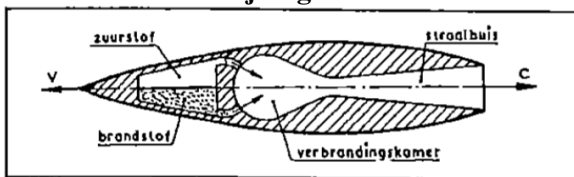


1. Wat zeggen de namen Christiaan Huygens en Etienne Lenoir u?

Huygens: Nederlander die de eerste zuiger verbrandingsmotor ontwierp (met buskruit) in 17^{de} eeuw

Lenoir: Fransman die de eerste continu lopende zuigermotor ontwierp (op steenkoolgas) in 1859 (ontbranding aan beide zijden van de zuiger)

2. Geef een beschrijving van een straalstuw-motor of een reactie-motor.

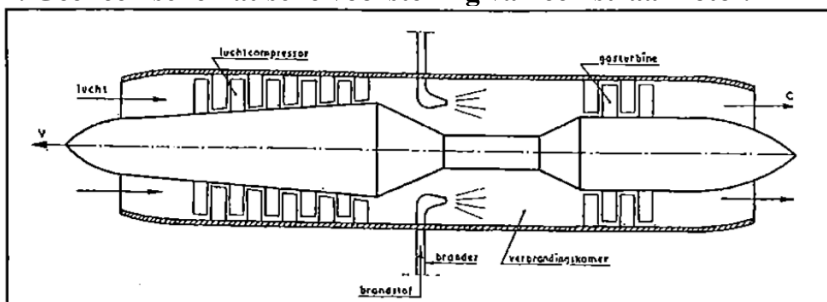


In de verbrandingskamer worden 2 stoffen samengevoegd, met verbranding tot gevolg. Het gas expandeert (hoge druk en temperatuur) en verlaat de straalbuis met een snelheid van 2000-4000m/s. H_2 en O_2 samen geven de grootste stuwkracht.

3. Wat is het verschil tussen een straalmotor en een raket?

Een straalmotor haalt de nodige zuurstof uit de omgevingslucht. Bij een reactiemotor wordt deze aan boord meegevoerd (zware tanks). Bij een straalmotor moet de zuurstof gasvormig gecomprimeerd worden, dit vraagt grote vermogens. De snelheid van het vliegtuig en mechanische compressor in de motor worden hiervoor gebruikt.

4. Geef een schematische voorstelling van een straalmotor.



5. Geef het verschil tussen een Ottomotor en een dieselmotor op het vlak van: - mengselvorming? - ademhaling van de motor? - mengverhouding? - ontsteking? - brandstofsoort?

Otto

- Carburator, injectiesysteem (lage druk) of ontspanner (gas): brandstof relatief toegevoegd t.o.v. toegevoegde lucht (uitwendig).
- Hoeveelheid lucht (ademhaling) geregeld door smoorklep (via gaspedaal) in inlaatkanaal.
- Ontstoken door bougie net voor het BDP
- Benzine of andere klopvaste brandstoffen (hoog octaangetal)

Diesel:

- Brandstof onder hoge druk via injector, lijnpomp of verdeelpomp toegevoegd (regeling door gaspedaal).
- Cilinder altijd volledig gevuld met lucht.
- Spontane ontbranding doordat de lucht voldoende gecompriëerd wordt dat de temperatuur boven de ontstekingstemperatuur van diesel is (bij start gloeibougie).
- Dieselolie of andere brandstoffen met hoge ontsteekbaarheid (hoog cetaangetal)

6. Wat is het Octaangetal, verklaar.

Klopvastheid.

Geeft aan hoe klopvast de brandstof is t.o.v. een iso-octaan en normaal-heptaan mengsel.

Het octaangetal is het volume percentage iso-octaan van het vergelijkingsmengsel.

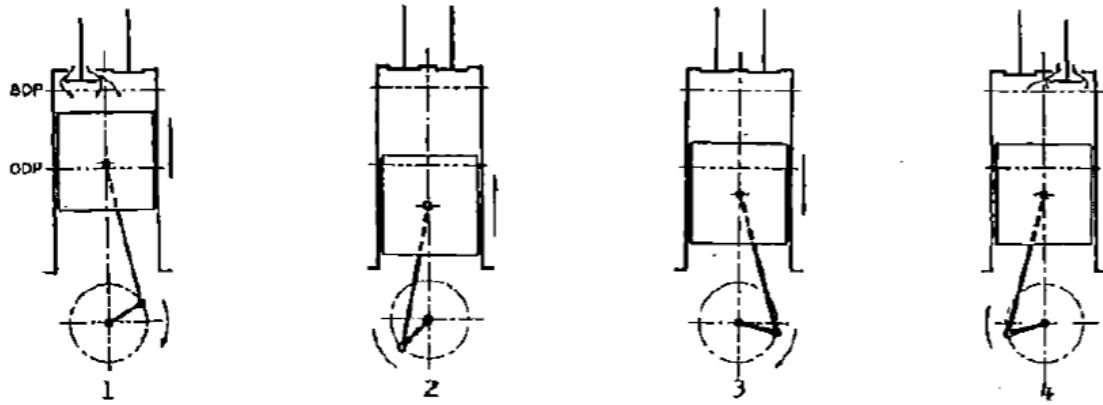
7. Wat is het Cetaangetal, verklaar.

Ontsteekbaarheid

Geeft aan hoe onsteekbaar de brandstof is t.o.v. cetaan en σ -methylnaftaleen mengsel.

Het cetaangetal is het volume percentage cetaan van het vergelijkingsmengsel.

8. Teken een schematische voorstelling van de vier slagen van een vierslagmotor, beschrijf elke slag.



1: Inlaatslag

Inlaatklep geopend, uitlaat gesloten. Van BDP naar ODP. Zuigerbeweging zorgt voor onderdruk, waardoor lucht wordt aangezogen. De inlaat sluit ± bij het onderste dode punt. Halve omwenteling gedraaid.

2: Compressieslag

Inlaat gesloten, uitlaat gesloten. Van ODP naar BDP. De aangezogen lucht wordt in de verbrandingskamer gecomprimeerd door de zuiger. Halve omwenteling gedraaid.

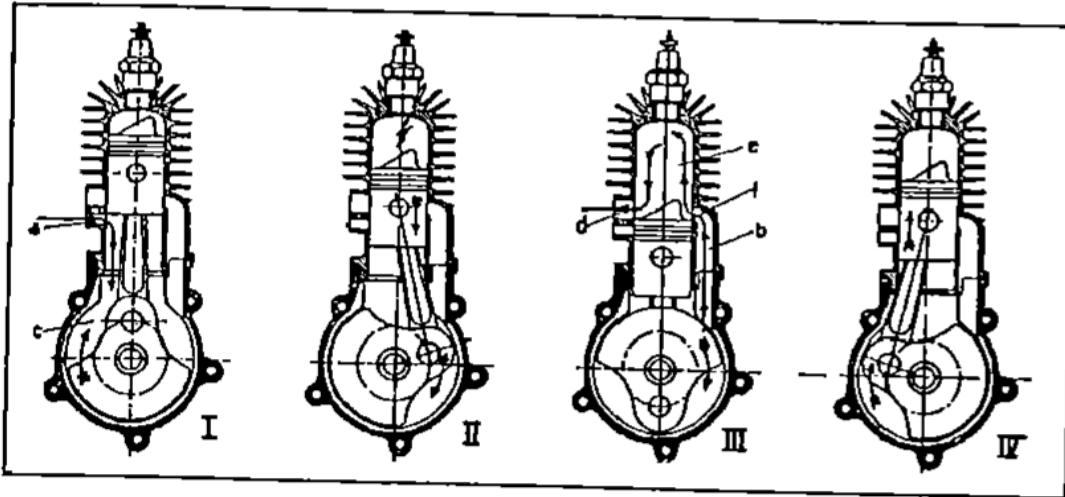
3: Arbeidsslag

Inlaat gesloten, uitlaat gesloten. Van BDP naar ODP. Het mengsel wordt ontstoken. De verbrandingsgassen zorgen voor een enorme drukstijging, wat de zuiger doet bewegen. Halve omwenteling gedraaid.

4: Uitlaatslag

Inlaat gesloten, uitlaat geopend. Van ODP naar BDP. De uitlaatklep gaat open en de verbrandingsgassen worden naar buiten geduwd door de zuiger. Halve omwenteling gedraaid. Op het einde gaat de uitlaatklep terug dicht en wordt de inlaatklep geopend om de cyclus opnieuw te starten.

9. Teken een schematische voorstelling ter illustratie van de principiële werking van een tweetaktmotor.



- 1: inlaat (en inlaat in carter)
- 2: arbeidsslag
- 3: uitdrijven uitlaat en inlaat via carter
- 4: compressie

10. Wat verstaan we onder een boxermotor?

Motor waarbij de cilinders horizontaal (onder 180°) liggen. De zuigers bewegen naar elkaar toe en dan weer van elkaar weg (boksen tegen elkaar).

Voordeel: goede krachtenbalans (trillingen) en laag zwaartepunt.

11. Beschrijf kort de diverse carburator types.

Vorm:

- dwarsstroomcarburator (horizontaal)
- valstroomcarburator (verticaal)

Mengbuis:

- vaste venturie carburator
- variabele venturie carburator

Aantal & functie mengbuis:

- enkelvoudige carburator voor 1 inlaatkanaal
- dubbele carburator voor gescheiden inlaatkanalen
- register- of tweetrapscarburator met na elkaar openende trappen voor 1 inlaatkanaal
- register- of tweetrapscarburator voor gescheiden inlaatkanalen met na elkaar openende trappen

12. Wat zijn de diverse functies die een carburator dient te vervullen?

- Brandstoftoevoer (vlottersysteem)

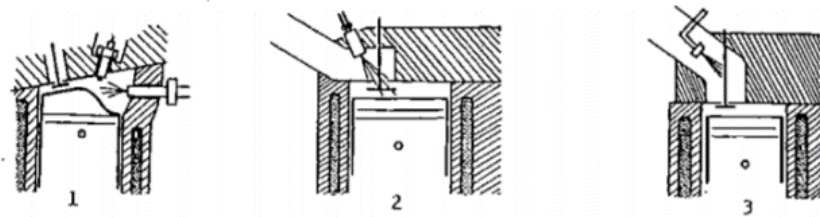
- Startvoorziening en warmdraaien (startsproeier, chokeklep)
- Stationair draaien en acceleratie
 - Doseren brandstof:
 - stationaire of hoofddosering
 - Verrijkingssysteem (hulpmengsel kanaal)

13. Bespreek kort de verschillen tussen benzine- en diesel injectie.

Benzine: Lage druk injectie tijdens inlaatslag.

Diesel: Hoge druk injectie op het einde van compressieslag.

14. Geef en schets de 3 mogelijke benzine inspuitmethoden.



1. Directe inspuiting (in verbrandingskamer)

Maximale prestaties (volledige vulling), hoger verbruik (slechte menging) (racerij)

2. Inspuiting in inlaatkanaal

Inspuiting op de inlaatklep. Kort mengtraject, dus slechte menging. Niet bij gangbare benzine motoren

3. Inspuiting in inlaatspruitstuk

langere weg -> goede menging en goede vulling (meest gebruikt)

15. Wat is het belangrijkste verschil tussen een Bosch K-jetronic en L-jetronic injectie systeem?

K-jetronic:

Continue inspuiting (voor alle injectoren)

Controleert hoeveelheid brandstof (dat geïnjecteerd moet worden)

Mechanisch gestuurde inspuiting

L-jetronic:

Gepulseerde inspuiting

Controleert inspuit-timing

Elektronisch gestuurde inspuiting

16. Wat is Motronic?

Microcontroller dat de inspuiting koppelt aan de ontsteking (motormanagement).

Het systeem meet alle motorparameters die invloed hebben op

de ontsteking om de ideale ontstekingshoek en inspuittijd te bepalen.

17. Wat is single en multi-point inspuiting? Verklaar.

Singlepoint:

- 1 Injectie in begin inlaatspruitstuk bij elke cilinderslag.
- Lengte inlaatkanalen bepaalt brandstof verdeling
- Eenvoudiger te sturen dan carburator
- Mindere menging dan carburator op lage belasting en

toeren.

Multipoint:

- Injectie voor elke cilinder
- Vrije vorm inlaatspruitstuk
- Betere verdeling dan singlepoint
- Mindere menging (door beperkte tijd)

18. Welke inspuut methoden ken je voor dieselmotoren?

Indirect: ingespoten in wervel- of voorkamer (daar tot zelfontsteking gebracht), verbranding gaat via kanaal verder in verbrandingskamer.

Direct: rechtstreeks in verbrandingskamer gespoten

19. Wat verstaan we onder de vullingsgraad van een motor?

Verhouding tussen de werkelijke hoeveelheid aangezogen lucht en de theoretische cilinderinhoud.

20. Hoe kunnen we die vullingsgraad verbeteren?

- Grotere cilinderinhoud
- Hoger toerental
- In- en uitlaatkanalen verbeteren
- Variable valve timing
- Drukvvulling:
 - Externe compressor
 - Supercharger (mechanisch aangedreven compressor)
 - Turbo
 - Drukgolven

21. Bespreek de voor- en nadelen van lucht- en vloeistofkoeling.

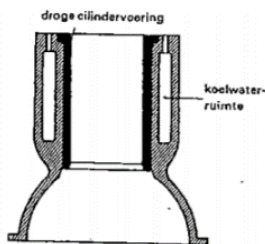
Luchtkoeling:

- + Eenvoudig (betrouwbaarder)
- + Minder storingen
- + Lichtere motor
- Ongelijkmatig
- Lawaai (ventilator en motor)

Vloeistofkoeling:

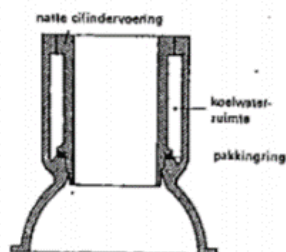
- + Stiller (damping door dubbele wand)
- complex (dubbele wand, pomp, radiator)

22. Wat verstaat u onder een droge cilindervoering? Schets.



Een dunwandige gietijzeren bus, die in de cilinderblok geperst wordt. De cilindervoering komt hierbij niet in contact met de koelvloeistof. Geleiding brengt de warmte tot aan de vloeistof.

23. Wat verstaat u onder een natte cilindervoering? Schets.



De cilindervoering staat met het koelvloeistof in contact. Pakkingen zijn boven en onderaan nodig. Deze kan met de hand gemonteerd worden en wordt door de cilinderkop op zijn plaats gehouden.

24. Wat versta je onder een traaglopende, middelsnellopende en snellopende motor?
Verklaar.

Traag: $S/D = 1,5 - 2,2$ $v_{gem} = 4 - 6 \text{ m/s}$

Middel: $S/D = 1,1 - 1,5$ $v_{gem} = 6 - 9,5 \text{ m/s}$

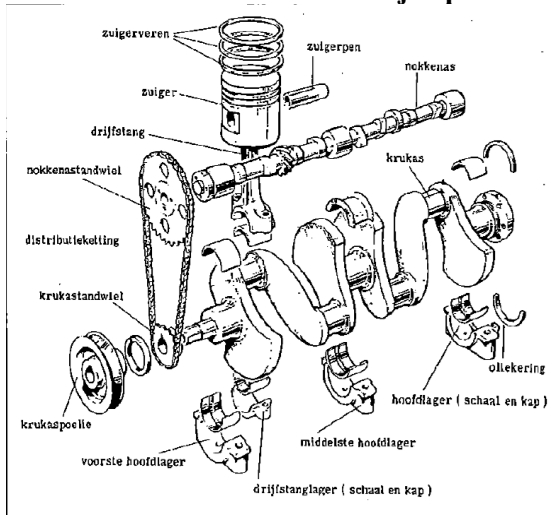
Snel: $S/D = 0,6 - 1,2$ $v_{gem} = 8 - 16 \text{ m/s}$

S: slaglengte

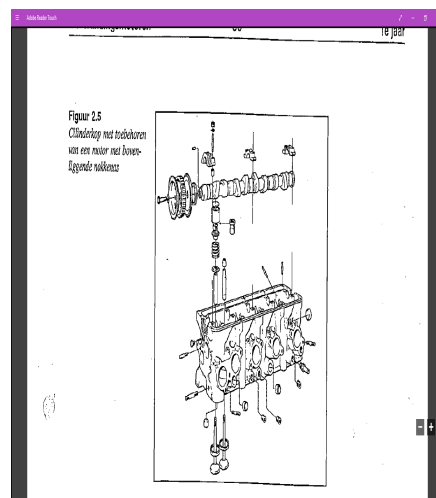
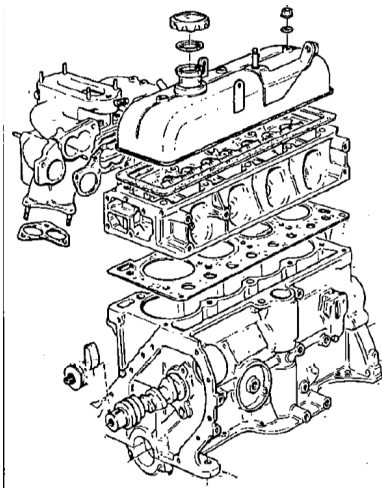
D: Boring

Rekening houden met middelpuntvliedende kracht. Heeft ook invloed op het koppel op de krukas.

25. Benoem de onderdelen die je op onderstaande schematische figuur ziet.



26. Benoem de onderdelen die je ziet.



Cilinderblok (met natte cilinderbussen), koppakking, cilinderkop, kleppendecksel (en pakking), gecombineerd in- en uitlaatspruitstuk.

Cilinderkop met nokkenas, kleppen en klepstoters.

27. Wat is de functie van het vliegwiel op de krukas?

Energie tijdens de arbeidsslag opnemen en tijdens de uitlaat-, inlaat- en compressieslag terug afgeven.

Regelmatig toerental bekomen.

Tanden voor koppeling met startmotor.

Drukplaat voor de koppeling

28. Hoe werkt een trillingsdemper op een krukas, en waarvoor dient deze?

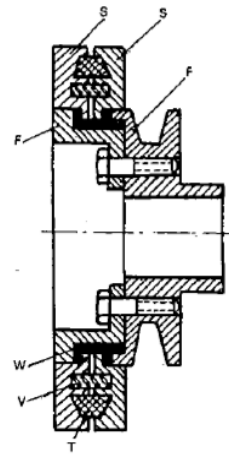
Dempt de torsietrillingen. Vooraan op de krukas worden 2 schijven (s) vrij tussen 2 flenzen (f) gemonteerd. De flenzen zitten vast op de krukas en zijn bekleed met wrijvingsmateriaal (w). De veren (v) zorgen ervoor dat de schijven tegen de flenzen gedrukt worden. De

trapeziumvormige rubberring (t) zorgt voor extra wrijving bij hoge toerentallen om de werking bij alle toerentallen te waarborgen.

Geen trillingen: werkt als een vliegwiel.

Versneld (of vertraagd) het voorste gedeelte, dan gaan de schijven draaien in tegengestelde richting (relatief t.o.v. elkaar). Dit komt door de traagheid. De wrijving zorgt dan voor een remmend en dempend effect van deze beweging.

Trillingen worden niet volledig weggewerkt maar tot het toelaatbare beperkt.



29. Welke types zuigers ken je?

Trunk-, emmer- of bekerzuiger

Meest gebruikt.

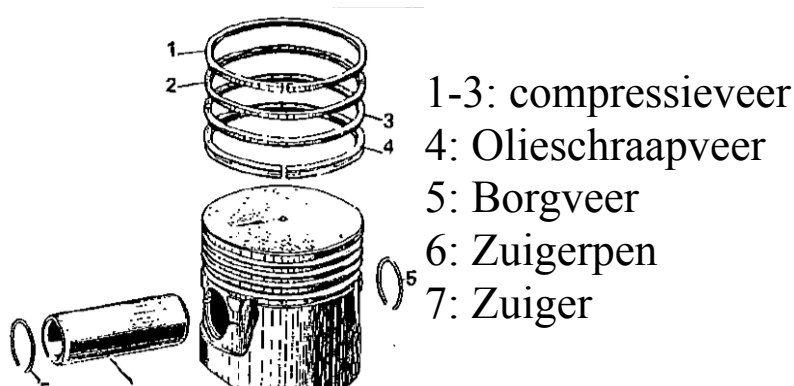
Onderaan open waardoor de drijfstang rechtstreeks verbonden kan worden.

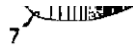
Kruishoofdzuiger

Bij traaglopende 2-takt (scheeps)diesels.

De zuiger is onderaan gesloten. De zuigerstang is via een kruishoofd verbonden met de drijfstang. Afzonderlijk gesmeerd. Gekoeld via holle zuigerstang.

30. Benoem de onderdelen op onderstaande figuur? (zuiger met toebehoren)





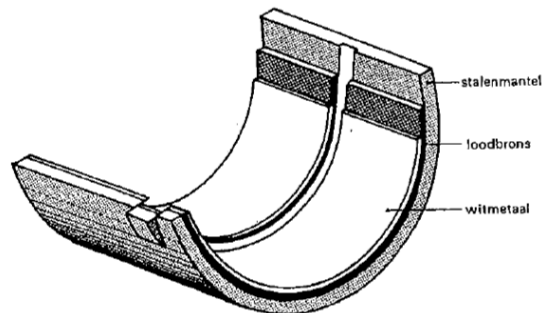
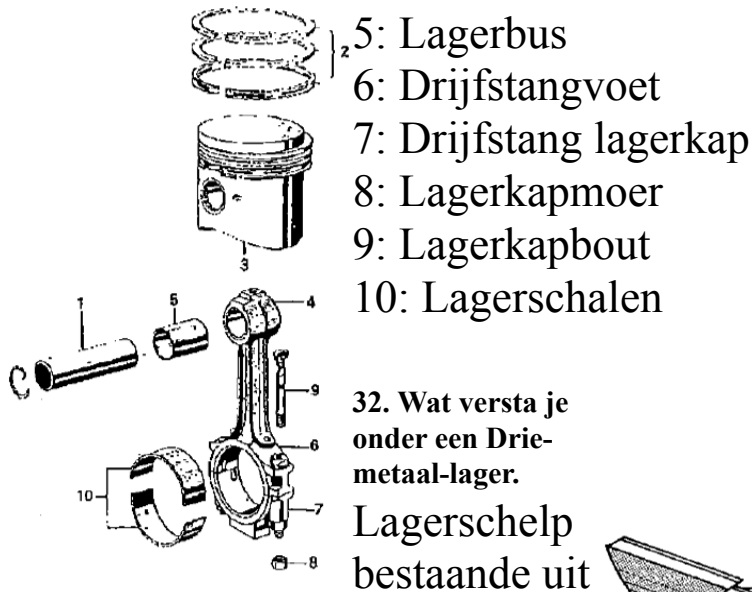
31. Benoem... (zuiger en drijfstangonderdelen)

1: Zuigerpen (en borgveer)

2: Zuigerveren

3: Zuiger

4: Drijfstangkop



een stalen mantel met een laag lood-brons (0,3-1,5mm). Het loopvlak bestaat uit witmetaal (0,05mm). Het witmetalen laagje is zacht en kan snel wegslijten zonder olie.

33. Welke types van glijlagerslijtage ken je?

Slijtage bij starten.

De oliedruk is nog niet opgebouwd, de assen draaien dan rechtstreeks op het witmetaal.

Laag toerental en zware motorbelasting.

Beperkte opbrengst oliepomp, lage centrifugaal krachten en hoge reactiekrachten op de lagers. Dit zorgt ervoor dat de oliefilm doorbroken wordt. (ergste vorm van slijtage)

Te hoog toerental.

De massakrachten worden te groot, waardoor er lagerschade optreedt.

34. Wanneer pas je wentellagers toe ipv glijlagers?

Gebrekkige smering (2-takt).

Overbrenging naar de wielen (versnellingsbak, differentieel en wielophanging).

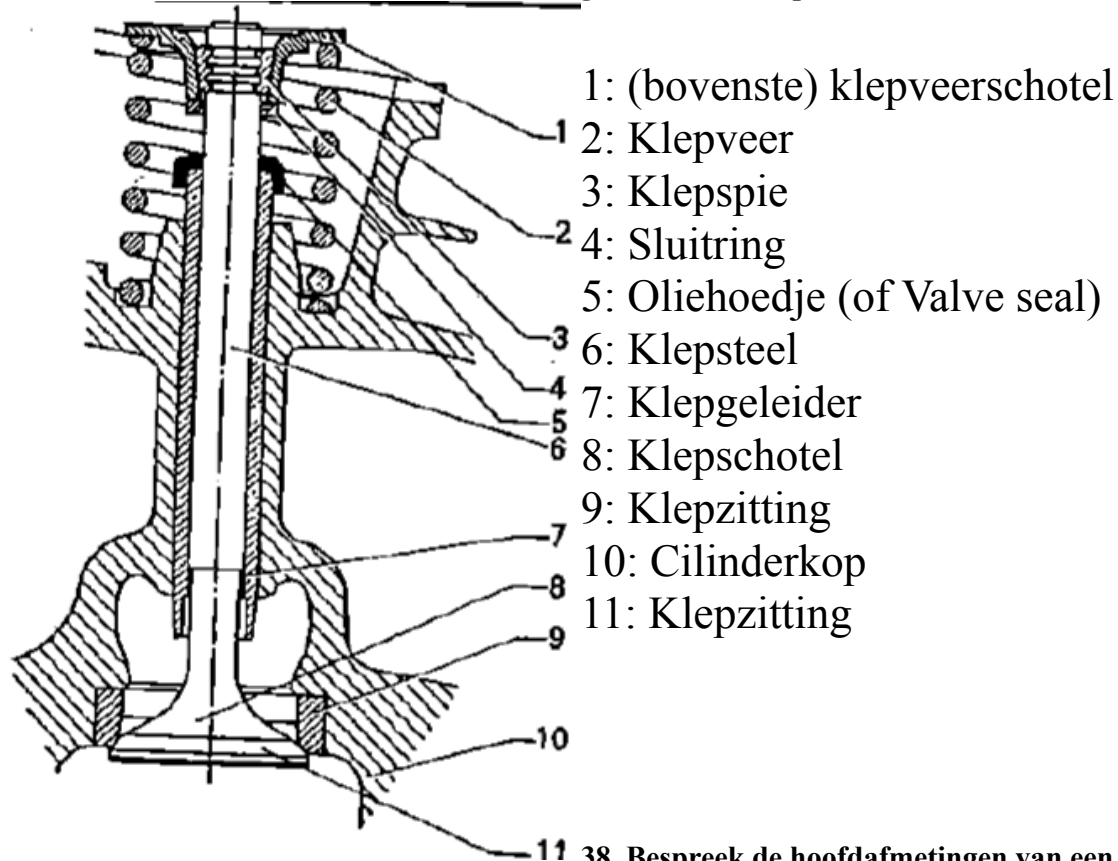
35. Wat is de functie van een nokkenas?

De kleppen op de juiste moment open en toe te laten gaan.
Vaak wordt er via een tandwiel een hulpas aangedreven voor de stroomverdeler en oliepomp.

36. Wat verstaan we onder een distributie overbrenging?

Het aandrijfmechanisme waarin de krukas, de nokkenas en hulpas door middel van een ketting of tandriem aandrijft.

37. Benoem de onderdelen in onderstaande figuur van een klepmechanisme.



38. Bespreek de hoofdafmetingen van een motor. Schets.

Boring: Inwendige cilinder diameter. 'D'

Slag: Afstand tussen de dode punten van de zuiger. 'S'

Deze worden meestal tesamen weergegeven gescheiden door een 'x'. Eerste getal is de boring in mm en het tweede getal is de slag in mm.

Krukcirkel en Krukstraal: Diameter en straal van de krukas. ($S = 2 \cdot r$)

Slagverhouding: Verhouding tussen slag en boring ($\kappa = S/D$).

$\kappa=1$: vierkante motor $\kappa<1$: lange-slag of ondervierkant $\kappa>1$: korte-slag of overvierkant

39. Geef de formule voor de compressieverhouding.
met

40. Wat is detoneren, pingelen of kloppen? Wanneer doet zich dit voor?

Bij het ontsteken van een brandstofmengsel zal er een vlamfront ontstaan dat zorgt voor een druk- en temperatuursverhoging in de rest van het mengsel nog voor het ontbrand is. Wanneer de zelfontstekingsgrens in het nog

niet ontbrandde mengsel overschreden wordt, treedt er detonatie op. Deze explosies zorgen voor hoge piekdrukken tegen de cilinderwand wat hel klinkt en pingelen genoemd wordt. Er zijn nu 2 drukgolven die tegen elkaar botsen, dit leidt tot grote trillingen en wordt kloppen genoemd. Het vermogen van de motor daalt hierdoor ook. Het treedt vooral op bij het accelereren of bij hoge snelheid.

41. Welke maatregelen kan je treffen om kloppen tegen te gaan.

- Verhogen van verbrandingssnelheid (geen tijd geven om te kunnen detoneren).
- Temperatuur en druk beneden de kritische zelfontstekingswaarden houden.
- Zorgen dat brandstof weerstand biedt tegen detonatie (hoog octaangetal).

42. Welke functie kan de vorm van de verbrandingskamer, de plaats van de kleppen en het kleppen aantal hebben op de verbranding.

Het mengsel moet zo goed mogelijk gemengd zijn voor een homogene verbranding. Dit wordt bekomen door wervelingen en turbulentie.

- Tumble (koprollen) verbeteren door grotere hoek tussen de inlaatklep en de hartlijn van het cilinder.
- Betere vulling wordt verkregen door een kleinere hoek tussen hartlijn van het inlaatkanaal en hartlijn van de inlaatklep. Optimaal bij 40° en vlakke of iets holle zuigerbodem.
- Swirl (rondraaien) verbeteren door 4 kleppen te gebruiken. Tweede inlaatklep iets later openen, om extra wervelingen te creëren.
- Bougie in het midden van de kop plaatsen. Als dit niet mogelijk is, zo dicht mogelijk bij de uitlaat.
- 2 bougies voor een kortere verbrandingsduur.

43. Welke maatregelen kan je nemen om de eindcompressie- temperatuur en druk onder controle te houden?

- Kleinere Compressie verhouding (brandstoffen met laag octaangetal)
- Koeling (water beter dan lucht, aluminium beter dan gietijzer), soms waterinjectie
- Verlaten van ontsteking (bij turbo-motoren pingel detectie en automatisch verlaten ontsteking)

44. Welke maatregelen kan je nemen om de klopvastheid van de brandstof te verhogen.
Toevoegen van lood

Vervangen door andere additieven (bv. methyl-tert-butylether) wegens het milieu.

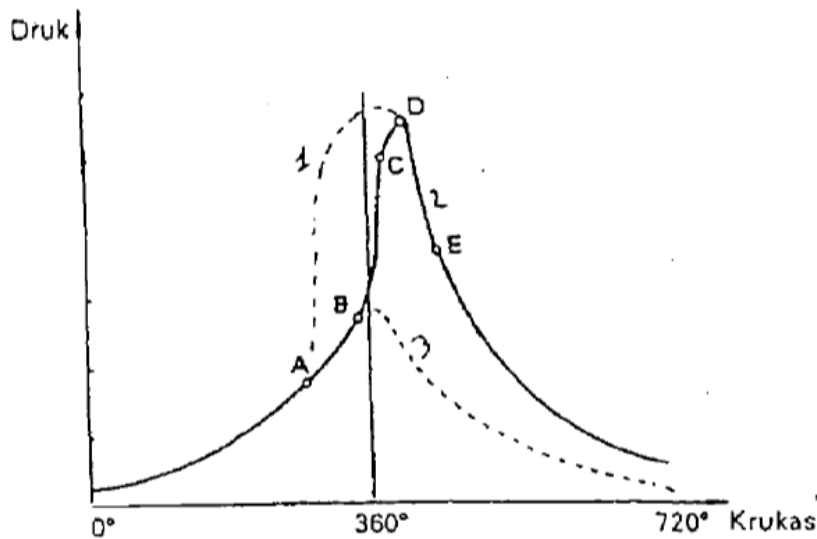
45. Geef het verschil tussen vroegtijdige ontsteking en detonatie.

Detonatie: Gasmengsel wordt ontstoken door bougie, het nog onverbrande deel bereikt door die vlamfront zijn kritisch punt.
Vroegtijdige ontsteking: Voordat de zuiger zijn BDP bereikt (en voor bougie vonkt), komt de brandstof tot zijn kritische punt dankzij andere warme onderdelen. De druk stijgt snel en hoog waardoor de zuiger in tegengestelde richting terug geduwd wordt.

46. Geef de oorzaken van oververhitte onderdelen in de verbrandingskamer.

- Te warm worden van bougie
 - Te arme mengsels (verstopte benzinetoevoer)
 - Lange tijd lage motorbelasting, dan plots hoge belasting
- Slechte menging door lage temperaturen heeft afzetting van smeerolie onderdelen en koolstof tot gevolg. De koolstofdeeltjes gaan gloeien onder hoge belasting.

47. Wat is een indicateurdiagram.



Kromme 1: Theoretisch, ideaal drukverloop (i.f.v. krukas positie en dus ook zuigerpositie)

Inspuiting begint in A, alle brandstof verbrandt direct.

Kromme 2: Werkelijk drukverloop

Brandstof verbrandt niet onmiddellijk

A-B Ontstekingsuitstel

B-C Ongecontroleerde verbranding

C-D Diffuse verbranding

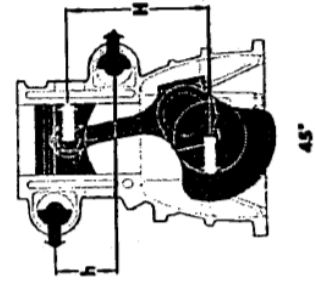
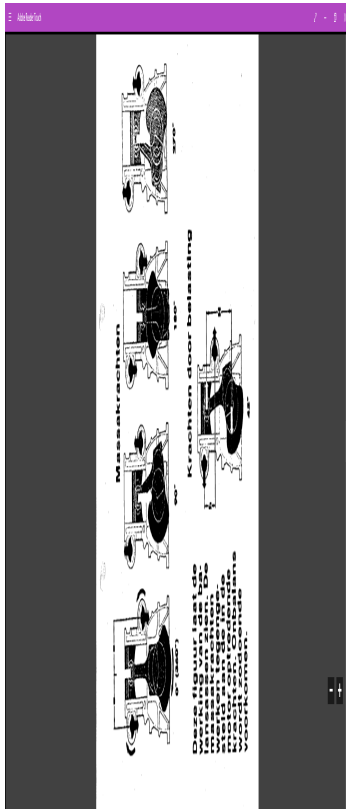
D-E Naverbranding

Kromme 3: Drukverloop wanneer geen brandstof wordt ingespoten.

48. Wat verstaan we onder de term oneenparigheidsgraad.

De verhouding van de toerental schommelingen t.o.v. het gemiddelde toerental van de krukas (reden van een vliegwiel). Wordt aangeduid omdat de toerentalschommeling bij hoge en bij lage toerentallen anders is.

49. Waartoe dienen balansassen in een verbrandingsmotor. Evt met figuur.



Balansassen dienen om de secundaire onbalans van een motor weg te werken. De balansassen draaien in tegengestelde richting van elkaar en dubbel zo snel als de krukas.

Deze ontstaan door het versnellen en vertragen van de zuigers. Door de motorbelasting ontstaan er ook secundaire momenten (rechts).

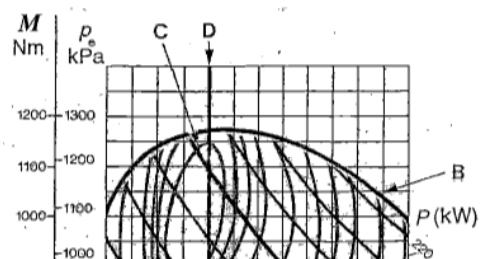
50. Wat wordt weergegeven in een zgn. Ei diagramma?

Het specifiek brandstofverbruik.

Punten in het kleinste 'ei' zijn het zuinigste. Hier is het

verbrandingsproces optimaal = maximaal haalbare energie uit de brandstof

Linker y-as: Motorkoppel en
gemiddelde effectieve druk



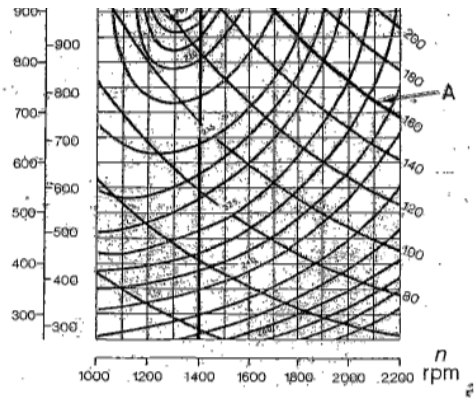
Rechter y-as: Motor vermogen

X-as: toerental

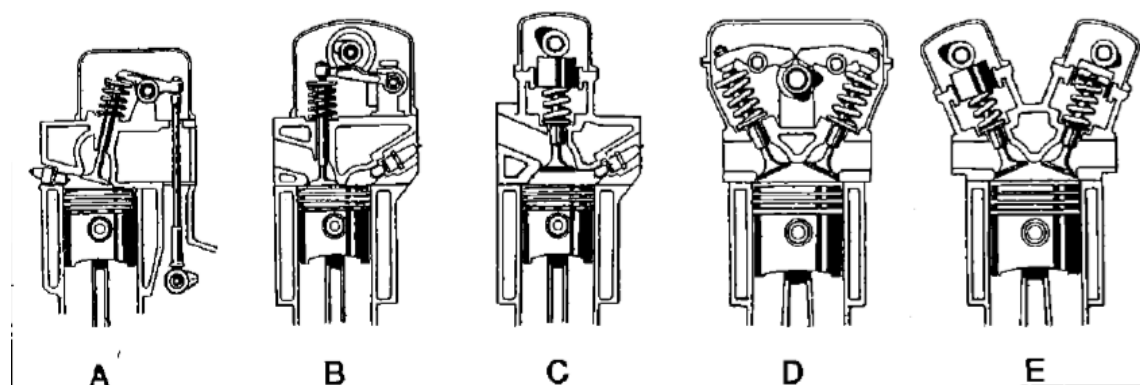
A-lijnen: verloop effectief vermogen

B-lijn: verloop motorkoppel bij vollast (geeft ook de maximaal haalbare gemiddelde effectieve druk)

C-lijnen: lijnen van constant specifiek brandstofverbruik (in g/kWh)



51. Welk type van kleppenmechanisme zie je op onderstaande figuur? (p4 ladingswissel)



A: Onderliggende nokkenas, stoters met tuimelaar, parallelle kleppen, overhead valves (OHV)

B: Overhead camshaft (OHC), sleeptuimelaars, parallelle kleppen, OHV

C: OHC, komstoters (of stoterbussen), parallelle kleppen, OHV

D: OHC, tuimelaars (centraal) kleppen in v-vorm, OHV

E: DOHC (d=double), komstoters, kleppen in v-vorm, OHV

52. beschrijf de thermische belasting op een klep. Hoe kan je de thermische belasting minimaliseren?

De kleppen worden opgewarmd door de hete gassen. De

temperatuur is niet gelijk verdeeld, wat vervorming veroorzaakt. Hierdoor kan doorblazen van het brandend gas optreden, wat verbranding van de klepzittingen tot gevolg heeft. (inlaat door binnenstromende gassen gekoeld)

Oplossingen: Bredere klepzittingen (meer opp om warmte af te geven) + klepveerdruk

 Sproeiers in koeling kanaal op klepzittingen richten

 Roteren van klepschotels (gelijkmatigere en lagere temperatuur)

 Holle klep, koeling via klepgeleider

53. Klepbediening zorgt voor het traag roteren van de klep bij elke slag. Waarvoor dient dit?

Verbetering klepzitting

 Gelijkmatigere slijtage

 Minder kans op inbranden van koolstof deeltjes

Verbeteren van de koeling

54. Kleppen kunnen bij bepaalde toerentallen gaan ‘zweven’, welke methoden ken je om dit te vermijden?

De kleppen volgen de nokkenas niet, waardoor ze te lang (of

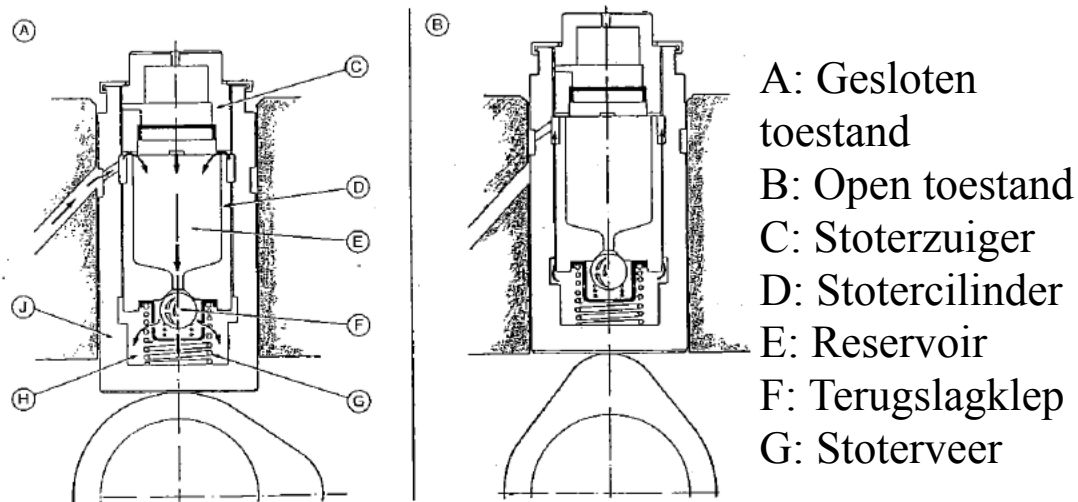
te ver) open blijven. Dit komt door de traagheid van de massa.

- Stijvere klepveren (extra slijtage)

- Lichtere kleppen

- Meerdere kleppen (kleppen zijn kleiner)

55. Leg uit. Hydraulische klepstoter. Figuur p. 26



H: Drukkamer

J: Stoterhuis

Bij een gesloten klep gaat er smeeroilie van de motor naar het reservoir, via het kanaal in het huis en via de stoterzuiger (4 boringen). Van het reservoir stroomt de olie naar de drukkamer (via terugslagklep). Door de veerdruk kunnen de stotercilinder en de stoterzuiger tegen de tuimelaar drukken (zonder speling).

Bij het openen loopt de druk op en sluit het overdruk ventiel. Hierdoor ontstaat een vaste verbinding die de hele stoter tegen de tuimelaar duwt. Tussen het stoterhuis en de stotercilinder is een kleine speling, waarlangs een lekolie kan vloeien. Deze lekolie zal dan het contactvlak van de tuimelaar, de draaipuntszitting en de klepstoter smeren.

Bij het sluiten valt de overdruk in de drukkamer weg. We krijgen een kleine speling door de olie die naar smering is gegaan maar wordt terug bijgevuld en het verhaal kan opnieuw beginnen.

56. Honda heeft het zogenaamde VTEC systeem. Verklaar.

Variable valve timing and lift electronic control system.

Op laag toerental bedienen de 2 buitenste nokken de kleppen.

Bij hoger toerental wordt de middelste nok gekoppeld door middel van pluniers in elk van de buitenste nokken. Deze heeft een groter nokhoek en -profiel en een grotere nokhoogte. Hierdoor gaan de kleppen langer en verder open, om goede

vulling te verzekeren. Deze grote nok is voorzien van een hydraulische klepstoter, voor goed sluiten van de kleppen.