in koude dagen: met korte tussenpozen starten en niet te lang achter elkaar, wil de accu niet voortijdig om zeep gaan.

Om tot een eenstemmige vergelijkingsmaatstaf te komen, vermeldt men bij capaciteitsopgave de ontladduur. Bij stationaire batterijen geldt de 10^uurige ontlading als norm. Men spreekt dan van normaal capaciteit, bv. 100 Ah bij 10 uur.

Bij verwarming van het elektrolyt treedt een verhoging van de capaciteit op. Daarom is voor een eensluidende definitie van capaciteit ook nog de temperatuur van het elektrolyt belangrijk. Men neemt hiervoor 20 °C. Overigens mag de temperatuur van het elektrolyt niet hoger worden dan 50°C, daar anders gevaar bestaat voor beschadigen van de platen en de isolatie. Voor een langere levensduur van een accu mag het maximaal verbruik niet meer dan 80% van de normaal capaciteit" zijn. Hiermee moet rekening gehouden worden bij het bepalen van een noodaccu? batterij bedoeld voor gebruik bij het uitvallen van de netspanning. Bij elke energieomzetting treden verliezen op, bij accu's door verwarming van het elektrolyt en ontleding van water, wat na het bereiken van een celspanning van 2,4 V optreedt. Hoewel dit ontleden ook de werking vermindert, heeft het ook een voordeel, omdat het een goede menging van het elektrolyt bewerkstelligd.

Het rendement in Ah laadstroom / ontladstroom van fabrikaat 0,83 tot 0,90.

Men praat over het algemeen niet over rendement maar over ladingsfactor. Deze bedraagt 1,1 tot 1,2. Dit betekent dat bij een ladingsfactor van 1,15, 15% stroom meer geladen moet worden dan de ontladstroom. Bij de ontlading van een accu zakt de spanning meer en meer. Bij de lading is dit omgekeerd. Afhankelijk van de laadmethode, van 2,1 tot 2,75 Volt. Zodat het rendement in Watturen(Wh) minder zal zijn, en wel:

$$\frac{\text{spanning maal stroom bij lading}}{\text{spanning maal stroom bij ontlading}} = 0,83 \text{ tot } 0,75 \text{ afhankelijk van fabrikaat.}$$

Ontladen onder de minimumspanning is zeer schadelijk . Hierbij wordt een te groot deel van de actieve massa in loodsulfaat omgezet. Het eerst zeer fijn verdeelde loodsulfaat heeft de neiging zich tot grotere kristallen aaneen te sluiten, welke bij lading niet meer in lood resp. looddioxyde omgezet kunnen worden. Dit is dan de beruchte SULFATERING.

De ladingstoestand van een cel is te bepalen met een zuurweger daar het soortelijk gewicht van het elektrolyt varieert met de ladingstoestand} Houdt bij het opmeten de zuurweger goed verticaal zodat de drijver niet tegen de glaswand komt. Het aflezen dient op ooghoogte te gebeuren om afleesfouten te voorkomen (parallax). Het opmeten van het s.g. van het accuzuur mag niet geschieden kort nadat de cellen bijgevuld zijn met gedestilleerd water. Het elektrolyt dient ongeveer 1 cm boven de platen te staan. Bijvullen alleen met gedestilleerd water. Bewaar gedestilleerd water alleen in glazen, porseleinen of plastic vaten. Gebruik nooit een metalen trechter of een trechter die vettig of vuil is. Is de bovenkant van de accu nat geworden, maak deze dan weer droog om kruipstromen en oxidatie van de polen te verminderen. Pooloxidatie voorkomt men vrij goed door een onderlegging te gebruiken en bovendien de pool en de klem in te smeren met vaseline. Vul een accu nooit te hoog met gedestilleerd water, omdat er anders accuzuur door de ontluuchtingsgaatjes in de doppen omhoog borrelt als de accu boven de 2,4 V celspanning komt en "kookt".

Tabel geldend voor een accu in rust.

	s.g.	celspanning in V	accuspanning 6 V (3 cellen)	accuspanning 12 V (6 cellen)	accuspanning 24 V (12 cellen)
ontladen	1,2	1,88	5,64	11,28	22,56
	1,12	1,98	5,89	11,78	23,56
half geladen	1,18	2,03	6,09	12,18	24,36
	1,21	2,06	6,17	12,35	24,70
	1,22	2,08	6,24	12,48	24,96
	1,26	2,10	6,3	12,60	25,20
geladen	1,28	2,12	6,36	12,72	25,54
	1,30	2,14	6,42	12,84	25,68
	1,325	2,16	6,48	12,96	25,92

Uit bovenstaande blijkt dat de ladingstoestand van een accu in rust dus niet belast ook te bepalen is met een goede Voltmeter. Hierbij moet er wel van uit gegaan worden dat de cellen onderling niet in spanning af mogen wijken. Bij een groter onderling verschil? dan 0,1 V moet de accu vervangen worden. Nu zijn elektrisch accu?conditiemeters vrij prijzig in tegenstelling met de zuurweger, welke een uitgave van ongeveer 5 gulden vergt, maar als nadeel heeft dat het vrij bewerkelijk is? vooral als een grote accu?combinatie gecontroleerd moet worden. Een accu?conditiemeter is echter niet zo moeilijk te maken en met een beetje handigheid en voor het ijken de hulp van iemand die in het elektronische vak zit, bv. een radio? of televisiereparateur of hobbyist, lukt het wel. Het schema is eenvoudig:

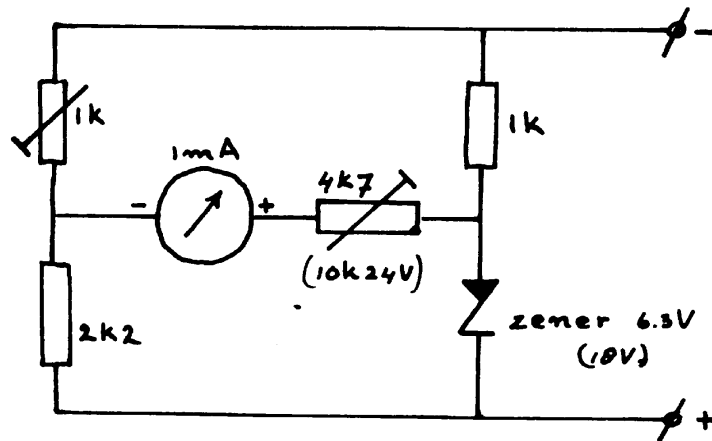


fig. 127

We hebben nodig:

voor 12 V:

- 1 mA meter met een bereik van 0 tot 1 mA (bv MO 65 van RE)
- 1 instelbare weerstand van 4,7 kiloohm
- 1 instelbare weerstand van 1 kiloohm
- 1 weerstand van 2,2 kiloohm
- 1 weerstand van 1 kiloohm
- 1 zenerdiode van 6,3 V
- 1 kastje, bv. TEK0 P3
- 2 stekerbussen: 1 rood (+) en 1 zwart (-)

voor 24 V:

- idem
- 10 kiloohm
- idem
- idem
- idem
- 18 V
- idem
- idem

Na de gaten voor het metertje en de stekerbussen in de kast gemaakt te hebben (de grote met een figuurzaag), maken we voorzichtig de meter open en schroeven de twee schroefjes los die het schaalpje vast houden. We krabbelen heel voorzichtig de cijfertjes weg en tekenen met behulp van een sjabloon of met behulp van wrijfletters het volgende schaalpje:

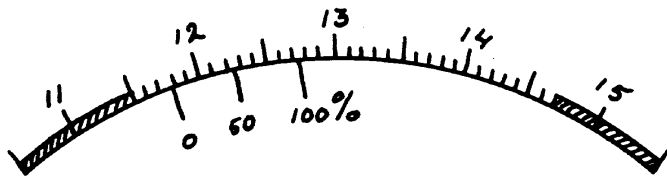


fig. 128

voor 12 V:		voor 24 V:	
0	= 10,5 V	0	= 21 V
0,1	= 11 V	0,1	= 22 V
0,3	= 12 V	0,3	= 24 V
0,5	= 13 V	0,5	= 26 V
0,7	= 14 V	0,7	= 28 V
0,9	= 15 V	0,9	= 30 V
1	= 15,5 V	1	= 31 V

De ladingstoestand:

0 % = 11,8 V	23,6 V
50 % = 12,25 V	24,5 V
100 % = 12,75 V	25,5 V

De rode zone loopt van:

10,5 tot 11,5 V	21 tot 23 V
14,7 tot 15,5 V	29,4 tot 31 V

Is het schaalpje klaar dan zetten we het weer voorzichtig met de 2 schroefjes vast en borgen de schroefjes d.m.v. een (klein) druppeltje verf of velpon. Daarna gaat het metertje weer in de kast en borgen we ook deze schroefjes. Vervolgens kunnen we het metertje in het frontplaatje vast schroeven en de onderdelen van de schakeling d.m.v. soldeeroogjes vastzetten op de achterkant van het metertje en deze doorverbinden met de stekerbussen. Rest ons het instellen van het meetbereik. Daarvoor kunnen we gebruikmaken van een regelbare gestabiliseerde voeding of enkele batterijtjes met een spanningsdeler en een nauwkeurige voltmeter. Eerst stellen we de ingangsspanning in op 10,5, resp. 21 V, en zetten het mA-metertje op nul met de instelpotmeter van 1 kilo ohm. Vervolgens stellen we het maximum in op resp. 15,5 V en 31 V, waarna de mA-aanwijzing gecorrigeerd wordt door de instelbare weerstand van 4k7 resp. 10 k. Dit herhalen tot voldoende nauwkeurigheid is verkregen, waarna de instellingen vastgelakt worden en het paneeltje in de kast gemonteerd kan worden.

6.7.2 Factoren die de keuze van een accu beïnvloeden.

Bij gebruik als startaccu in aggregaat, voer? of vaartuig: ? Het te behalen toerental, voor benzinemotoren + 60 omw/min. dieselmotoren + 100 à 120 omw/min. ? Het temperatuurgebied (bij ?20°C moeten de toerentallen resp. 120 en 200 zijn).

Om bovenstaande toerentallen te halen hebben we een koppel nodig aan de krukas bij 50 omw/min. uitgedrukt in kgfm van 4 maal de slagvolume in liters voor benzinemotoren. Voor dieselmotoren bij 100 omw/min. ongeveer 6 maal het slagvolume

Het vermogen van de startmotor is dan $N=M \times n / 716,2$

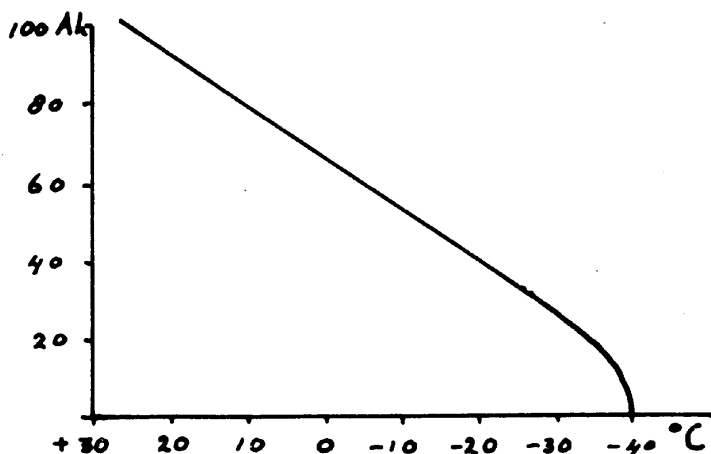
Voorbeeld: een Mercedes 190 D dieselmotor. Slagvolume ongeveer 1,9 liter. Koppel wordt dan 6 maal 1,9 is 11,4 kgfm. Het toerental was 100 omw/min. N is dan $1140 / 715,2 =$ ongeveer 1,6 pk.

De startmotor is uitgevoerd als seriemotor wat als bijkomstigheid heeft, dat bij lage toerentallen een hoog koppel geleverd wordt. Het rendement van een startmotor ligt tussen 40 à 50% zodat we met dit gegeven de opgenomen stroom kunnen bepalen. De startmotor had een vermogen nodig van 1,6 pk, dit is $1,6 \times 736 = 1178$ Watt netto. Door de 50% verliezen in de startmotor komen we aan bruto 2356 Watt. De Mercedes heeft een 12 Volts systeem, zodat de stroom is vermogen / spanning = $2356 / 12$ is ongeveer 200 ampère. Het is duidelijk dat bij deze stromen een kleine leidingsweerstand of overgangswaerstand (slecht aangehaalde of geoxideerde verbindingen) reeds aanzienlijke verliezen met zich mee brengt. Bij een stilstaande startmotor is de stroom nog veel groter, namelijk 3000 Watt per pk startvermogen, zodat de kortsluitstroom in ons geval $4800 : 12 = 400$ ampère geleverd moet worden door de startaccu. Hebben we een kleine accu en we nemen deze grote stromen af, dan zal de inwendige weerstand van de accu een groot inwendig spanningsverlies tot gevolg hebben. De spanning aan de startmotor zal minder zijn met als gevolg een lager startkoppel. Nemen we een grotere accu dan zal er een hogere spanning (als gevolg van een lager inwendig spanningsverlies in de accu) aanwezig zijn op de klemmen van de accu en dus een groter koppel op de krukas overgebracht kunnen worden. Het grotere koppel heeft tot gevolg dat het starttoerental snel hoger wordt, zodat de tijd van de extreem hoge kortsluitstroom erg klein is. Zodoende levert het gebruik van een grotere accucapaciteit een aanzienlijk mindere belasting van de accu en startmotor op.

De grens van een startaccu (in een auto ? schip of generator) ligt bij 9,6 V. Dit houdt in dat tijdens het starten de accuspanning (af te lezen op een accuconditiemeter) niet onder de 9,6 V mag komen. Komt de spanning onder de 9,6 V dan kan de capaciteit van de accu te laag zijn. Dit kan gebeuren door:

- a. accu is onvoldoende geladen. Remedie: laden.
- b. accu is te oud ? misschien gesulfateerd
 - ? misschien kromme platen
 - ? misschien uitgezakte actieve massa ->remedie vervangen
- c. accu niet voldoende vloeistof
 - ? te veel water verdampt: bijvullen
 - ? door regelmatig overkoken kan zuurgehalte te laag worden: vullen met nieuw zuur en spanningsregelaar afstellen
- d. accu is te koud
 - ? grotere capaciteit gebruiken door: parallel schakelen van 2e accu. Hierbij opletten: de plus pool aan de plus en de min aan de min.

De temperatuur is hier van grote invloed namelijk een accu van 100 Ah bij 25 C



is bij

20°C	- 92 Ah
10°C	- 88 Ah
0°C	- 66 Ah
-10°C	- 53 Ah
-20°C	- 43 Ah
-30°C	- 20 Ah

- een goed geladen accu met een zuurgehalte van 1,28 bevriest pas bij -60°C.
- een ontladen accu (sg - 1,13) bevriest reeds bij - 12°C!

fig. 129

Een accu kan ook zonder motor getest worden. Hiervoor hebben we nodig een voltmeter, een ampèremeter en een regelbare weerstand die de nodige stroom kan verwerken. De teststroom moet 3x de capaciteit in Ah.uur zijn, dus voor 30 AH is de teststroom 90 Ah. Dit houdt in voor een 12V accu: 12 V /

90 A = ongeveer 0,13 Ohm. Het testen mag maximaal 8 seconden duren. De spanning mag niet onder de 9,6 V komen.

6.7.3 Accubatterijen bestemd voor verlichtingsdoeleinden.

Ook hier moeten we rekening houden met diverse factoren en wel:

a. Om een lange levensduur van de accu te bereiken mag de ontlaadstroom niet meer dan 80% van de Normaal?ontlaadstroom zijn. Voorbeeld: een accu van 200 Ah. Normaal?ontlaadstroom $200 / 10 = 20$ A. Te gebruiken stroom voor verlichting: 80% van 20 A = 16 A.

b. Zeer schadelijk voor de levensduur van een accu zijn de zogenaamde diepontladingen. Hierbij wordt een te groot deel van de actieve massa in loodsulfaat omgezet, waarbij het loodsulfaat de neiging heeft grotere kristallen te vormen die niet meer omgezet kunnen worden (sulfatering).

De uiterste toelaatbare ontladspanning is sterk afhankelijk van temperatuur en zuurdichtheid.

Voorbeeld: accu 36 Ah Temperatuur 20°C

ontlaadtijd ontlaadstroom capaciteit stopspanning

10 uur 3,6 A 36 Ah 1,83 V per cel

6 uur 5,3 A 32 Ah 1,82 V per cel

3 uur 9 A 27 Ah 1,79 V per cel

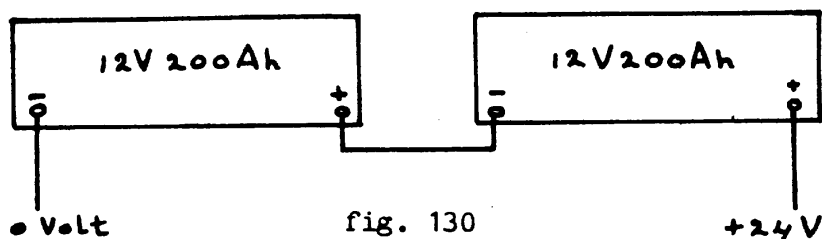
1 uur 19 A 19 Ah 1,75 V per cel

Vraag de bovenstaande gegevens aan de fabrikant/leverancier daar ze per fabrikaat verschillen.

In bovenstaande tabel kunnen we goed zien het teruglopen van de capaciteit bij een grotere ontlaadstroom.

6.7.4 Schakelen van accu's

Om aan een voldoende hoge spanning te komen kunnen de accu's ? net als de cellen van een accu ? in serie geschakeld worden. In een 6 Volts accu zitten 3 cellen, in een 12 Volts accu 6. Voor een 24 Volts accu zouden er dus 12 cellen in moeten zitten. Nu is het zo dat deze normaal niet leverbaar zijn (alleen voor vaste opstellingen). Om 24 Volt te krijgen moeten we 2 accu's van 12 Volt in serie schakelen.



Voorbeeld: 2 accu's van 12V 200 Ah in serie geschakeld geeft 24 V 200 Ah. Dit blijft 200 Ah omdat de stroom door 1 accu niet groter mag zijn dan 20 Ah (in 10 uur).

Om aan een hogere stroom te komen kunnen we de accu's parallel schakelen:

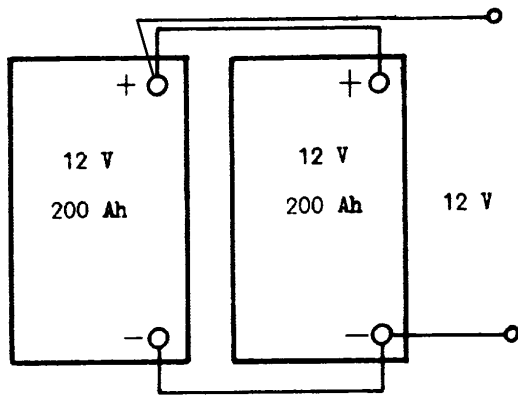


fig. 131

Hierbij mogen we de normaalstroom bij elkaar optellen. De ontladestroom gedurende 10 uur is dan $20 + 20 = 40$ A. Voor verlichting wordt dan de ontladestroom: 80% van 40 A is 32 A. Bij het parallel schakelen van accu's doen we er verstandig aan van nieuwe accu's uit te gaan i.v.m. de inwendige weerstand.

6.7.5 Het op spanning houden en laden van accu's.

Door verontreiniging van het elektrolyt en/of verontreiniging van de celdeksels, enz, ontstaat het verschijnsel dat de celspanning heel langzaam terugloopt. De snelheid waarmee dit gebeurt, is ongeveer 1% per dag, een en ander afhankelijk van de temperatuur. Hierom moet een geladen accu koel bewaard worden.

Om een accu te laden c.q. geladen te houden kennen we de volgende methoden:

a. druppellading

Hierbij wordt de accu constant geladen met een lage stroom. Bijvoorbeeld: een accu 200 Ah ontlad per dag met een stroom van 1% van de capaciteit, d.i. 2 Ah. Per uur is dit $2 : 24 = 0,084$ A per uur. De laadstroom moet hoger zijn nl. de ladingsfactor is 1,1 tot 1,2, dus $1,2 \times 0,084 = 0,1$ A. Bij deze methode wordt de energie over het algemeen onttrokken aan het lichtnet via een lader. Om een idee te geven over de constructie van een eenvoudige lader:

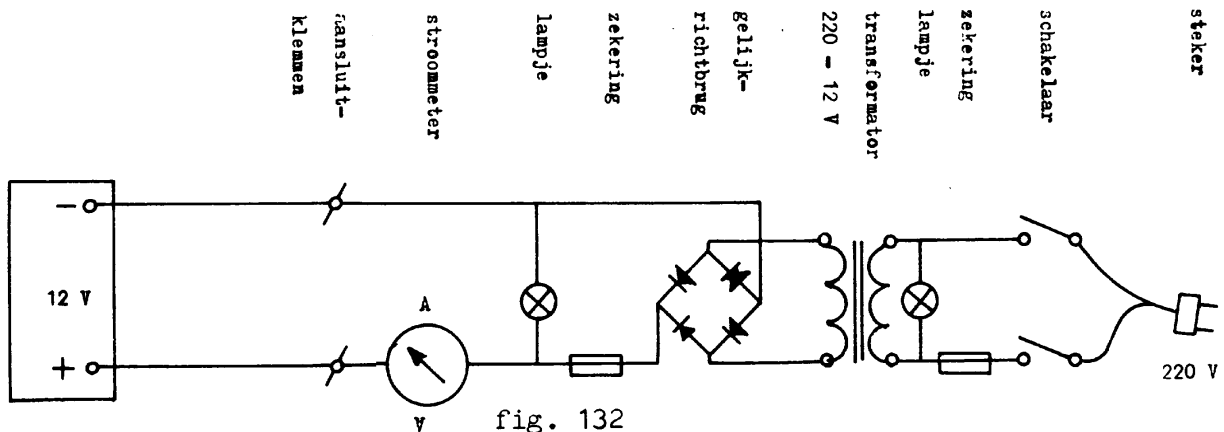


fig. 132

b. normaalladen.

voor het verkrijgen van een lange levensduur mag de laadstroom niet groter zijn dan 10% van de capaciteit. Dus voor een 40 Ah accu mag de laadstroom niet groter zijn dan 4 ampère. Hiervoor wordt ook gebruik gemaakt van een laadapparaat zoals omschreven onder a. Deze methode is een veilige manier omdat door het hoger worden van de accuklemspanning de laadstroom afneemt. Dus hoe meer de accu geladen is des te lager wordt de stroom. De stroom wordt bepaald door het verschil in spanning tussen het laadapparaat en de accu. Vaak ook is de lader uitgevoerd met een regelweerstand om de laadstroom in te stellen. De laadtijd kunnen we met behulp van de ladingsfactor en de zuurgraad bepalen, bv. accu 100 Ah, 50% geladen, laadstroom 10 A, laadtijd $1,2 \times 5$ uur = 6 uur.

c. snelladen.

Deze methode moet gezien worden als een "paardemiddel" en kan bij niet oordeelkundig gebruik ruïneuze gevolgen hebben voor de accu. Het gevaarlijke gebied is het gebied boven de 2,4 V (gasgrens). Hier moet de laadstroom sterk verlaagd worden. Is de 2,4 V nog niet bereikt dan mag de laadstroom groter zijn dan de 10X van de capaciteit. daarboven MOET de stroom dalen.

Het veiligste is om dit automatisch te doen:

? door te schakelen op de celspanning

? door te schakelen op de celtemperatuur (50°C)

? door te schakelen met de tijdklok voor de laatste methode bepalen we voor het laden eerst de zuurgraad (is ladingstoestand). Is deze

1,15 de ladingstoestand is dan	0 %
1,18	20%
1,21	40%
1,23	60%

Deze zuurgraad zoeken we terug in de stroom?tijd tabel die bij een snellader hoort en bepalen daarmee de laadtijd in minuten. Deze tijd stellen we in op een tijdklok welke de stroom automatisch verminderd tot een veilige waarde als de tijd verstreken is.

d. Het laden d.m.v. een dynamo met spanningsregelaar. Een draaiende dynamo wekt spanning op. De hoogte van deze spanning is afhankelijk van het toerental. Deze spanning kan bij hoge toerentallen oplopen tot 30 à 40 Volt. Het zal dus duidelijk zijn dat hieraan "geregeld" moet worden. Dit gebeurt door de spanningsregelaar, ook wel stroom? en spanningsregelaar genoemd. De functies van de regelaar zijn: ? het verbinden van de dynamo met de accu als de spanning hoog genoeg is om een laadstroom te leveren. ? het begrenzen van de maximale spanning op 14,4 V. ? het begrenzen van de maximale stroom (waarde is afhankelijk van de dynamo). De regelaar hoort dus bij een bepaalde dynamo! ? het verbreken van de verbinding accu/dynamo als de dynamo stil staat. Over het algemeen zal deze methode weinig problemen geven.

6.7.6 Methode om nieuwe accu's in gebruik te nemen.

Omdat een natte accu door zelfontlading langzaam leeg loopt is een accu niet gevuld gedurende lange tijd te bewaren. Daarom levert de fabriek geformeerde accu's. Een droge accu moet bij ingebruikname gevuld worden met accuzuur met een dichtheid van 1,28 tot + 15 mm boven de platen. De accu moet dan 4 uur staan om het zuur de gelegenheid te geven zich in de poriën van het geformeerde lood te begeven. Daarna wordt de accu geladen met de helft van de normaal laadstroom. Om vervolgens ontladen te worden met een stroom 1/10 van de capaciteit tot de spanning de ontladgrens heeft bereikt (ongeveer 1,8 V). De ontladen accu wordt dan met de normale laadstroom geladen. (1/10 van de capaciteit) waarna de accu in bedrijf genomen kan worden. Alleen op deze manier bereikt de accu z'n maximale levensduur, n.b. voor een autoaccu tot 6 á 10 jaar!

Het is ook mogelijk pas gevulde accu's (zonder meer in een auto) in bedrijf te nemen, maar dit gaat ten koste van de levensduur. Bij deze laatste methode zorgen dat de accu op spanning blijft door lange ritten te maken.

6.7.7 De levensduur van accu's.

De levensduur van accu's is sterk afhankelijk van de maximum laadspanning per cel. Wordt geladen tot 2,35 V/cel dan is de levensduur ongeveer 2000 uur, bij 2,25 V/cel ongeveer 10.000 uur. De oorzaak hiervan is dat bij elke lading een gedeelte van de loodmassa van de positieve plaat omgezet is en de plaat dan "doorgeformeerd" is. Onder laaduren wordt verstaan alle uren dat de accu op een hogere spanning dan de rustspanning is, bv. door laden. Een geladen accu blijft nl. stroom opnemen, ca. 0,008 A per Ah bij 2,35 V/cel en ca. 0,0025 A/Ah bij 2,25 V/cel. Een lagere maximum laadspanning dan ca. 2,25 V/cel is in het algemeen niet bruikbaar, daar dan de negatieve platen niet actief genoeg blijven en hard worden (capaciteitsverlies). Een hogere maximum laadspanning dan 2,35 V/cel betekent nadering of overschrijding van de gasgrens (2,4 V/cel) waarbij de gasontwikkeling snel toeneemt. Dit geeft veel waterverlies en snellere slijtage van plaatmateriaal met veel slib onder in de bak.

Het is dus zaak de regelautomaat van een laadinrichting op een van deze beide waardes af te stellen. Is de laadinrichting in staat een relatief grote laadstroom te leveren dan is een geheel geladen accu bij 2,35 V/cel in de helft van de tijd bereikt dan bij 2,25 V/cel, maar het gaat wel ten koste van de levensduur.

Een geheel ontladen accu kan bij aanvang van de lading een veel grotere stroom opnemen zonder de 2,35 V/cel te overschrijden. Hierop berusten o.a. de laadinstallaties in auto's. Heeft men relatief veel laaduren beschikbaar zoals bv het geval is bij vaartuigen, werktuigmotoren, voertuigen welke veel lange ritten maken dan is het nuttig de laadspanning terug te brengen op 2,25 V/cel. Dan zijn wel meer laaduren nodig om de accu geladen te krijgen maar men verdient wel een factor 5 aan de levensduur van de accu. Uit bovenstaande is de conclusie te trekken dat continulading (de zg. druppellading) aanleiding is tot een korte levensduur van de accu. Zo'n accu is na ca. 2 jaar volkomen doorgeformeerd. Beter is een periodieke lading toe te passen. Per week moet dan 1,3 x 7% van de capaciteit aan lading worden toegevoerd. Het benodigde aantal uren moet dan aangepast worden aan de laadstroom die beschikbaar is. Bij een stroom van 0,05 maal 1 (10) wordt de eindspanning ruim 2,3 V/cel.

Wil men de levensduur van een accubatterij optimaliseren, bedenk dan dat:

- a. een hogere stroom bv 0,5 maal 1 (10) 2x zo gunstig is dan 0,05 maal 1 (10)
- b. 1x per maand 3x zo gunstig is dan een keer per week, Na een maand is de accu tot 70% van z'n capaciteit gezakt, daardoor is de celspanning gedurende een langer deel van de laadtijd laag.
- c. het periodiek laden met spanningsregeling, ingesteld op 2,25 V/cel ca. 1,5 maal zo gunstig is dan met constante stroom.

6.7.8 Samenvatting - accu's.

- Ontleding van water in het elektrolyt begint bij 2,4 V
- Capaciteit van een accu is opgegeven bij een tijd van 10 uur en een temp. van 20 C.
- Rendement is 0,83 tot 0,90 Ah in Watturen 0,6S3 tot 0,75 ladingsfactor 1,1 tot 1,2
- Bij ontlading onder 11,5 V (bij 12 V) of onder 23 V (bij 24 V) geeft aanleiding tot sulfatering.
- Lading boven 2,4 V geeft knalgas - explosie gevaar.

- Teststroom van een accu is 3x de capaciteit in Ah. Spanning niet onder 0,6 V, maximale testduur 8 sec.
- Serie schakelen van accu's + aan -; optellen van de spanning - Ah van de combinatie is gelijk aan de zwakste batterij in de reeks.
- Parallel schakelen van accu's + aan + , - aan -. Spanning blijft gelijk. Ah van de combinatie is gelijk aan de som van de afzonderlijke capaciteiten.
- Te gebruiken stroom voor verlichting = 50% max van de Norm stroom van de accu of combinatie van accu's.
- Accu's ontladen ~ 1% van de capaciteit per dag.
- Druppellading 1,2% van de capaciteit.
- Normaal laden max. 10% van de capaciteit q laadtijd 1,2 x ontlading.
- Bij snelladen terugschakelen bij 2,4 V of 50°C.
- Bij accu batterij op schepen - deze plaatsen in aparte ruimte met eigen ventilatie i.v.m. explosie gevaar.

Dichtheid - Spanning tabel voor accu in rust:

Ladingstoestand:

	S.G.	Celspanning in V	accuspanning 6V (3 cellen)	accuspanning 12V (6 cellen)	accuspanning 24V (12 cellen)
ontladen	1,2	1,88	5,64	11,28	22,56
	1,12	1,98	5,89	11,78	23,56
half geladen	1,18	2,03	6,09	12,18	24,36
	1,21	2,06	6,17	12,35	24,70
	1,22	2,08	6,24	12,48	24,96
	1,26	2,10	6,30	12,60	25,20
geladen	1,28	2,12	6,36	12,72	25,54
	1,30	2,14	6,42	12,84	25,68
	1,325	2,16	6,48	12,96	25,92
s.g.	1,15 ladingstoestand	0%			
	1,18	20%			
	1,21	40%			
	1,23	60%			

6.8 STROOM EN SPANNINGSREGELAAR (een eenvoudige beschrijving van de werking)

De dynamo bestaat uit een stator (d.i. het vaststaande gedeelte) en een rotor. In de stator zijn 2 wikkelingen in serie aangebracht van veel dun draad; dit is de veldwikkeling die de taak heeft om met behulp van een gelijkspanning een magnetisch veld te vormen.

De rotor (ook wel anker genoemd) is voorzien van dikkere draden die uitkomen op de collector. Deze collector heeft de taak om de opgewekte spanning zo te schakelen dat er uiteindelijk gelijkspanning uit komt.

Er zitten 2 wikkelingen in die als volgt geschakeld kunnen zijn:

Regelend tegen massa

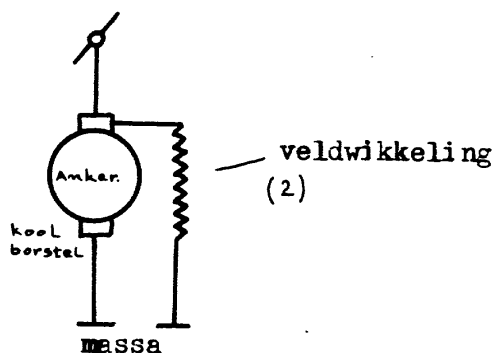


fig. 133

Regelend tegen geïsoleerde borstel

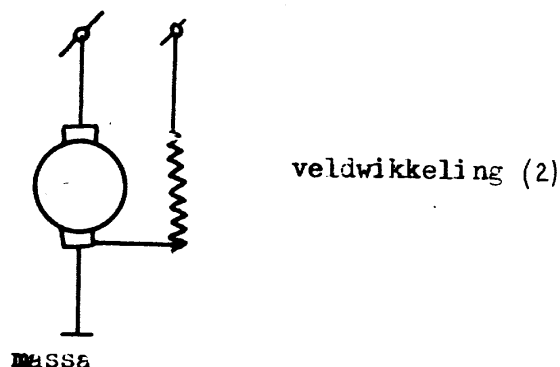


fig. 134

De 2 in serie geschakelde wikkelingen die samen de veldwikkeling vormen zijn zo geschakeld dat er 1 magnetische noordpool en 1 magnetische zuidpool ontstaat. De allereerste keer dat de dynamo gaat draaien wordt de aansluitklem even verbonden met de pluspool van de accu en de massa met de minpool. Hierdoor wordt de veldwikkeling even bekrachtigd en lopen er magnetische krachtlijnen tussen de noord- en de zuidpool. Nu is het zo, dat als een elektromagneet (zoals in dit geval) even magnetisch is geweest, er bij het weghalen van de bekrachtiging een heel klein beetje magnetisme overblijft. Dit noemt men het remanent magnetisme. Van dit verschijnsel maken we gebruik iedere keer als een dynamo gaat draaien.

Bij stilstand zullen er dus enige krachtlijnen aanwezig zijn (vanwege het remanent magnetisme). Gaat nu de dynamo draaien - doordat de motor gestart wordt - dan zullen de koperwikkelingen van het anker de weinige krachtlijnen snijden met het gevolg dat er over de borstels een kleine spanning ontstaat.

De veldwikkeling staat over de borstels zodat de opgewekte spanning een stroompje door de veldwikkeling stuurt, zodat door deze (kleine) stroom een sterker magnetisch veld ontstaat. Het gevolg van dit sterker magnetisch veld is een hoger opgewekte spanning. Een hogere spanning geeft een sterker magnetisch veld, deze weer een hogere spanning, enz. Het is dus zo, dat de opgewekte spanning de sterkte bepaald van het magnetisch veld. Dit heeft tot gevolg dat de spanning blijft stijgen volgens fig. 135.

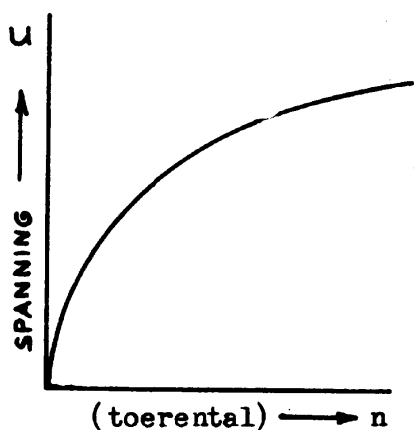


fig. 135

De spanning kan bij een 12 Volts auto-dynamo oplopen naar waarden van 35 tot 40 Volt. Het zal duidelijk zijn dat deze spanning funest is voor b.v. een 12 Volts lampje. Om hier iets aan te doen gebruiken we een spanningsregelaar. Dit lijkt moeilijk maar valt best mee.

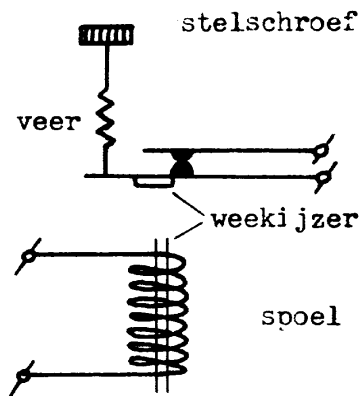


fig. 136

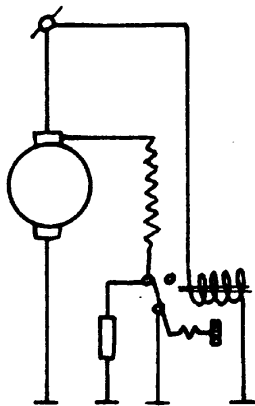


fig. 137

6.8.1 De spanningsregelaar.

We hebben al gezien dat bij het stijgen van de spanning over een spoel het gevolg heeft, dat er een steeds sterker magnetisch veld ontwikkeld wordt. Is het magnetisch veld sterk genoeg dan zal het weekijzeren plaatje aangetrokken worden tegen de kracht van het veertje in, wat toe gevolg heeft dat het contact verbroken wordt. We kunnen op 2 manieren voldoende magnetisme opwekken, nl:

- door veel windingen en een lage stroom
- door weinig windingen en een hoge stroom

Voor de spanningsregelaar gebruiken we methode a.

Nu gaan we dit mechaniek invullen in het schema van fig. 131.

De werking is dan als volgt:

De dynamo kan normaal op spanning komen.

Is de spanning gestegen tot de met de stelschroef ingestelde spanning dan zal de verbinding van de veldwikkeling met de massa worden verbroken, zodat er geen stroom kan lopen, wat tot gevolg heeft dat de sterkte van het magnetisch veld daalt en de spanning afneemt.

Bij dit afschakelen treed een sterke vonk op wat zeer schadelijk is voor de contacten, om dit "vonken" tegen te gaan is een weerstand geschakeld over de contacten. De hoogte van de ingestelde spanning wordt uitgebreid behandeld in het verhaal "De accu en wat er aan vast zit."

6.8.2 De schakelautomaat.

Nu hebben we spanning van een geregelde waarde, wat we graag willen gebruiken om een accu te laden. Om de verbinding te maken met de accu gebruiken we ook een relaischakeling, maar nu met een dubbele functie, nl:

- is de spanning van de dynamo hoger dan de rustspanning van de accu, dan moet d.m.v. een schakelcontact verbinding gemaakt worden met de accu.
- stopt de motor en daalt dus de opgewekte spanning van de dynamo, dan zal er een stroom willen lopen uit de accu naar de veldwikkeling en de ankerwikkeling.

De dynamo zal door z'n constructie als elektromotor gaan werken zodat onze kostbare acculading verdwijnt, meestal de dynamo te heet wordt en overlijdt.

Om dit te voorkomen moet de relaischakeling dus automatisch inschakelen en bij retourstroom uitschakelen. Deze relaischakeling noemen we dus meestal de automatische schakelaar.

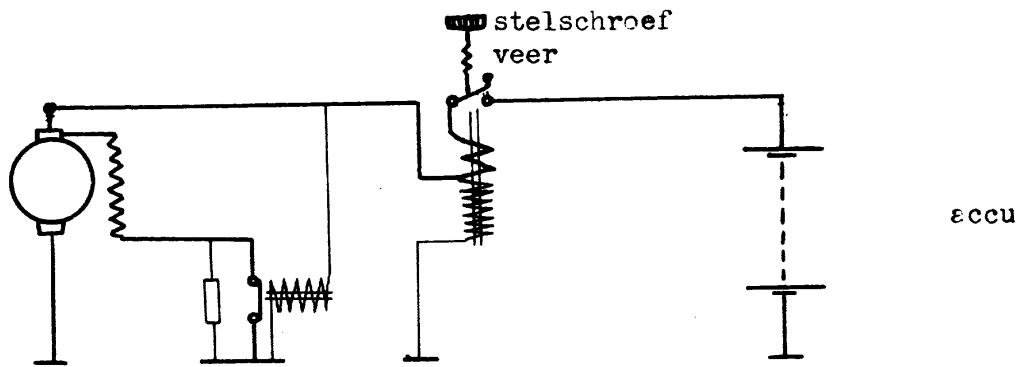


fig. 138

Deze automatische schakelaar maakt gebruik van beide methoden om magnetisme te veroorzaken, nl: veel windingen, dun draad als spanningsspoel om de contacten te sluiten bij de ingestelde waarde. De geleverde stroom van de dynamo zal het magnetisch veld van de spanningsspoel versterken d.m.v. de stroomspoel (weinig wikkelingen dik draad) en de contacten zullen stevig op elkaar gedrukt worden.

Daalt nu de dynamospanning onder de spanning van de accu dan zal de stroomrichting in de stroomspoel omdraaien nl. van boven naar beneden (i.p.v. beneden naar boven). Van de spanningsspoel blijft hij gelijk, nl. van boven naar beneden.

Dit heeft tot gevolg dat het magnetisch veld van de stroomspoel tegengesteld wordt aan het veld van de spanningsspoel zodat het contact niet meer aangetrokken wordt en de verbinding met de accu verbroken wordt.

6.8.3 De stroombegrenzing.

De functie van de stroombegrenzer is het beschermen van de dynamo tegen overbelasting, nl. als een lege accu geladen moet worden is de inwendige weerstand laag. De accu zal een voor zijn constructieafmetingen te hoge stroom gaan leveren aan de accu. Om dit te voorkomen gebruiken we een contact in serie met de spanningsregelaar. Wordt de ingestelde stroom bereikt dan wordt de veld-wikkeling onderbroken en daalt de stroom.

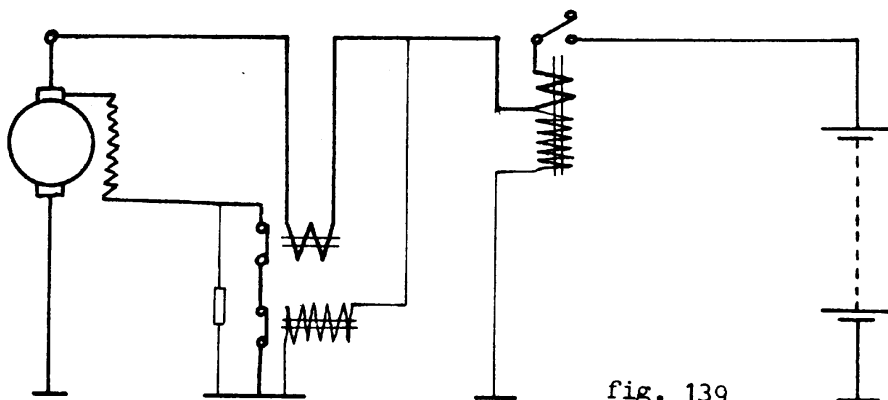


fig. 139

Het herkennen van de drie elementen in de regelaar.

In fig.137 is het laadsysteem getekend in de stand dat de motor en dus ook de dynamo stilstaat.

Twee contacten zijn gesloten en een is open.

- het is bekend dat de automatische schakelaar bij stilstaande motor de verbinding tussen dynamo en batterij verbreekt. Hieruit volgt dat het relais met de geopende contacten de automatische schakelaar moet zijn.
- de spanningsregelaar heeft een spoel van dunne wikkelingen.
- de stroomregelaar heeft een spoel van dikke wikkelingen.

6.9 WALAANSLUITINGEN.

1. Aan schepen voor de wal, waarop elektrische energie nodig is voor (bij-) verlichting, dan wel voor reparatiewerkzaamheden, mag deze energie slechts geleverd worden door middel van soepele kabels (RMcLz) onder een spanning van 42 V wisselstroom. resp. 110 V gelijkstroom.
2. Ten behoeve van laswerkzaamheden mogen uitsluitend de secundaire, de lasstroom voerende, kabels aan boord worden gebracht. De aardklem moet aan boord van het schip, zo dicht mogelijk bij de lasplaats worden aangebracht.
3. Het is verboden een hogere spanning aan boord te brengen dan de hierboven genoemde, tenzij passende maatregelen zijn genomen om zo goed mogelijk te voorkomen, dat hieruit enig nadelig gevolg zou kunnen voortkomen. Zie voor bijzondere gevallen punt 6.
4. Alle elektrische kabels moeten op zodanige wijze over de scheepswand geleid en verder naar de energie-verbruikplaats gevoerd worden, dat beschadiging van de kabelisolatie door werkzaamheden aan boord, resp. stuktrekken van de kabel tengevolge van bewegingen van het schip door eb en vloed of anderszins, zoveel mogelijk voorkomen wordt. De kabel buitenboord dient daartoe de nodige lengte te bezitten.
5. Bij verplaatsing van het schip langs de kade dienen de elektrische walverbindingen tevoren losgenomen te worden en binnenboord gehaald.
- 6a. Moet een hogere spanning dan in punt 1 genoemd, aan boord gebruikt worden, dan mag de voeding alleen van tijdelijke aard zijn.
- b. Per voedingspunt aan de wal zal zich aan boord slechts één verbruiktoestel mogen bevinden.
- c. Op de voedende kastenbatterij aan de wal dient zich een automatische schakelaar te bevinden, voorzien van nulspannings-, thermische- en magnetische beveiliging, alsmede van een z.g. core-balance-relais, of aardlekschakelaar.
- d. De kastenbatterij en alle uitwendige metalen delen van de daarop gemonteerde toestellen dienen op deugdelijke wijze geaard te zijn.
- e. Voor de elektrische verbinding tussen wal en schip dient gebruik gemaakt te worden van een 3-aderige rubber- of neopreenmantelkabel met extra zware mantel (ZZ)
- f. Op de wal dient deze kabel via een vergrendeld stopcontact op de automaat te worden aangesloten, aan boord wordt de kabel direct ingevoerd in de werkschakelaar, gemonteerd op het metalen frame van het verbruikstoestel.
- g. Tussen werkschakelaar en verbruikstoestel dient de gebruikelijke bedieningsapparatuur (ems, drukknoppen en dergelijke) geschakeld te zijn.
- h. Alle metalen delen op dit frame gemonteerd, zullen elektrisch met dit frame worden doorverbonden.
- i. Een permanent aan dit frame aangesloten soepele aardingskabel van tenminste 25 mm² koperdoorsnede dient voor de inbedrijfstelling met behulp van een schroefklem, schroef- of boutverbinding deugdelijk aangesloten te worden op een blank gemaakt deel van de metalen scheepsromp.
- j. De aardingskabel aan boord mag eerst van de romp van het schip losgemaakt worden na verbreking van de stopcontactverbinding op de wal.

7. olie gestookte kachels in wachtschepen

Zie ook Bekendmaking aan de scheepvaart nr. 33/1965, d.d. 3 september 1965
(Staatscourant 1965 nr. 169)

1. De volgende voorschriften hebben uitsluitend betrekking op olie-gestookte kook- en verwarmingskachels, waarin de olie wordt vergast in een verhitte verbrandingspot, die op een zodanige temperatuur wordt gebracht, dat de vergaste olie daarin blijft doorbranden.
2. Alleen kachels met natuurlijke trek mogen in verblijven worden toegepast.
3. De luchttoevoer naar de ruimte waarin een olie-gestookte kook- en verwarmingskachel is opgesteld, moet steeds verzekerd zijn, m.a.w. er moet voldoende ventilatie zijn.
4. De brandstofdagtank van een oliekachel moet buiten het verblijf zijn opgesteld en gemakkelijk zonder morsen kunnen worden gevuld. Geschiedt het vullen d.m.v. een pomp, dan moet de dagtank zijn voorzien van een overstroomleiding die ie brandstof naar de voorraadtank terugleidt; in deze leiding moet nabij de pomp een kijkglas zijn aangebracht. De diameter van de overstroomleiding moet 1/4" groter zijn dan die van de toevoerleiding. Voorts moet de dagtank zijn voorzien van een peilinrichting, een afsluiter aan de tank in de leiding naar de kachel, die buiten het verblijf kan worden bediend, een ontluchtingspijp naar de buitenlucht en een zelfsluitende wateraftap.
5. Voor de brandstofleidingen mag uitsluitend naadloos getrokken stalen of koperen pijp worden gebezigd.
6. In elke brandstoftoevoerleiding naar een branderpot van een kachel met natuurlijke trek moet nabij de kachel zijn aangebracht: a. een afsluiter b. een vlotterinrichting die voorkomt dat het olieniveau in de branderpot een hoogte bereikt waarbij de pot overloopt of de olie bij een bewegend schip uit de pot wordt geslingerd.
7. De in het vorige artikel genoemde vlotterinrichting (zg.scheepscarburator) moet aan de volgende eisen voldoen:
 - a. zowel het huis als het binnenwerk moeten zijn vervaardigd van corrosiebestendig materiaal
 - b. de goede werking moet gewaarborgd zijn ook bij stampend en slingerend schip en bij constante slagzij van 20°.
 - c. zij moet voorzien zijn van een gemakkelijk te bedienen regelmechanisme, waarmee de toevoer van olie naar de branderpot kan worden geregeld. Deze toevoer moet zodanig zijn dat nimmer meer olie kan worden toegevoerd dan volgens de fabrikant van het fornuis per tijdseenheid maximaal in de branderpot mag worden verbrand. De regelaar moet voorzien zijn van een duidelijke standaardwijzing
 - d. de vlotter moet zijn voorzien van een overvloei, zodat bij defect geraken van de vlotterbeweging of lekkage van de vlotternaald het teveel aan olie niet in de branderpot terecht kan komen (en het olie-niveau daarin dus niet boven het toelaatbare kan stijgen), doch worden afgevoerd naar een lekoliebak, tenzij voorzien wordt in een automatische sluiting van de olietoevoer.
8. De kachel moet zijn opgesteld in een oliedichte lekbak met randen van tenminste 10 cm hoogte; de zich in de lekbak verzameld hebbende olie moet daaruit gemakkelijk kunnen worden verwijderd en opgevangen.
9. In de schoorsteen van het fornuis mag geen demper zijn aangebracht; rookafvoerleidingen moeten waar nodig afdoende zijn geïsoleerd.
10. De plaatsing van een kachel moet zodanig zijn dat oververhitting van vloer, wanden en dekken niet mogelijk is.
11. In de nabijheid van een oliegestookte kachel dient een goedgekeurde brandblusser, geschikt voor het blussen van oliebranden zijn opgehangen.
12. Bij elke oliegestookte kachel moet op duidelijke en duurzame wijze een bedieningsvoorschrift zijn aangebracht.

Voorbeeld van een brandstofsysteem

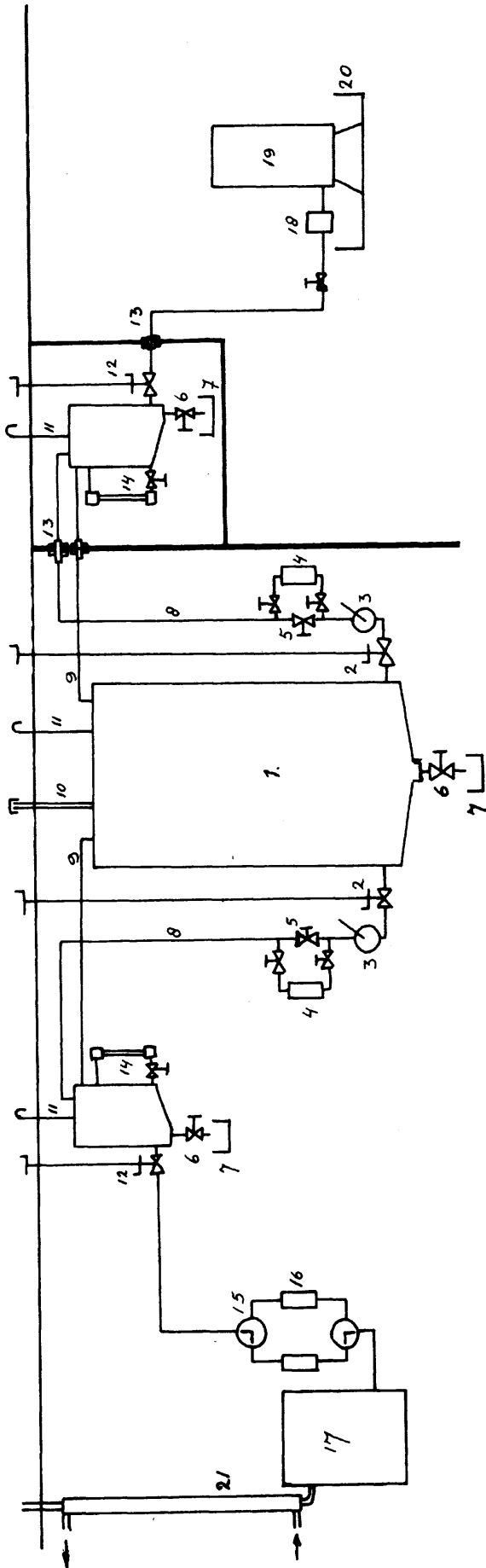


fig. 140

- | | |
|--|---|
| <p>1. Bunker -- de inrichting van brandstoftanks moet zodanig zijn dat door verkeerde handelingen geen brandstof uit de tank in het schip kan lopen.</p> <p>2. afsluiter bunker, vanaf dek bedienbaar</p> <p>3. vleugel- of tandwielpomp</p> <p>4. filter</p> <p>5. omloop</p> <p>6. aftap</p> <p>7. lekbak</p> <p>8. leiding naar dagtank. Alle brandstofleidingen moeten zijn samengesteld uit einden roodkoperen of naadloze stalen pijp van zo groot mogelijke lengte. Alle leidingen moeten sterk en dicht zijn en beschermd tegen beschadiging. De dagtank mag niet boven een motor of uitlaat zijn gemonteerd.</p> <p>9. overstroomleiding (diameter $1\frac{1}{2}$ x diam. 8)</p> | <p>10. De vulleiding en de ontluuchtingsleiding (11) van de brandstoftanks moeten op het dek of buitenboord uitmonden.</p> <p>11. Ontluchting voorzien van vlamwerend gaas.</p> <p>12. De toevoer van brandstof moet van een plaats buiten de ruimte waar de brandstof is opgeslagen, kunnen worden afgesloten</p> <p>13. wanddoorvoer</p> <p>14. peilglas met afsluiter (moet zelfsluitend zijn)</p> <p>15. 2-wegkraan</p> <p>16. duplex filter</p> <p>17. motor</p> <p>18. scheeps carburateur</p> <p>19. kachel moet vast aan het schip zijn gemonteerd</p> <p>20. lekbak (inhoud groter dan de dagtank)</p> <p>21. de uitlaatleiding moet geïsoleerd zijn en zo mogelijk gekoeld.</p> |
|--|---|

8. gas aan boord

Voorschriften voor flessengas-installaties aan boord van schepen.

Deze voorschriften zijn van toepassing op vloeibaar gas-installaties

- a. gevoed uit flessen
- b. voor de gastoevoer naar de verbruikstoestellen gebruik gemaakt wordt van slang en/of koperen buis, welke laatste een inwendige middellijn van ten hoogste 13 mm mag hebben
- c. de werkdruk der verbruikstoestellen ten hoogste 500 mmwk bedraagt.

Opstelling van verbruikstoestellen is slechts toegestaan in vertrekken waar een volledige verbranding van het gas gewaarborgd is door voldoende lucht-toetreding en voldoende afvoer van verbrandingsgassen.

Aan boord zijn alleen verbruikstoestellen toegestaan voorzien van een thermo-elektrische beveiliging.

In badruimten mogen nimmer verbruikstoestellen worden geplaatst, die niet zijn aangesloten op afvoerkanaal of afvoerleiding tenzij het toestellen betreft met een gesloten verbrandingsruimte.

De opstelling van verbruikstoestellen moet zodanig zijn, dat de bediening het onderhoud en de controle gemakkelijk en zonder gevaar kunnen geschieden.

De opstelling van verbruikstoestellen moet zodanig zijn, dat schadelijke verhitting van voorwerpen en stoffen in de omgeving van het toestel redelijkerwijze uitgesloten is. Zonodig moeten voor dit doel beschermplaten van asbest of metaal worden aangebracht. De afstand tussen beschermplaat en bedoelde voorwerpen en/of stoffen moet tenminste 1 cm bedragen.

De opstelling van verbruikstoestellen moet zodanig zijn, dat ongewilde verplaatsingen van de toestellen geen ontoelaatbare krachten op leidingen en verbindingen veroorzaken.

Voor ieder verbruikstoestel dient een kraan te zijn aangebracht. Deze aansluitkraan moet zijn aangebracht in hetzelfde vertrek als waarin het verbruikstoestel is opgesteld.

Afhankelijk van de wijze waarop de verbruikstoestellen moeten worden sloten, moeten de betrokken aansluitkranen aan de uitlaatzijde zijn voorzien:

- a. van een doelmatige koppeling
- b. van een slangtuit volgens N.....

Alle bedoelde kranen moeten geschikt zijn voor een werkdruk van 500 mmwk en van het veerbelaste type zijn.

Voor zover deze aanwijzingen in strijd zijn met de aanwijzingen verstrekt door de fabrikant, moet deze worden voorgelegd aan de technische commissie.

Het aantal op te stellen flessen moet zodanig worden gekozen, dat de verdampingscapaciteit van de in bedrijf zijnde fles(sen) voldoende is om een ongestoorde gasvoorziening van de verbruikstoestellen te verzekeren. Het aantal op te stellen flessen moet anderzijds zo gering mogelijk worden gehouden.

Aangesloten flessen mogen uitsluitend zijn opgesteld in een speciaal hiervoor ingerichte flessenkast, die bovendeks moet zijn aangebracht. Niet aangesloten flessen (vol zowel als leeg) dienen, voorzien van veiligheidsdop en fleskap, op een hiertoe geschikte plaats aan dek, uit de nabijheid van open vuur worden opgeslagen.

Daar de opstelling van aangesloten flessen in een bovendekse flessenkast o.m. met zich mee brengt, dat de flessen gedurende het winterseizoen aan lage temperaturen worden blootgesteld, mag alleen gebruik worden gemaakt van propaangas.

De flessen mogen uitsluitend in staande toestand, d.w.z. met de kraan naar boven gericht, worden opgesteld.

De opstelling der flessen moet zodanig zijn, dat zij gemakkelijk en snel kunnen worden verwijderd.

Flessen moeten zodanig worden opgesteld dat geen gevaar voor mechanische beschadiging aanwezig is.

Flessen moeten zodanig worden opgesteld dat het binnendringen van eventueel lekgas in besloten ruimten wordt voorkomen.

Flessen moeten zo goed mogelijk worden beschermd tegen zonnestraling.

Afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden moeten voorzieningen worden getroffen, waardoor de toegang tot de flessen voor onbevoegde redelijkerwijs niet mogelijk is.

Het af en aankoppelen mag nooit gebeuren in de nabijheid van open vuur. Roken is hierbij dus verboden, evenals het "bijlichten" d.m.v. een olielamp, kaars, lucifer of iets dergelijks.

Alvorens tot het af- en aankoppelen van flessen over te gaan, dienen de kranen van alle verbruikstoestellen te worden gesloten.

Maak voor het af- en aankoppelen altijd gebruik van een passende steeksleutel. Attentie- de fleskraan is voorzien van linkse draad.

Controleer, alvorens een lege fles af te koppelen, of de fleskraan gesloten is. Attentie: de fleskraan nooit anders sluiten dan met de hand.

Voor het aankoppelen van volle flessen en het opnieuw in gebruik stellen van de installatie dienen de volgende handelingen te worden verricht:

a. controleer - na de fleskap verwijderd te hebben - of de fleskraan gesloten is .

b. eerst daarna de veiligheidsdop afnemen.

c. de pakkingring, bestemd voor de afdichting van de verbinding tussen de fleskraan en het overige deel der installatie vervangen door een nieuw en onbeschadigd exemplaar. Deze zijn verkrijgbaar bij de deponhouders. d. fles aankoppelen e. fleskraan openen.

Attentie: de fleskraan nooit anders dan met de hand openen. Levert dit moeilijkheden op dan desbetreffende fles omruilen bij de deponhouder.

f. de juist gemaakte verbinding tussen neskraan en het overige deel der installatie controleren op gasdichtheid d.m.v. afzepen. Attentie: controleren op gasdichtheid d.m.v. een brandende vlam of lucifer is gevaarlijk dus verboden!!

Houd bij het in gebruik nemen van een verbruikstoestel eerst de vlam bij de brander-uitstroomopening en open eerst daarna de kraan.

Draag er zorg voor, dat de slag van een verbruikstoestel op geen enkele wijze aan verhitte wordt blootgesteld, niet beklemd raakt of tegen scherpe randen rust. Attentie: de slang kan op de duur verdrogen, poreus worden en inscheuren. Laat daarom van tijd tot tijd (elke 3 jaar) een nieuwe goedgekeurde slang aanbrengen .

Ten einde het gas op veilige wijze aan de verbruikstoestellen toe te voeren, moet tussen fles(sen) en verbruikstoestel(len) een gasdicht leidingnet worden aangebracht.

Alle vaste leidingen moeten worden uitgevoerd in koperen buis overeenkomstig N 1200. kwaliteit. halfhard.

Voor buigzame leidingen komen onderstaande constructies en materialen in aanmerking: a. een van koppelingen voorziene koperen buis overeenkomstig N 1200, kwaliteit halfhard, voorzien van een-expansiebocht. b. een al dan niet gewapende rubberslang voorzien van koppelingen met dienverstande dat deze niet langer mag zijn dan 1 meter en niet door een schot mag gaan.

De slang moet vrij en ongespannen zijn aangebracht en over de volle lengte zichtbaar zijn. De slang moet bovendien zodanig zijn aangebracht, dat zij op geen enkele wijze aan ontoelaatbare temperatuursinvloeden wordt blootgesteld. Slangen mogen nimmer als vaste leiding worden gebezigd.

Een vaste leiding zo aanleggen dat:

- a. de leiding door zo weinig mogelijk schotten voert. Doorvoeren door waterdichte schotten moeten met doorvoerkoppelingen geïnstalleerd worden.
- b. de leiding zo aanleggen dat deze zondersloopwerk geïnspecteerd kan worden.
- c. de leiding dient op regelmatige afstand goed te worden vastgezet met beugels of klemmen, zodat trillen van de leiding niet mogelijk is.
- d. de leiding dient zo weinig mogelijk koppelingen te hebben en zo mogelijk uit één stuk bestaan.

De onderlinge afstand tussen de beugels en/of zadels mag niet groter zijn dan 70 x de buitendiameter van de leiding. Ondersteuning is altijd noodzakelijk in de nabijheid van verbindingen en bochten.

Het tracé van de leiding moet zo worden gekozen dat:

- a. het gevaar voor condensatie van het gas uitgesloten moet worden geacht.
- b. de leiding geen schade kan ondervinden van afdruiwend condensatie-water, bv. van koudwater leidingen.
- c. de leiding moet ten minste 2 cm verwijderd zijn van elektrische leidingen.
- d. de leiding niet aan mechanische beschadiging wordt blootgesteld.

Dimensionering van de leiding:

- a. de dimensionering van de leiding(en) moet zodanig zijn, dat bij het - maximale gasverbruik van de installatie op geen enkel punt in de vaste leiding(en), gemeten tussen de uitlaatzijde van het drukregelorgaan en het (de) verbruikstoestel(len), een drukverlies optreedt, dat groter is dan 5% van de werkdruk. b. voor het vaststellen van de overeenkomstig sub a vereiste leidingdiameters wordt verwezen naar de hierna volgende tabel:

Maximaal toelaatbaar gasverbruik in g/h, bij gegeven middellijn en lengte van de leiding:

leidinglengte van uitlaatzijde drukregelaar tot verst verwijderd verbruikstoestel in m	werkdruk 300 mwk binnenmiddellijn van de leiding in m			werkdruk 500 mwk		
	6	10	13	6	10	13
0 - 2,5	540	1850	3800	700	2400	4800
2,6 - 5,0	430	1500	3000	560	2000	4000
5,1 - 7,5	350	1160	2300	440	1600	3200
7,6 - 10,0	310	990	1900	380	1300	2600
10,1 - 12,5	280	280	1700	350	1100	2300
12,6 - 15,0	260	790	1500	320	1000	2000
15,1 - 17,5	240	720	1400	300	900	1800
17,6 - 20,0	220	670	1300	280	820	1650
20,1 - 22,5	200	640	1200	270	780	1550
22,6 - 25,0	180	610	1150	260	740	1500
25,1 - 27,5	160	580	1100	250	720	1450
27,6 - 30,0	150	560	1050	240	700	1400

fig. 141

Plaatselijke vernauwingen van de doortocht van de leidingen door dichtingsmateriaal of anderszins dienen te worden voorkomen. De bij het inkorten gevormde braam moet volledig worden verwijderd.

Bochten moeten zoveel mogelijk door middel van buigen tot stand worden gebracht. Hierbij moet de straal van de bochten, gemeten vanuit het hart van de leiding tenminste gelijk zijn aan het vijfvoud van de buitenmiddellijn van de betrokken leiding.

Verbindingen dienen bij voorkeur op gemakkelijk toegankelijke plaatsen te zijn aangebracht

Verbindingen in koperen leidingen dienen bij voorkeur gemaakt te worden d.m.v.

a. doelmatige koppelingen

b. hardsolderen, voor welk doel zowel capillaire soldeerfittings als verbindingen door middel van optrompen van leidingen kan worden gebruikt. In deze gevallen moet gebruik gemaakt worden van een soldeermateriaal met een minimum smeltpunt van 550°C.

De aansluiting van de verbruikstoestellen op de gasleiding moet zodanig zijn dat de toestellen niet door de leiding worden ondersteund of gedragen.

Ten behoeve van de noodzakelijke reductie van de variabele flesdruk tot de voor verbruikstoestellen vereiste werkdruk, moet in elke installatie een doelmatig drukregelorgaan worden aangebracht.

De doorlaatcapaciteit van het toe te passen drukregelorgaan moet voldoende zijn om bij het maximale gasverbruik van de installatie de vereiste werkdruk te kunnen handhaven

Uitgaande van een installatie waarvoor met één aangesloten fles kan worden volstaan, moet de verbinding tussen fles, drukregelorgaan en het overige gedeelte van de installatie op de hierna genoemde wijze tot stand gebracht worden:

Bij de installatie wordt het drukregelorgaan vast aan de flessenkast aangebracht. De verbinding tussen fles en regelorgaan geschiedt dan door middel van een hogedrukslang van maximaal 0,6 m lengte.

Na het drukregelorgaan dient een doelmatige hoofdkraan aanwezig te zijn.

Na de hoofdkraan dient d.m.v. een kraan een vast aangebrachte manometer met een meetbereik van 10 mwk te zijn aangebracht. Deze manometer dient ter controle op gasdichtheid van de leiding. De controle dient periodiek uitgevoerd te worden. Hiertoe worden alle kranen bij de verbruikstoestellen gesloten. De hoofdkraan wordt even geopend en daarna weer gesloten. Het leidingnet wordt beschouwd gasdicht te zijn als na het bereiken van het temperatuursevenwicht (d.i. na ca. 10 min.) de aangewezen druk ca. 7 min. constant blijft. Is de gasdruk wel gedaald dan onmiddellijk de installateur waarschuwen zodat het lek opgespoord kan worden.

Alvorens een nieuw aangelegde installatie in bedrijf te nemen, moet het leidingnet met lucht worden doorgeblazen en moet de gehele installatie op gasdichtheid worden beproefd.

Dit geldt eveneens als een bestaande installatie een uitbreiding heeft ondergaan.

Voor de beproeving op gasdichtheid moet het gehele leidingnet vanaf de uitlaatzijde van het drukregelorgaan tot en met de gesloten kranen op de verbruikstoestellen met lucht op een druk worden gebracht, die ten minste gelijk moet zijn aan het vijfvoudige van de werkdruk. Denk er om de controle-manometer d.m.v. een kraan af te sluiten daar deze niet bestand is tegen een overbelasting van 22 x. Het leidingnet wordt beschouwd gasdicht te zijn als na het bereiken van het temperatuursevenwicht (d.i. na ca. 10 min.) de aangewezen druk ca. 7 min. constant blijft.

Indien het leidingnet niet voldoende gasdicht is dient het lek d.m.v. afzepen te worden opgespoord.

Na gebleken gasdichtheid moet de installatie op normale wijze in bedrijf worden gesteld en moeten alle verbindingen door middel van afzepen op gasdichtheid worden gecontroleerd.

Niet gasdichte verbindingen moeten worden hersteld. Eventuele defecte materialen moeten worden vervangen. Ondichtheden mogen nooit worden dichtgesmeerd, gekookt of geklopt.

Alvorens de installatie wordt opgeleverd, moeten alle tot de installatie behorende verbruikstoestellen op hun goede werking te worden gecontroleerd. Dit geldt eveneens voor de installaties welke een uitbreiding van een of meer verbruikstoestellen hebben ondergaan.

Tevens moet bij deze controle van de toestellen worden nagegaan of de ontsteking de tempering en de doving van de branders op de juiste wijze geschieden. Hierbij moet tevens worden gecontroleerd of de beveiligingen goed functioneren.

Enige tijd nadat een verbruikstoestel, aangesloten op een afvoerkanaal en/of een afvoerleiding is ontstoken, moet worden nagegaan of de verbrandingsgassen goed worden afgevoerd.

De installateur is ten volle verantwoordelijk voor de naleving van deze voorschriften en de deugdelijke uitvoering van de installatie.

9. veiligheid

voorbeeld goede flessengas installatie

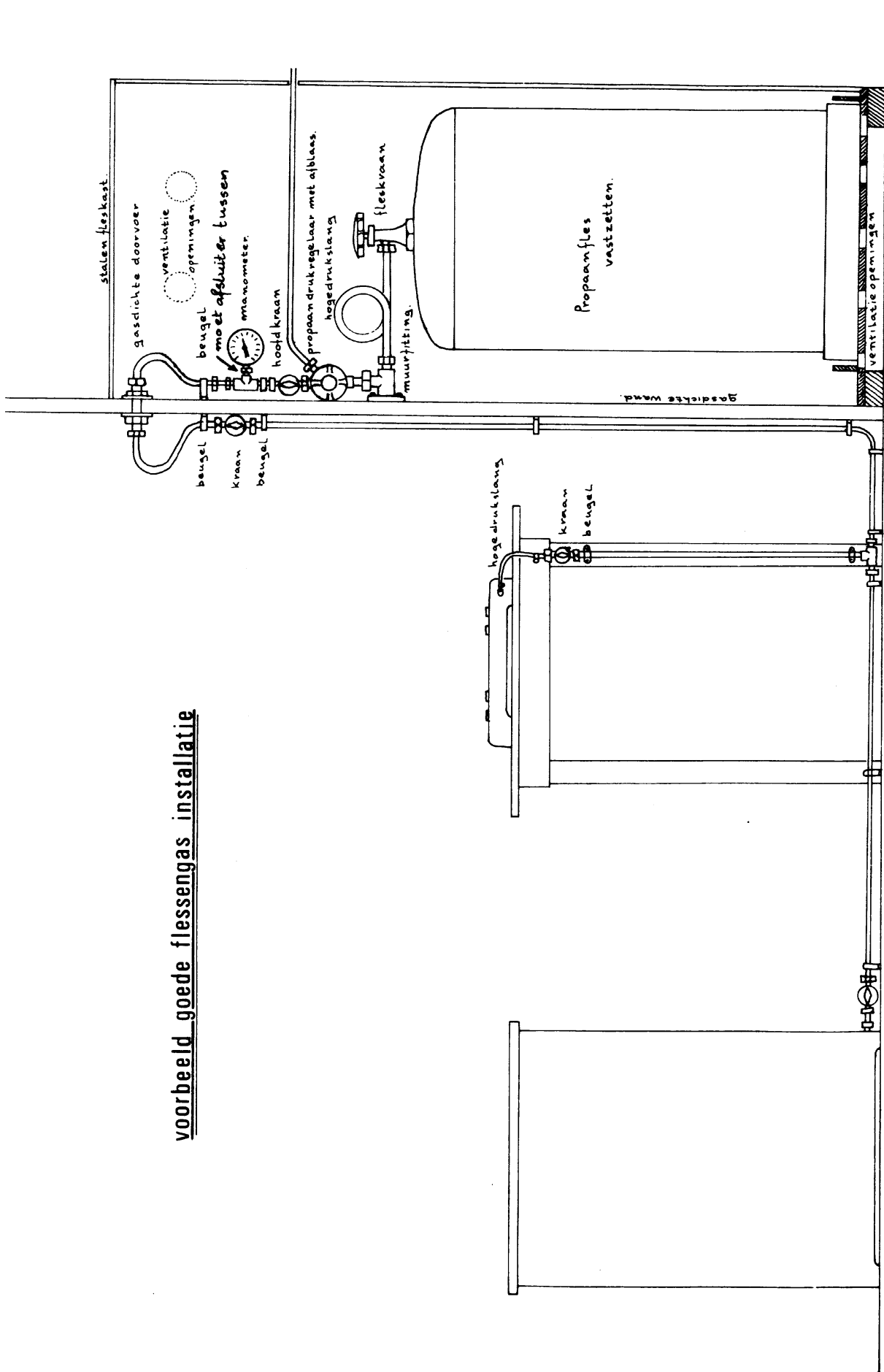
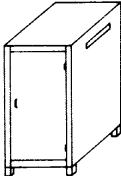
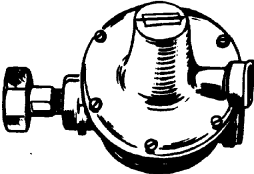
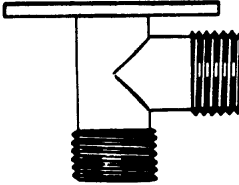
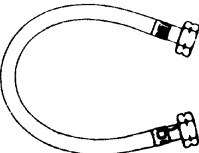
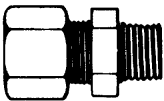



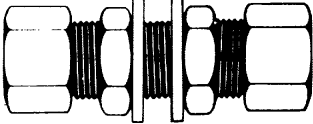
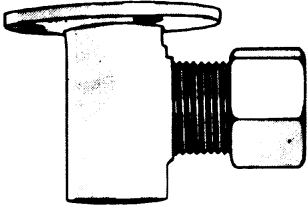
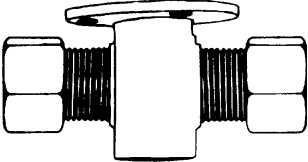
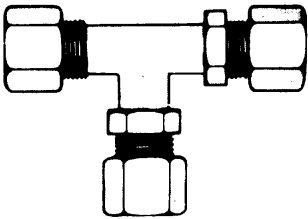

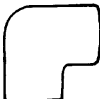

fig. 142



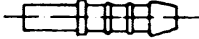
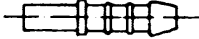





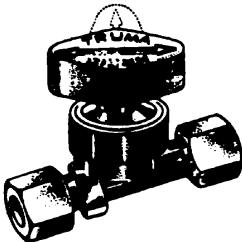
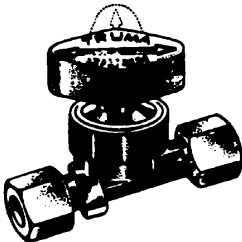
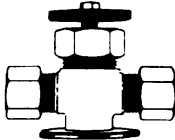
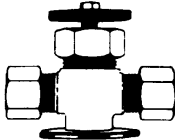
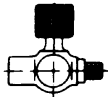
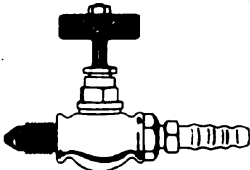
M. J. TROOST & ZN.
Prins Hendrikkade 148 - Rotterdam (Holland)

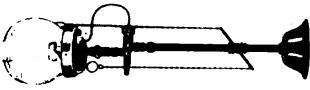


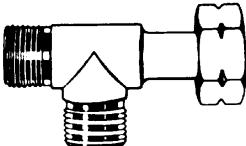

Afdeling gas Telefoon 112275 / 127190

Benodigheden voor de aanleg van gasinstallaties aan boord van schepen volgens de voorschriften van de Scheepvaart Inspectie en de Commissie van Toezicht voor de Rijn- en Binnenvaart.

Afbeelding	Omschrijving van het artikel
	<p>IJzeren kastje, afm. 40 x 40 x 70 cm met deur, ontluftung aan boven- en onderzijde. Geschikt voor 1 Shell propaan/butaan fles</p>
	<p>Propaanregelaar 30 gram/cm² met afblaasveiligheid</p>
	<p>Muurfitting W 6 : voor bevestiging van de regelaar tegen de binnenwand van het gaskastje</p>
	<p>Slangpigtail : rubber slangkoppeling met 2 koperen wartelmoeren voor verbinding van de gasfles met de W 6</p>
	<p>R 6/8 - 1/8 uitw. : voor aansluiting van de afblaasleiding op de regelaar</p> <p>R 6/8 - 3/8 uitw. : voor aansluiting van de installatieleiding 6/8 mm op de regelaar</p> <p>R 10/12 - 3/8 uitw. : voor aansluiting van de installatieleiding 10/12 mm op de regelaar</p>
	<p>R 10/12 - 1/8 uitw.</p> <p>R 6/8 - 6/8 : rechte aansluiting</p> <p>R 10/12 - 10/12 : rechte aansluiting</p> <p>R 6/8 - 10/12 : rechte aansluiting</p>

Afbeelding	Omschrijving van het artikel
	Schotdoorvoer 6/8 , 7 cm lang
	Schotdoorvoer 6/8 , 15 cm lang
	Schotdoorvoer 6/8 , 20 cm lang
	Schotdoorvoer 10/12, 7 cm lang
	Schotdoorvoer 10/12, 15 cm lang
	Schotdoorvoer 10/12, 20 cm lang
	Wandfitting W 6/8 - 1/8 inw.
	Wandfitting W 6/8 - 3/8 inw.
	Wandfitting W 10/12 - 3/8 inw.
	Wandfitting W 6/8 - 6/8 - 1/8 inw.
	Wandfitting W 6/8 - 6/8 - 3/8 inw.
	Wandfitting W 10/12 - 10/12 - 3/8 inw.
	T-stuk T 6/8 - 6/8 - 6/8
	T-stuk T 6/8 - 6/8 - 10/12
	T-stuk T 6/8 - 10/12 - 6/8
	T-stuk T 10/12 - 10/12 - 10/12
	T-stuk T 10/12 - 10/12 - 6/8
	T-stuk T 10/12 - 6/8 - 10/12
	T-stuk 1/8 - 1/8 - 1/8
	T-stuk 1/8 - 1/8 - 1/8 , op voetplaat
	Knie 1/8 - 1/8
	Sok 1/8 - 1/8

Afbeelding	Omschrijving van het artikel
	Borstnippel 1/8 - 1/8
	Slangpilaar 1/8
	Slangpilaar, passend in wartelmoer 6/8
	Slangpilaar, passend in wartelmoer 10/12
	Wartelmoer, linkse draad Shell
	Wartelmoer voor klemfitting 6/8
	Wartelmoer voor klemfitting 10/12
	Conische ring 6/8
	Conische ring 10/12
	Snelafsluitkraan 6/8 met muurbeugel
	Snelafsluitkraan 10/12 met muurbeugel
	Naaldkraan 6/8 - 6/8 op voetplaat
	Naaldkraan 10/12 - 10/12 op voetplaat
	Naaldkraan 1/8 binnen - 3/8 buitendraad
	Slangkraan 1/8 buitendraad - vaste slangpilaar

Afbeelding	Omschrijving van het artikel
	<p>Plafondpendel 16 cm lang</p> <p>Verlichtingsbrander, compleet met ballondrager en thermo-electrische beveiliging</p> <p>Stenen cluster voor brander</p> <p>Gaskousje</p> <p>Opale Jenaballon</p> <p>Thermo-element STGL-6-S-4</p> <p>Thermokoppel 22 cm lang</p> <p>Thermokoppel 32 cm lang</p> <p>Thermokoppel 60 cm lang</p> <p>Thermokoppel 100 cm lang</p> <p>Koperen moertje, voor elke thermokoppel 2 st.</p> <p>Roodkoperen gegloeide leiding 6/8 mm p. Mtr.</p> <p>Koperen pijp 10/12 mm op lengten van 5 M p. Mtr.</p> <p>Hogedrukslang p. Mtr.</p> <p>Koperen leidingbeugels 6/8 mm</p> <p>Koperen leidingbeugels 10/12 mm</p> <p>Plastic leidingbeugels 6/8 met nagel</p>
	<p>Slangklemmen No. 00</p>
	<p>Emaille rookverbodbordje, voor montage op het gaskastje</p>
	<p>Koppel T: voor aansluiting van 2 fl. op 1 reg.</p>
	<p>Verloopnippel Shell-Benegas</p>

9 Veiligheid

9.1 AAN BOORD VAN EEN WACHTSCHIP.

- * Zorg ervoor dat als u gaat varen, tenminste 1 persoon aan boord is die goed kan varen en 1 persoon die de motor kent. Deze 2 functies mogen nooit door een en dezelfde persoon vervuld worden.
- * Neem voldoende brandveiligheidsmaatregelen t.a.v. de machinekamer, kombuis, ruim en stafverblijf. De plaatselijk brandweer zal zeer wel bereid zijn om u hierin te adviseren en misschien zelfs de nodige blusapparaten beschikbaar stellen.
- * Zorg voor voldoende vluchtmogelijkheden vanuit het ruim, minimaal 3 en eventueel andere verblijf- of slaappleatsen.
- * Ga 's nachts nooit varen terwijl de jongens in hun slaapzakken in het ruim liggen te slapen. Dit is levensgevaarlijk als er iets gebeurt.
- * Zorg voor een goede ventilatie-mogelijkheid als er veel jongens op de vloer van het ruim slapen.
- * Laat altijd 2 personen aan boord die de motor kunnen bedienen en varen als u zelf weggaat, waar u ook ligplaats gekozen hebt.
- * Ligt u ergens voor anker en bent u er niet zeker van dat het anker goed houdt, doordat u misschien niet goed op de hoogte bent met de plaatselijke omstandigheden, laat dan de wacht lopen door capabele personen. Wat voor velen een normale zaak is, al het varend materieel verzekerd te hebben, blijkt geen usanse te zijn. Sluit u voor u iets gaat ondernemen, een W.A.verzekering af. Misschien is het mogelijk het schip tijdelijk te verzekeren.
- * Zorg als het mogelijk is voor 12 of 24 Volt verlichting in het ruim i.p.v. petroleum slapen of iets in die geest. (i.v.m. BRANDGEVAAR)
- * Test zelf de propaangasflessen van kombuis of van de jongens door ze goed dicht te draaien en dan onder water te houden. De flessen willen nog al eens lekken bij de hals.
 - * De voorgeschreven plaats voor de propaangasfles is ergens aan dek in kist met ventilatie, vandaar met koperen leiding naar het comfoor.
- * Zorg voor een noodstuurinrichting (indien mogelijk) die snel te installeren is of permanent aangebracht.
- * Eventueel hijstuig indien aanwezig, moet officieel ieder jaar gekeurd worden. Op de wal kan het meestal nog goede diensten verrichten als takel voor de vletten.
- * Zorg ervoor dat de roerganger een ten allen tijde vrije en onbelemmerd uitzicht heeft in alle richtingen. Een echte sloopshoorn, sloopshoorn en een goed zoeklicht zijn onontbeerlijk als u uitvaart.
- * Reddingsmateriaal in de vorm van zwemvesten, boeien, houten banken, kunstvloten en/of blokken zijn in het zomerkamp leuk spelmateriaal en kunnen in geval van nood niet gemist worden. Het varen met een leeg schip kan bij enige wind i.a. bij en in nauwe vaarwateren, problemen opleveren bij sluizen en bruggen. Over het ballasten van de schepen zijn de meningen verdeeld. Gestort beton kan moeilijkheden opleveren i.v.m. verzekeringen (het vlak is dan - ook voor reparaties onbereikbaar geworden). Losse betonblokken in vorm gegoten kunnen goed zijn, evenals gewone straatklinkers (zijn bovendien gemakkelijk te verplaatsen bij inspecties en reparaties aan het vlak).
- * zorg dat u ook goed achteruit kunt varen met uw schip, wat zeer belangrijk is bij sluizen, enz.
- * Een alarminstallatie in het ruim verhoogt de veiligheid. Een 12 of 24 Volts bel met een knipperlicht kan een goede oplossing zijn.
- * Leidt een paar jongens op als kabelploeg voor het aanleggen, afvaren en sluizenwerk.
- * Gebruik geen polytheen lijnen voor het afremmen bij sluizen e.d. Dit brandt nl. door op een plaats waar het bekneld raakt: op de bolders. Gebruik bij voorkeur manilla of nylon.
- * Zorg voor reserve lampen en reserve brandstof.

9.2 VEILIGHEID IN DE MACHINEKAMER.

9.2.1. Algemeen

- draag geen ringen of horloges
- draag goed passende (werk)kleding en voorkom losse of versleten schoenzolen, geen losse halsdoek
- lange haren kunnen door draaiende delen gegrepen worden, voorkom dit en laat evt. uw haar kortknippen, anders: draag een haarnetje!
- stoei of speel niet bij de draaiende machines
- gooi nooit met lappen, poetsdoeken e.d.
- zet een bril op waar dit nuttig is.
- draag geen scherpe voorwerpen in uw zakken
- leg gereedschap en materiaal zo neer dat niemand zich er aan kan verwonden of erover kan vallen.
- richt nooit perslucht, gas of waterslangen op een ander.
- bij het hanteren van zware of ruwe lasten is het dragen van veiligheidsschoenen en/of handschoenen aan te bevelen.
- gemorste vloeistoffen (olie) dienen te worden opgeruimd (slip- en brandgevaar)
- let op bij het schoonblazen van de machinedelen dat u een ander niet verontreinigt met stof en vuil
- houdt de looppaden in de machinekamer vrij van materiaal en gereedschappen.
- het is gevaarlijk om oude zaagbladen moedwillig te breken, de stukken zijn scherp en springen ver weg. Doe dit als het noodzakelijk is in een doek.
- blijf bij hijswerkzaamheden met de last zo dicht mogelijk bij de grond.
- misplaatste zuinigheid kan onveilig werken veroorzaken, vervang dus tijdig gesleten of beschadigd gereedschap

9.2.2 Handgereedschap

- gebruik geen vijlen zonder heft of met een gescheurd heft.
- sla nooit op een vijl
- gebruik geen hamers met een gescheurde steel
- gebruik geen hamers waar stukjes van af springen
- kijk altijd of de spie in de steel zit.
- slijp bramen van beitels, drevels en centerpunten direct af.
- sla niet op schroevendraaiers
- gebruik geen schroevendraaiers met een verkeerde vouw
- gebruik passende steek-, ring- of dopsleutels
- verleng een sleutel nooit met een pijp o.i.d.
- gebruik bij het hakken een scherm tegen wegspringende deeltjes
- gebruik geen elektrisch handgereedschap met een beschadigde isolatie
- gebruik voor een holpijp geen ijzeren of stenen ondergrond, maar kops hout of lood
- sla niet op steek- of ringsleutels, er bestaan immers slagsleutels.

9.2.3 Hijsgereedschap

- neem nooit een te lichte takel of pull-lift
- gooi niet met takels
- gebruik een takel niet om vastgeroeste delen uit elkaar te trekken
- gebruik de haak niet op het uiterste puntje, de haak buigt daardoor uit elkaar en er is een grote kans op wegspringen
- maak van de ketting geen strop
- leg het wiel steeds omhoog om te voorkomen dat de olie van de ketting bij de remschijf komt
- laat een takel niet onnodig buiten hangen of liggen
- trek met een man aan de hijsketting, u kunt de takel dan niet overbelasten
- moet u een zware last hijsen, bereken dan of de stroppen de belasting kunnen dragen

- voorkom kinken in de stropen, gebruik hout of rubber op scherpe hoeken
- voorkom zoveel mogelijk dat stropen en touw met water, zand of zuren in aanraking komen
- vertoont een strop vleeshaken, keur hem dan af
- loop niet onder een last door
- gebruik geen te lichte dommekracht of krik
- zet een dommekracht of krik op hout om wegschieten te voorkomen, zo ook tussen dommekracht en werkstuk
- borst-oogbouten geheel indraaien om draadbreek te vermijden
- bij het vaststellen of een stalen strop de juiste belasting kan verdragen, is er een handige formule met voldoende zekerheid:

1/4" strop = 2/8	neem 2 x 2 x 100 kg = 400 kg
3/8" strop = 3/8	neem 3 x 3 x 100 kg = 900 kg
1/2" strop = 4/8	neem 4 x 4 x 100 kg = 1600 kg
5/8" strop	5 x 5 x 100 kg = 2500 kg
3/4" strop = 6/8	6 x 6 x 100 kg = 3600 kg
7/8" strop =	7 x 7 x 100 kg = 4900 kg
1" strop = 8/8	8 x 8 x 100 kg = 6400 kg

- wordt een last gehesen d.m.v. een strop, waarbij de 2 einden (lengen) van de strop een hoek van 0° met elkaar vormen, dan is de belasting in elke leng 50% van de te hijsen last. Dit wordt bij een hoek van
 - 30° - 52%
 - 45° - 55%
 - 60° - 58%
 - 90° - 70%
 - 120° - 100%
 - 150° - 194%
 houd er dus bij de keuze van de strop terdege rekening mee, dat bij grote hoeken de krachten in elke leng zeer groot worden.

9.3 VEILIGHEID BIJ HET LASSEN.

9.3.1 Het booglassen met de hand

Voorschriften.

NEN 3309 bevat de voorschriften voor lastransformatoren voor industrieel gebruik voor het booglassen met de hand en bestemd voor de voeding van één lasketen.

NEN 3358 bevat de voorschriften voor verplaatsbare éénfase lastransformatoren voor niet-industrieel gebruik voor het booglassen met de hand en wel voor:

- a. één nominale primaire spanning van 220 V en een nominaal vermogen van ten hoogste 5000 VA.
- b. Als a, doch die tevens een aansluiting hebben voor een nominale primaire spanning van 380 V en een nominaal vermogen van ten hoogste 10.000 VA.

Opmerking: De onderhavige transformatoren worden ook wel "lichtnettentransformatoren" genoemd.

Lastransformatoren voor industrieel gebruik (zie NEN 3309)

1. deze lastransformatoren moeten gescheiden wikkelingen hebben.
2. Gebruikelijke waarden voor de nominale lasstroom zijn 150, 175, 200, 250, 350, 500 en 600 A.
3. De kern van de lastransformator moet met de aardklem zijn verbonden.
4. Indien de lastransformator aan de voedingszijde van een schakelaar is voorzien, moet de lastransformator hiermede in alle fasen en de nul kunnen worden uitgeschakeld.
5. Uitwendige en daarmee gelijk te stellen metalen delen van lastransformatoren, die door een defect

onder spanning kunnen komen, alsmede het metalen huis, moeten zijn voorzien van een aardklem of met zo'n klem geleidend zijn verbonden. De aardklem moet in de nabijheid van de aansluitklemmen van de voedingszijde zijn aangebracht en symbolisch zijn aangeduid.

6. Deze lastransformatoren worden naar hun constructie onderscheiden in: Constructie A: De laszijde is met de aardklem verbonden via een stroomgevoelig element, dat automatisch de aansluiting van de lastransformator met het voedende net in alle fasen en de nul kan verbreken wanneer de stroom door het element sterker wordt dan 25 A (art. 7.1.1 en 15.10.1 van NEN 3309). De laszijde is in de transformator niet met de aardklem verbonden (art. 7.1.2 en 15.11.1. van NEN 3309). Opmerking: De eisen waaraan constructie "A" en "B" moeten voldoen, komen onder andere tot uitdrukking in de isolatieweerstand en de spanningsbeproevingen volgens art. 14 en de constructie-eisen-omschreven in art. 15.10 en 15.11 van NEN 3309.

7. Lastransformatoren met verlaagde nullastspanning (Aanhangsel van NEN 3309) - lastransformatoren met verlaagde nullastspanningen moeten op opvallende wijze zijn voorzien van het symbool (42 V). - De verlaagde nullastspanning tussen twee willekeurige aansluitklemmen aan de laszijde mag niet meer bedragen dan 42 V (effectieve waarde).

Deze lastransformatoren moeten gescheiden wikkelingen hebben en van Klasse I of II zijn.

- Lastransformatoren van klasse I hebben tenminste één volledige functionele isolatie en zijn voorzien van een aardklem of aardcontact, bestemd voor aarding van de uitwendige metalen delen.
- Lastransformatoren van klasse II hebben een volledig dubbele en/of versterkte isolatie en geen voorzieningen voor aarding. Op de kenplaat moet voorkomen het teken (~).

De laszijde van deze lastransformatoren mag bij toestellen van klasse II in noch uitwendig met metalen delen als kernen, huizen of omhullingen zijn verbonden en bij toestellen van klasse I evenmin met de aardklem of daarmee metallisch verbonden delen.

Opmerking: de constructie 2'A" als genoemd in NEN 3309 is derhalve niet toegestaan.

Lastransformatoren met ongevaarlijke nullastspanning.

- voor toestellen met ongevaarlijke nullastspanning moet op de kenplaat het teken 42 V voorkomen (art. 7.3 van NEN 3358)
- bij lastransformatoren voorzien van het opschrift 42 V mag de nullastspanning bij elk van de nominale primaire spanningen onder geen omstandigheid meer bedragen dan 50 V (art. 9.6 van NEN3358).

Werkvoorschriften:

Lastransformatoren mogen slechts in bedrijf genomen worden met aangesloten veiligheidsaarding. De werkstuk kabel moet worden aangeklemd op hetzelfde metalen onderdeel waaraan gelast moet worden en wel zo dicht mogelijk bij de lasplaats. De kerndoorsneden van las- en werkstuk kabels moeten voldoende zijn om het spanningsverlies in en de temperatuurverhoging van deze kabels binnen redelijke grenzen te houden (zie tabel).

kerndoor- 2 snede in mm	sterkste stroom in A bij intermitterende belasting met inschakelfactor 60% (I max. bij 60% ID)	gelijkstroomweerstand spanningsverlies in V. per m enkelvoudige kabel bij I max.
16	150	0,16
25	225	0,16
35	300	0,15
50	400	0,14
70	550	0,14
95	700	0,14

Kappen, deksel of dergelijke, dienende ter afscherming van onder spanning staande delen mogen niet worden verwijderd.

Lastransformatoren en toebehoren moeten in goede staat van onderhoud verkeren, geconstateerde defecten moeten direct worden opgeheven.

9.3.2. Autogeen lassen

* Behandeling van flessen

Weiger flessen in ontvangst te nemen die beschadigd zijn of die geen beschermkap hebben. Voorkom stoten of vallen door flessen met kettingen of beugels vast te zetten en alleen te hijsen in flessenbak of korf. Voorkom verhitting van flessen door deze niet op een hete plaats of in de zon te zetten. Kom nooit met een brander bij de fles.

* Opslag flessen

Houdt volle flessen en lege flessen gescheiden (lege flessen merken) Bij een flessenopslag heerst altijd een rookverbod. Op niet aangesloten flessen dient de beschermkap aanwezig te zijn. Bescherm ze tegen overmatige warmte.

* Controle

Voor het lassen wordt begonnen, dienen de volgende controlewerkzaamheden te worden uitgevoerd:

1. Is er een sleutel (met ketting vastgemaakt aan de reduceer) bij de gasfles aanwezig-
2. Zijn de slangen in orde-(geen lekkage, ondeugdelijke koppelingen, slechte plekken
3. Zijn reduceren, manometers en pakkingen in goede staat-
4. Is de stelschroef van de reduceer geheel uitgedraaid-
5. Is er een terugslagklep direct achter de reduceer aangebracht-

Na aansluiten van reduceer op gasfles, druk opzetten en controleren op lekkage met zeepsop. Voor het aansluiten van reduceer op zuurstoffles, fles even laten blazen ter verwijdering van vuil en dergelijke.

Tijdens het lassen.

Afsluiters van flessen altijd geheel opendraaien. Stel de werkdruk niet hoger in dan noodzakelijk is. Als de gasfles neergelegd wordt, dient de kop van de fles altijd minstens 20 cm hoger te liggen dan de voet. Zorg dat er geen vonken op de fles kunnen vallen. Gebruik de juiste bril (lassen of snijden) en bij het afbikken van de las een veiligheidsbril. Ruim afgebrande stukken terstond op (gevaar voor brandwonden) Bij lassen op hoogte de begane grond markeren, zonodig afdekken met asbestdekens om vonkverspreiding te voorkomen.

Las of snij nooit in brandgevaarlijke ruimten, tenzij met uitdrukkelijke toestemming. Flessen en slangen op een laswagen moeten door middel van een stalen plaat van elkaar gescheiden zijn.

- Na het lassen. Bij beëindiging van de werkzaamheden (ook tussentijdse) geen slangen onder druk laten liggen. Meld onvolkomenheden aan de apparatuur en laat ze repareren.

- Lassen in de nabijheid van kabels mag slechts uitgevoerd worden, nadat de kabels zijn afgeschermd met brandwerende dekens of dergelijke.

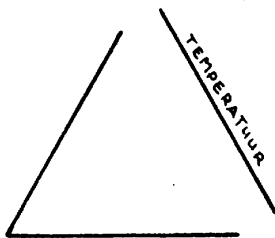
9.4 BRANDBESTRIJDING

9.4.1. De grondslagen van het brandblussen.

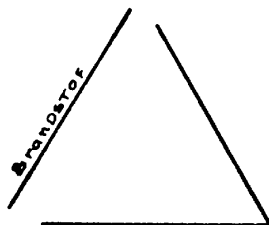
Een brand bestaat wanneer de aanwezig zijn: een bepaalde temperatuur
brandstof
zuurstof



Technisch gesproken is een brand een chemische reactie die ontstaat wanneer een bepaalde stof zich zo snel met zuurstof verbindt, dat vlamvorming optreedt. Een brand kan worden voorgesteld door een driehoek. Wanneer een van de drie componenten: de bepaalde temperatuur, de brandstof of de zuurstof wordt weggenomen gaat de brand uit. Dit is de grondslag van iedere blussing. De temperatuur kan worden verlaagd door koeling; brandstof kan worden vervoerd naar een plaats waar geen vlammen zijn; zuurstof kan worden weggenomen, door de brand van de de lucht af te sluiten; de chemische reactie kan worden stopgezet door het oxydatieproces te onderbreken.



VERLAAG DE TEMPERATUUR Het afkoelen van een brand vraagt om middelen die hitte kunnen absorberen. Hoewel er ook andere middelen zijn, is water toch nog het meest gebruikelijke afkoelingsmiddel. Water wordt gewoonlijk op de brand gebracht in de vorm van een vol- of sproeistraal. Ook wanneer met luchtschuim wordt geblust zorgt het percentage water hierin voor een snelle afkoeling.

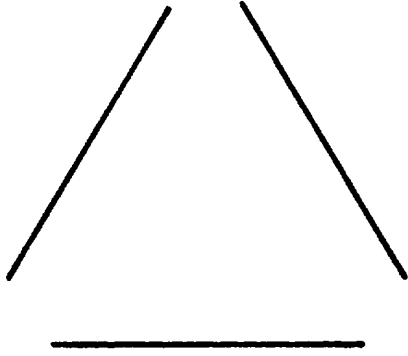


VERWIJDER DE BRANDSTOF Dikwijls is het verwijderen van de brandstof een moeilijke en gevaarlijke bezigheid. Hierop zijn echter uitzonderingen. Tanks met brandbare vloeistoffen kunnen bijvoorbeeld zo worden opgesteld dat in geval van brand de gezamenlijke inhoud kan worden overgepompt naar een apart staande lege tank. Wanneer brandbare gassen ontsnappen uit een gebroken pijpleiding, zal de brand geblust worden door de toevoer af te sluiten. Het moeilijke probleem is dan wel om snel de goede afsluiter te kunnen



VERWIJDER DE ZUURSTOF De zuurstof kan worden weggenomen door de brand te bedekken met een natte deken, door het aanbrengen van een zandlaag of een laag chemisch- of luchtschuim. Ook gassen die zwaarder zijn dan lucht kunnen worden gebruikt om de brand af te sluiten en zodoende te verstikken.

STOP DE CHEMISCHE REACTIE



Uitgebreide onderzoeken gedurende de laatste jaren hebben uitgewezen dat de uitdrukking: "breng de temperatuur omlaag, verwijder de brandstoffen en verwijder de zuurstof" niet opgaat wanneer halogeen-koolwaterstoffen of bluspoeders worden gebruikt. Deze blusmiddelen werken meer op de tussenfasen van de brandreactie, hetgeen resulteert in een vertraging van het verbrandingstempo.

9.4.2 De brandklassen

Klasse A branden vormen voornamelijk gewone brandbare materialen, als hout, textiel en papier. De meeste van deze branden worden met water geblust door de afkoelende en doordringende eigenschappen van de blusstof. Branden van deze soort kunnen ook worden geblust door speciaal bluspoeder voor A, B en C branden. De werking van deze poeders berust op afkoeling en het neerslaan van de vlammen, terwijl de gevormde laag brandwerend is en herontvlammen tegengaat.

Klasse B branden kunnen ontstaan in het gas/luchtmengsel dat boven de oppervlakte van lichtontvlambare vloeistoffen als olie en benzine aanwezig is. Een verstikkend of brandreactie-onderbrekend blusmiddel is nodig om branden van deze soort te kunnen blussen. Afhankelijk van de omstandigheden kunnen hiervoor worden gebruikt: bluspoeder, schuim, halogeenkoolwaterstoffen en koolzuur.

Klasse C branden kunnen voorkomen in elektrische apparatuur welke onder spanning staan en waar dus alleen niet geleidende blusstoffen kunnen worden gebruikt. Blusmiddelen als halogeenkoolwaterstoffen en koolzuur komen in aanmerking. Omdat schuim en water, behalve in mistvorm, en andere op water gebaseerde blusmiddelen elektrisch geleiden, kan het gebruik voor het bedienend personeel de dood ten gevolge hebben of ernstige verwondingen veroorzaken. Ook kan grote schade aan de apparatuur ontstaan.

Klasse D branden kunnen voorkomen in metalen zoals magnesium, titanium, zirconium en natrium. Bijzondere bestrijdingsmiddelen en speciale technieken en aangepaste apparaten zijn ontworpen om de branden van deze klasse onder controle te houden. De normale blusmiddelen kunnen meestal niet worden toegepast op metaalbranden, omdat dit vaak een verergering tot gevolg heeft, die te wijten is aan de reactie tussen verschillende blusmiddelen en het brandende metaal.

9.4.3 Bijzonderheden van brandbare vloeistoffen.

Brandbare vloeistoffen zijn altijd overdekt met een laagje brandbare dampen. Wanneer deze dampen met lucht worden gemengd en in aanraking komen met een ontbrandingsoorzaak, is het de damp die brandt en niet de vloeistof. De brandbare damp en de in de lucht aanwezige zuurstof, vormen twee zijden van de branddriehoek. Een brandbare vloeistof is meestal meer brandgevaarlijk bij hogere temperaturen omdat dan meer damp wordt gevormd.

Vier termen worden bij brandbare vloeistoffen gebruikt:

- "Vlampunt":

De laagste temperatuur waarbij de vloeistof genoeg damp afgeeft om een brandgevaarlijk mengsel te kunnen vormen met lucht

- "Doorbrandpunt":

De laagste temperatuur waarbij een damp-luchtmengsel zal blijven branden nadat het aangestoken is. Dit punt ligt meestal enige graden boven het vlampunt.

- "Ontbrandingstemperatuur":

De temperatuur waarbij een damp-luchtmengsel spontaan zal ontbranden zonder dat een vlam of vonk hiervan de oorzaak is geweest. Deze uitdrukking wordt ook gebruikt om de temperatuur aan te geven van een verhit voorwerp dat de oorzaak kan zijn van het ontbranden van brandgevaarlijke dampen. Deze temperatuur varieert met het soort voorwerp.

- "Explosiegrenzen"

De ruimte tussen het kleinste en het grootste damppercentage in een bepaalde hoeveelheid lucht, dat zodra het ontstoken wordt, zal ontbranden of ontploffen. De hoeveelheid damp wordt gewoonlijk uitgedrukt in een percentage: zo heeft zwavelkoolstof explosiegrenzen van 1 tot 50%. Wanneer lucht meer dan één of minder dan 50% zwavelkoolstofdamp bevat, kan dit mengsel ontbranden of ontploffen.

Het brandgevaar van benzine:

De meest bekende brandbare vloeistof is wel benzine, met een vlampunt van ongeveer - 45°C. Het ontbrandingspunt ligt op 257°C; een vrij laag cijfer.

Brandende benzine heeft een temperatuur van boven 850°C. Hierdoor kan het objecten die zich in de brand bevinden, tot boven de eigen ontbrandingstemperatuur verhitten. Om herontbranding te voorkomen, zal men met het blussen lang moeten doorgaan om verhitte objecten in de brandzone voldoende tijd te geven om tot beneden het ontbrandingspunt van benzine af te koelen.

De explosiegrenzen van benzine zijn vrij nauw en liggen tussen 1,3 en 6%. Benzinedampen wegen zwaarder dan lucht. Hierdoor zullen deze dampen de neiging hebben naar de laagste punten te stromen, windafwaarts van een hoeveelheid benzine. Zodoende is het mogelijk dat zich ontplofbare mengsels gaan verzamelen op lagere gedeelten van het terrein en in pijpleidingen.

Zodra het percentage zuurstof van een bepaalde hoeveelheid lucht van het normale percentage van 21% wordt teruggebracht tot 14%, door het inbrengen van koolzuurgas, kunnen de meeste petroleumproducten niet branden, Dit heeft tot gevolg dat een benzinebrand kan worden verstikt door de atmosfeer, door middel van een inert gas, als het ware te "verdunnen".

Het is gevaarlijk water in de vorm van een straal te gebruiken voor het blussen van een benzinebrand, daar hierdoor de brandende vloeistof wordt verspreid of het peil van de tank of het vat met benzine zo stijgt, dat het overstroomt.

Blusmiddelen bij begin van brand.

		zand	wa- ter	schuim	kool- zuur	poe- der
vaste brand	a. hout, papier, textiel, afval, e.d.	C	A	C	C	C
	b. kostbare en onvervang- bare goederen in musea, archieven, verzamelingen e.d.	E	B	E	A	C
vloeistof- resp. gas- brand	a. benzine, benzol, verf, teer, lak, asfalt, vet, olie, e.d.	C	F	A	A	A
	b. alcoholen, ethers	C	D	D	A	A
elektrici- teitsbrand	schakelborden, -kasten, transformatoren, telefoon- centrales	E	F	F	A	C
motorbrand	verbrandingsmotoren zoals in auto's, tractors	E	E	E	A	C
uitstromend gas brand		D	D	D	A	A

A = zeer goed
B = goed
C = bruikbaar

D = weinig of geen uitwerking
E = schadelijk
F = gevaarlijk

fig. 143



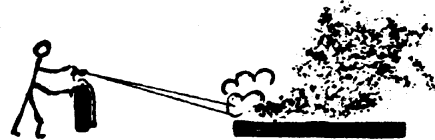
RICHTLIJNEN VOOR HET BLUSSEN VAN BRANDEN MET SAVAL POEDERBLUSSERS

fout

goed



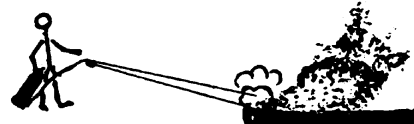
Branden met de wind mee aanpakken. Als regel op een afstand van 2,5-5 meter.



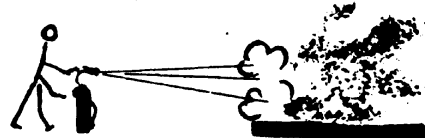
Niet de brand in het midden blussen, doch van voor naar achter.



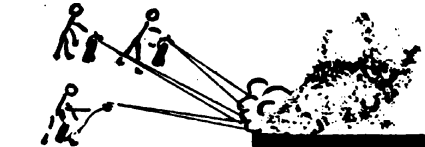
In de regel een brand van onder naar boven aanpakken. Uitzondering: b.v. uit- of overstromende branden van boven - af het begin van de stroom - naar beneden aanpakken.



Bij het blussen van vloeistoffen (oppervlaktebranden) niet met een gebonden-gerichte straal de branden bestrijden, doch het bluspoe-der als een wolk over de gezamenlijke brandhaard leggen.



Voor het bestrijden van een groter geworden brand, de blusapparaten niet na elkaar gebruiken, doch een voldoende aantal tegelijk in-zetten.



Bij het bestrijden van branden van een geringe omvang, het bluspoe-der niet nodeloos verspuiten, zodat een poeder-reserve bij het weer ontvlammen van de brand ter beschikking staat.



Rekening houden met dode heken in de omgeving van de brandhaard! Zelfe kleine vlammetjes of gloednesten kunnen de brand weer tot volle omvang brengen.

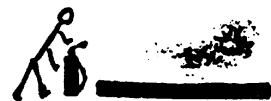


fig. 144

BRAND		BLUSMIDDEL TE GEBRUIKEN BIJ BEGIN VAN BRAND									
1		2	3	4	5	6	7	8			9
								poederblusser			
klasse	materiaal	slangehaspel	natblusser	schuimblusser	tetrachlooroestof chloroazomethaan methylbromide	CO ₂ koolzuurnieuw blusser	P	PG	PM		
A	vaste stoffen	oppervlaktebrand in stoffen zoals: hout, papier, textiel, e.d.	△△△	△△△	△△△	△△△		in combinatie met water			
	behalve metalen	kernbrand in stoffen zoals: hout, poeststeen en steenkool	△△△	△△△	△△△	△△△					
		korstbare en onvervangbare goederen in musea, archie- ven, verzamelingen, e.d.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○					
		stoffen, die bij verhitting gemakkelijk ontleeden zoals: schuimrubber en schuimplastic	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○					
B	vloeistoffen	benzine, benzol, verf, teer, lak, asfalt, vet, olie, e.d. niet mengbaar met water	△△△	△△△	△△△	△△△					
		alcoholen, ketonen mengbaar met water	△△△	△△△	△△△	△△△					
C	gassen	uitstromend gas									
		stoffen die met water een brandbaar gas vormen, zoals: carbide, fosfide	△△△	△△△	△△△	△△△					
D	metalen	magnesium, natrium, kallium, aluminium	△△△	△△△	△△△	△△△					△△△
	electr. apparatuur onder spanning	schakelborden, -kasten, telefooncentrales, transformatoren	△△△	△△△	△△△	△△△					△△△

zeer goed
 goed
 bruikbaar
 onbruikbaar
 schadelijk
 gevaarlijk

1-4-74

SAVAL B.V. - BREDA 90.4865

fig. 145

(1) niet gebruiken in kleine besloten ruimten, waarin zich personen bevinden.



Het auteursrecht van dit materiaal berust bij Expertisebureau Bos. Het is niet toegestaan om zonder onze voorafgaande schriftelijke toestemming dit materiaal of enig onderdeel daarvan openbaar te maken, te verveelvoudigen of beschikbaar te stellen op een netwerk, anders dan door het downloaden en bekijken daarvan op een enkele computer, en/of het printen van een enkele hardcopy voor eigen gebruik

