

Inhoudstabel.

	Nr der artikels
A. ALGEMEENHEDEN BETREFFENDE DE VERBRANDINGSMOTOREN.	
— Grondbeginselen van de werking... ..	1
— Voordelen van de Dieselmotor	2
— Bepalingen	3
— Rangschikking der motoren	4
B. DE DIESEL VIERTAKTMOTOR.	
— Theoretische werking van de Diesel viertaktmotor	5
— Principe van de grafische voorstelling	6
— Grafische voorstelling van de theoretische cyclus van de Diesel viertaktmotor	7
— Werkelijke werking van de Diesel viertaktmotor	8
— Regeling van de verdeling	9
— Voorinspuiting	10
— Overvoeding van de viertaktmotor ...	11
C. DE DIESEL TWEETAKT MOTOR.	
— Werking van de Diesel tweetaktmotor.	12
— Vergelijking tussen de tweetakt- en viertaktmotoren	13

Boekje hlt

10. III.

Inhoudstabel.

Bladz. 2.

	Nr der artikels
D. KENSCHETSENDE KROMMEN VAN DE DIESELMOTOR.	
— Ontwikkeld koppel	14
— Vermogen	15
— Verbruik	16
— Rendement	17
E. SAMENSTELLELENDE ONDERDELEN VAN DE DIESELMOTOR ...	18
1. De motoronderdelen.	
— Algemeenheden	19
— Cilinders	20
— Zuigers en zuigerringen... ..	21
— Stangen	22
— Krukas	23
— Carter of onderstel	24
— Cilinderkoppen	25
— Verdelingsmechanisme	26
2. De inspuitonderdelen.	
— Algemeenheden	27
— Verschillende inspuitwijzen	28
— Injectiepompen	29
— De inspuiters	30
— Werkingsvolgorde	31
3. Het voedingsstelsel der brandstof ...	32

	Nr der artikels
4. De smeerolieomloop.	
— Rol van de smering	33
— De smeerolieomloop	34
— Beschrijving van de samenstellende organen	35
— Bijzonderheden eigen aan de smering ...	36
5. De afkoelingsomloop.	
— Algemeenheden	37
— Afkoelingsomloop	38
— Regeling van de watertemperatuur ...	39
6. De luchtomloop	40
7. De regelaar.	
— Algemeenheden	41
— Regeling der inspuiting	42
— Regeling der snelheid	43
8. Beveiligingstoestellen	44
9. Controle- en meettoestellen	45
10. Starttoestellen.	
— Verschillende wijzen van starten... ..	46
— Voorzorgen te nemen bij het koud starten	47

37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

1. Die Natur der Sache
2. Die rechtliche Stellung
3. Die rechtliche Natur
4. Die rechtliche Wirkung
5. Die rechtliche Wirkung
6. Die rechtliche Wirkung
7. Die rechtliche Wirkung
8. Die rechtliche Wirkung
9. Die rechtliche Wirkung
10. Die rechtliche Wirkung
11. Die rechtliche Wirkung
12. Die rechtliche Wirkung
13. Die rechtliche Wirkung
14. Die rechtliche Wirkung
15. Die rechtliche Wirkung
16. Die rechtliche Wirkung
17. Die rechtliche Wirkung
18. Die rechtliche Wirkung
19. Die rechtliche Wirkung
20. Die rechtliche Wirkung
21. Die rechtliche Wirkung
22. Die rechtliche Wirkung
23. Die rechtliche Wirkung
24. Die rechtliche Wirkung
25. Die rechtliche Wirkung
26. Die rechtliche Wirkung
27. Die rechtliche Wirkung
28. Die rechtliche Wirkung
29. Die rechtliche Wirkung
30. Die rechtliche Wirkung
31. Die rechtliche Wirkung
32. Die rechtliche Wirkung
33. Die rechtliche Wirkung
34. Die rechtliche Wirkung
35. Die rechtliche Wirkung
36. Die rechtliche Wirkung
37. Die rechtliche Wirkung
38. Die rechtliche Wirkung
39. Die rechtliche Wirkung
40. Die rechtliche Wirkung
41. Die rechtliche Wirkung
42. Die rechtliche Wirkung
43. Die rechtliche Wirkung
44. Die rechtliche Wirkung
45. Die rechtliche Wirkung
46. Die rechtliche Wirkung
47. Die rechtliche Wirkung
48. Die rechtliche Wirkung
49. Die rechtliche Wirkung
50. Die rechtliche Wirkung
51. Die rechtliche Wirkung
52. Die rechtliche Wirkung
53. Die rechtliche Wirkung
54. Die rechtliche Wirkung
55. Die rechtliche Wirkung
56. Die rechtliche Wirkung
57. Die rechtliche Wirkung
58. Die rechtliche Wirkung
59. Die rechtliche Wirkung
60. Die rechtliche Wirkung
61. Die rechtliche Wirkung
62. Die rechtliche Wirkung
63. Die rechtliche Wirkung
64. Die rechtliche Wirkung
65. Die rechtliche Wirkung
66. Die rechtliche Wirkung
67. Die rechtliche Wirkung
68. Die rechtliche Wirkung
69. Die rechtliche Wirkung
70. Die rechtliche Wirkung
71. Die rechtliche Wirkung
72. Die rechtliche Wirkung
73. Die rechtliche Wirkung
74. Die rechtliche Wirkung
75. Die rechtliche Wirkung
76. Die rechtliche Wirkung
77. Die rechtliche Wirkung
78. Die rechtliche Wirkung
79. Die rechtliche Wirkung
80. Die rechtliche Wirkung
81. Die rechtliche Wirkung
82. Die rechtliche Wirkung
83. Die rechtliche Wirkung
84. Die rechtliche Wirkung
85. Die rechtliche Wirkung
86. Die rechtliche Wirkung
87. Die rechtliche Wirkung
88. Die rechtliche Wirkung
89. Die rechtliche Wirkung
90. Die rechtliche Wirkung
91. Die rechtliche Wirkung
92. Die rechtliche Wirkung
93. Die rechtliche Wirkung
94. Die rechtliche Wirkung
95. Die rechtliche Wirkung
96. Die rechtliche Wirkung
97. Die rechtliche Wirkung
98. Die rechtliche Wirkung
99. Die rechtliche Wirkung
100. Die rechtliche Wirkung

HOOFDSTUK III.

DE DIESELMOTOR.

A. ALGEMEENHEDEN BETREFFENDE DE VERBRANDINGSMOTOREN.

1 GRONDBEGINSELEN VAN DE WERKING.

Algemeen gesproken noemt men verbrandingsmotor een motor waarin de brandstof en de lucht nodig voor de verbranding in de cilinders zelf van de motor gebracht worden. De brandstof verbrandt er en vormt gassen op hoge temperatuur en druk, welke rechtstreeks de drijfkracht uitoefenen op de zuiger. In tegenstelling met de stoommachine grijpt de verbranding dus in de cilinders zelf plaats.

De verbrandingsmotoren verbruiken vloeibare of gasvormige brandstoffen. Ze worden ingedeeld in twee grote categorieën :

a) **De mengselmotoren**, soms ontploffingsmotoren genoemd, waarin de lucht met de brandstof gemengd wordt vooraleer in de cilinder gebracht te worden en de ontsteking geschiedt door een elektrische vonk; dit is het geval met de gasmotoren, vooral aangewend als vaste motoren in de nijverheid, en met de benzinemotoren, hoofdzakelijk aangewend voor autovoertuigen en vliegtuigen.

b) **De injectiemotoren**, zoals de Dieselmotoren, waarin de lucht alleen in de cilinders gelaten wordt; de brandstof wordt, fijn verstoven, op het gepaste ogenblik gespoten in de lading samengeperste lucht en ontvlamt er spontaan ten gevolge van de hoge temperatuur welke in de cilinder bereikt wordt. De Dieselmotoren worden aangewend in de nijverheid, de zeevaart, de autobussen, zekere zware vrachtwagens en bij de spoorwegen (motorwagens, baan- en rangeerlocomotieven).

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 2.

2 VOORDELEN VAN DE DIESELMOTOR.

De Dieselmotor wordt nu op grote schaal gebruikt bij de spoorwegtractie. Men verkiest de Dieselmotor boven de benzinemotor om de volgende redenen :

- a) Het rendement van de Dieselmotor is groter dan dit van de benzinemotor, hetgeen betekent dat voor eenzelfde ontwikkelde nuttige arbeid, deze motor een kleinere hoeveelheid brandstof verbruikt;
- b) De Dieselmotor verbruikt gasoil, een vloeibare brandstof welke goedkoper is dan benzine;
- c) De gasoil is eveneens veel minder ontvlambaar dan de benzine, hetgeen het gevaar van brand, eigen aan het gebruik van benzine, vermindert.

Integendeel is de constructie van de Dieselmotor ingewikkelder en zijn gewicht groter dan dit van de benzine-motor. Een gewichtsvermindering voldoende om zijn toepassing op voertuigen toe te laten kon slechts bekomen worden door het gebruik van grote omwentelingssnelheden.

3 BEPALINGEN (fig. 1).

De Dieselmotor bevat een zeker aantal cilinders C. In elk dezer verplaatst zich een zuiger P, welke een heen- en weergaande beweging bezit. De zuiger drijft, bij middel van een drijfstang B de kruk M aan van een motoras A, krukas genoemd.

Het mechanisme drijfstang-kruk zet de heen- en weergaande beweging van de zuiger om in een gelijkvormige draaibeweging der krukas.

Bovenaan de cilinder zijn geplaatst :

- een inlaatklep S, verbonden met een luchtaanvoerbuis;
- een uitlaatklep S', verbonden met een uitlaatbuis voor de verbrande gassen;
- een inspuiter i, verbonden aan een drukleiding der brandstof.

Men verstaat door boring (D) de inwendige doormeter van de cilinder. Ze wordt gewoonlijk uitgedrukt in millimeter.

Men verstaat door **zuigerslag** of **slaglengte** (L) de weg afgelegd door de zuiger tussen zijn twee uiterste standen, dit wordt gewoonlijk uitgedrukt in millimeter.

Men noemt **dodepunten** (of dode standen) de twee uiterste standen van de zuiger in de cilinder. Men onderscheidt het bovenste dodepunt (afkorting B.D.P.) welk overeenstemt met de uiterste stand van de zuiger aan de kant der kleppen en het onderste dodepunt (afkorting O.D.P.) welk overeenstemt met de uiterste stand van de zuiger aan de kant van de krukas. De slaglengte is dus gelijk aan de afstand door de zuiger afgelegd tussen het bovenste dodepunt en het onderste dodepunt. Ze is gelijk aan tweemaal de krukstraal r .

Men verstaat door **compressiegraad** de verhouding tussen het volume door de gassen ingenomen in de cilinder wanneer de zuiger in zijn onderste dodepunt staat (maximumvolume) en het volume door dezelfde gassen ingenomen wanneer de zuiger in zijn bovenste dodepunt staat (minimumvolume). Het is dus een verhouding van volumes, en niet een verhouding van drukkingen. Bij de Dieselmotoren in gebruik bij de spoorwegtractie, is de waarde van deze compressiegraad in het algemeen begrepen tussen 14 en 18.

Men verstaat onder **slagvolume** (of cilinderinhoud) het volume welke een zuiger beschrijft bij het uitvoeren van een slag. Het slagvolume is dus gelijk aan het verschil van het maximumvolume en het minimumvolume. Het wordt gewoonlijk in liter uitgedrukt.

4 RANGSCHIKKING DER MOTOREN.

Al de Dieselmotoren in gebruik op de motorwagens en de Diesellocomotieven, zijn **enkelwerkend**, t.t.z. dat de motorarbeid slechts aan één enkele zijde van de zuiger uitgeoefend wordt, namelijk aan de bovenzijde (zijde der kleppen).

Deze motoren kunnen op verschillende manieren gerangschikt worden :

a) Volgens de werkingscyclus.

Te dien opzicht, onderscheidt men de **viertaktmotoren** en de **tweetaaktmotoren**.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 4.

Men noemt takt, elke op- of neergaande zuigerslag. Met iedere takt stemt een halve omwenteling van de krukas overeen.

Men zegt dat de motor werkt volgens het viertaktstelsel wanneer hij één arbeidstakt oplevert op 4 takten of, in andere woorden, een arbeidsslag op vier opeenvolgende zuigerslagen. De werkingscyclus van een viertaktmotor bevat dus vier opeenvolgende zuigerslagen en komt overeen met twee volledige omwentelingen van de krukas.

Men zegt dat een motor werkt volgens het tweetaktstelsel wanneer hij één arbeidstakt oplevert op 2 takten. De werkingscyclus van een tweetaktmotor bevat dus alleen twee opeenvolgende zuigerslagen, wat overeenkomt met een volledige omwenteling van de krukas.

Daarenboven, kunnen de viertaktmotoren « niet overvoed » of « overvoed » zijn.

In een niet overvoede motor, wordt de lucht die nodig is voor het verbranden van de gasoil, rechtstreeks in de cilinders gezogen met de druk van de buitenlucht.

In een overvoede motor, is deze lucht op voorhand samengedrukt en onder druk in de cilinders gejaagd bij middel van een bijzondere draaiende compressor.

b) Volgens de schikking van de cilinders.

Men onderscheidt :

- de motoren in lijn (van het verticaal of horizontaal type);
- de V-motoren.

In een motor in lijn, zijn de assen der cilinders gelegen in eenzelfde vlak. Dit vlak kan verticaal of horizontaal zijn.

De cilinders zijn dus in een enkele rij gelegen.

De in de spoorwegtractie het meest gebruikte motoren in lijn zijn met 6 of 8 cilinders. De meest verspreide zijn deze van het verticaal type. De horizontale motoren zijn

alleen benuttigd in de gevallen waarin slechts een kleine hoogte mag bereikt worden (b.v. op de motorwagens met de motor onder de vloer).

In de **V-motoren** zijn de assen van de cilinders gelegen in twee verschillende vlakken die zich snijden volgens een rechte, overeenstemmend met de as van de krukas. De cilinders zijn dus gegroepeerd in twee rijen hellend ten opzichte van elkaar volgens een hoek van 45° of 60° . Alzo is de lengte van de motor met de helft verminderd ten opzichte van deze van een motor in lijn die hetzelfde aantal cilinders zou bevatten.

De V-motoren die gewoonlijk bij de spoorwegtractie gebruikt worden zijn van 12 tot 16 cilinders.

c) Volgens de draaisnelheid.

De maximumsnelheid van de Dieselmotoren in gebruik bij de spoorwegtractie is gewoonlijk gelegen tussen 600 en 2000 toeren/ minuut.

Men kan deze motoren in twee groepen indelen :

- de motoren met grote snelheid, of snelopende motoren (1200 tot 2000 omwentelingen/ minuut);
- de motoren met gemiddelde snelheid (600 tot 1200 omwentelingen/ minuut).

Bij de motorwagens waar het gewicht en de omvang van de motoren zeer beperkt moeten zijn, gebruikt men slechts motoren met grote snelheid.

Bij de locomotieven, gebruikt men dikwijls motoren met gemiddelde snelheid, die zwaarder en omvangrijker, maar in het algemeen zeer sterk zijn.

In de uiteenzetting die volgt, voor het vereenvoudigen van de tekst, zullen wij aan deze twee groepen de benaming « snelle motoren » geven, en de benaming « trage motoren » blijft aldus voorbehouden aan de motoren met lage snelheid (minder dan 400 tr/ minuut) in gebruik bij de zeevaart en de industrie.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 6.

B. DE DIESEL VIERTAKTMOTOR.

5 THEORETISCHE WERKING VAN DE DIESEL VIER-TAKTMOTOR.

De 4 takten van de werkingscyclus zijn :

1. De inlaat;
2. De compressie;
3. De verbranding en ontspanning;
4. De uitlaat.

a) Eerste takt — Inlaat — Neergaande slag (fig. 2).

Bij de aanvang van de cyclus bevindt zich de zuiger in het bovenste dodepunt (B.D.P.). Gedurende de eerste takt daalt hij van het bovenste dodepunt (B.D.P.) naar het onderste dodepunt (O.D.P.). Gedurende gans deze neergaande slag is de inlaatklep open, terwijl de uitlaatklep gesloten is.

De onderdruk, veroorzaakt door het neergaan van de zuiger, veroorzaakt het inzuigen langs de inlaatklep van verse lucht in de cilinder.

b) Tweede takt — Compressie — Opgaande slag (fig. 3).

De zuiger stijgt van het onderste dodepunt (O.D.P.) tot het bovenste dodepunt (B.D.P.). De inlaatklep heeft zich terug gesloten zodanig dat beide kleppen gesloten zijn gedurende deze slag; hierdoor wordt de lucht welke zich in de cilinder bevindt, krachtig samengedrukt door de opgaande beweging van de zuiger (tot op ongeveer een zestiende van haar oorspronkelijk volume).

Bij het einde van de compressie bereikt de drukking 30 tot 40 kg/cm², en door de compressie wordt de lucht ook verwarmd en haar temperatuur bereikt ongeveer 550° C tot 650° C.

**c) Derde takt — Verbranding en ontspanning — Neer-
gaande slag (fig. 4).**

De inspuiting der brandstof (gasoil) geschiedt theoretisch op het ogenblik dat de zuiger zijn bovenste dodepunt bereikt (B.D.P.); ze wordt door de inspuiter, onder vorm van fijne vloeibare druppeltjes, ingespoten in de cilinder; de gasoil ontvlamt spontaan in aanraking met de samengedrukte lucht op hoge temperatuur.

De verbranding van de gasoil brengt gassen voort op hoge drukking en temperatuur, welke de zuiger krachtig neerwaarts drukken. De zuiger daalt van het bovenste naar het onderste dodepunt. Naarmate hij dit laatste punt benadert verhoogt het volume, door de gassen ingenomen, geleidelijk; de drukking en temperatuur dalen gelijktijdig; het is de ontspanning.

Op te merken valt dat de maximumdruk in de cilinder bij het einde van de verbranding, 60 tot 70 kg/cm² kan bereiken.

De derde takt maakt de motortakt uit, gedurende dewelke de zuiger de aandrijving ontvangt welke hem toelaat de volledige cyclus uit te voeren.

d) Vierde takt — Uitlaat — Opgaande slag (fig. 5).

De zuiger stijgt van het onderste dodepunt naar het bovenste dodepunt. Gedurende deze slag is de uitlaatklep open, terwijl de inlaatklep gesloten is. De zuiger drijft de verbrande gassen voor zich uit, deze worden afgevoerd naar de atmosfeer langs de uitlaatklep.

Wanneer de zuiger in zijn bovenste dodepunt komt, is de cyclus beëindigd en herbegint dezelfde reeks bewerkingen in dezelfde volgorde.

Onderstaande tabel vat de stand der kleppen samen gedurende de verschillende fazen van de theoretische viertaktcyclus :

	I Inlaat	II Compressie	III Verbranding en ont- spanning	IV Uitlaat
Inlaatklep	OPEN	gesloten	gesloten	gesloten
Uitlaatklep	gesloten	gesloten	gesloten	OPEN

6 PRINCIPE VAN DE GRAFISCHE VOORSTELLING.

Nemen wij twee coördinaten $O V$ en $O P$ (fig. 6).

Op de as $O V$, brengen wij een lengte evenredig aan de afstand van de bodem van de cilinder tot de zuigerkop; de doorsnede van de zuiger constant zijnde, is deze lengte ook evenredig aan het volume v van de ruimte begrepen tussen de bodem van de cilinder en de zuigerkop.

Op de as $O P$, brengen we een lengte evenredig aan de drukking p van de gassen in de cilinder.

Voor een gegeven stand van de zuiger, overeenstemmend met een volume v_1 , is de waarde van de drukking b.v. p_1 . Het punt A stelt de staat der gassen voor (drukking — volume) voor deze stand van de zuiger.

Als de zuiger zich verplaatst, beschrijft het punt A een lijn, in het algemeen krom, welke de verandering van de drukking voorstelt van de gassen bevat in de cilinder, in functie van het volume door dezelfde gassen ingenomen. Deze lijn wordt aangeduid onder de naam **drukking-volume diagramma**, of bij afkorting diagramma p_v .

7 GRAFISCHE VOORSTELLING VAN DE THEORETISCHE CYCLUS VAN DE DIESEL VIERTAKT-MOTOR.

De grafische voorstelling van de werkingscyclus van een motor bestaat er in het drukking-volume diagramma voor elk der werkingsphases op te stellen.

a) Eerste takt. — De inlaat (fig. 8a en 8 b).

Wanneer de zuiger zich verplaatst van zijn hoogste stand naar zijn laagste stand, zuigt men lucht langs de geopende inlaatklep. De cilinder blijft dus in verbinding met de atmosfeer en de drukking in de cilinder is theoretisch 1 kg/cm^2 .

In het diagramma (pv) kan de inlaat dus voorgesteld worden door een lijn A B parallel aan de as O V.

O a gedragen door een zekere schaal, stelt het minimumvolume voor, dat wordt voorgesteld door (v).

O b gedragen door een zekere schaal, stelt het maximumvolume voor dat gelijk is aan $(v + V)$.

De lengte ab stelt dus het cilindervolume voor (V). De lengte O c stelt de drukking van 1 kg/cm^2 voor.

b) Tweede takt. — De compressie (fig. 8 c).

Theoretisch, en aangenomen dat zij plaats heeft zonder uitwisseling van warmte met de omgeving (adiabatische omzetting), wordt de compressie voorgesteld door de lijn B C :

O c is de lengte die de drukking in de cilinder (1 kg/cm^2) voorstelt, bij het begin van de compressie;

O b is de lengte die het maximumvolume of beginvolume $(v + V)$ voorstelt bij het begin van de compressie;

O a is de lengte die het minimumvolume of eindvolume van de compressie (v) voorstelt;

O d is de lengte die de einddrukking voorstelt.

Theoretisch, zonder rekening te houden met de afkoeling van de wanden, zou deze drukking 45 tot 50 kg/cm^2 bereiken.

c) Derde takt. — De verbranding (fig. 8 d en 8 e).

Theoretisch begint de verbranding als de zuiger het bovenste dodepunt bereikt.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 10.

In de trage Dieselmotoren (minder dan 400 tr/min), is de verbranding relatief traag en men kan aannemen, met een voldoende benadering, dat zij zich voordoet onder constante drukking (fig. 8 d).

Men stelt ze voor door een rechte C E, waarvan het punt E vastgesteld wordt door de stand van de zuiger bij het einde van de verbranding.

In de snelle Dieselmotoren, in gebruik bij de spoorwegtractie (600 tr/min en meer), vindt de verbranding plaats in een veel kortere tijd en men kan niet meer aannemen, zonder grote missing, dat zij plaats vindt volgens een zo eenvoudige wet.

Men bemerkt alsdan dat de verbranding plaats vindt in twee fasen :

1. De snelle verbranding met constant volume van de lichte stoffen, bevat in de brandstof;
2. De tragere verbranding met constante drukking van de zware stoffen bevat in de brandstof.

Het geheel van de verbranding is voorgesteld door twee rechten, C D en D E (fig. 8 e).

Het punt D is vastgesteld door de maximumdrukking bekomen tijdens de verbranding (b.v. 60 kg/cm² in fig. 8 e) en punt E door de duur van de verbranding (stand van de zuiger bij het einde van de verbranding).

d) Derde takt (vervolg). — De ontspanning (fig. 8 f).

Theoretisch, aangenomen dat zij plaats vindt zonder uitwisseling van warmte met de omgeving (adiabatische transformatie), wordt de ontspanning voorgesteld door een kromme E F, het punt F wordt vastgesteld door de einddruk als de zuiger het onderste dodepunt bereikt.

e) Vierde takt. — De uitlaat (fig. 8 g).

Op het ogenblik dat de uitlaatklep geopend wordt, valt onmiddellijk de drukking van haar waarde O f, tot de waarde van de atmosferische drukking 1 kg/cm². Deze

laatste drukking blijft behouden gedurende gans de duur van de uitlaat. De gebroken lijn F B G stel dus de uitlaat voor.

f) Drukking-volume diagramma.

Nu kunnen wij op eenzelfde diagramma de verschillende fasen van een volledige cyclus groeperen en wij bekommen het drukking-volume diagramma (p v) dat overeenstemt met de theoretische werking van een viertakt Dieselmotor, te weten :

a) voor de trage motor, het diagramma fig. 9 waarin :

- A B de inlaat voorstelt;
- B C de compressie voorstelt;
- C E F de verbranding en de ontspanning voorstelt;
- F B G de uitlaat voorstelt.

b) voor de motor met grote snelheid (ten minste 600 tr/min), het diagramma fig. 10 waarin :

- A B de inlaat voorstelt;
- B C de compressie voorstelt;
- C D E F de verbranding en de ontspanning voorstelt;
- F B G de uitlaat voorstelt.

Het diagramma (p v) dient om de arbeid vast te stellen die door een motor ontwikkeld wordt gedurende een cyclus.

Men kan bewijzen dat de oppervlakte van het diagramma de arbeid voorstelt die ontwikkeld wordt in de loop van een cyclus. Deze oppervlakte is met dwarsstrepen aangeduid in de fig. 9 en 10. De schaal aan dewelke de oppervlakte de arbeid voorstelt, hangt wel te verstaan af van de schalen gekozen voor de volumes en de drukkingen.

8 WERKELIJKE WERKING VAN DE DIESEL VIER-TAKTMOTOR.

In de practijk is de werkingscyclus van de vierkantmotor niet zo eenvoudig als wij het hierboven voorstelden. Wij zullen punt per punt nazien waar het verschil ligt tussen de practische en de theoretische cyclus.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 12.

a) Eerste takt. — De inlaat (fig. 11 en 12).

Drukking tijdens de inlaat. Theoretisch neemt men aan dat de drukking in de cilinder, tijdens de inlaat, 1 atm bedraagt, 't zij ongeveer 1 kg/cm^2 .

In werkelijkheid, is deze drukking lichtjes lager, 't zij $0,95$ tot $0,97 \text{ kg/cm}^2$. Er is dus een onderdruk in de cilinder van ongeveer $0,05$ tot $0,03 \text{ kg/cm}^2$. Zij is te wijten aan de geboden weerstanden bij het doorstromen van de lucht.

Voorsprong bij het openen van de inlaatklep. De inlaatklep opent zich niet ogenblikkelijk en niet juist op het ogenblik dat de zuiger het bovenste dodepunt bereikt. Zij begint zich te openen vooraleer de zuiger het bovenste dodepunt bereikt. Er is voorsprong op de inlaat. De voorsprong is noodzakelijk ingevolge de tijd die de klep nodig heeft om zich te openen. Anderzijds moet de luchtzuil in beweging gebracht worden om de cilinder te vullen, wat ook een zekere tijd vergt. Indien men de inlaatklep slechts begon te openen als de zuiger zijn bovenste dodepunt bereikt heeft, dan zou deze zuiger een groot deel van zijn neergaande slag afgelegd hebben, vooraleer de lucht in de cilinder zou stromen.

Vertraging bij het sluiten van de inlaatklep. Men mag de inlaatklep niet sluiten zodra de zuiger zijn onderste dodepunt bereikt heeft, want juist op dit ogenblik is er nog tegendruk in de cilinder ($0,03$ tot $0,05 \text{ kg/cm}^2$) en de lucht blijft nog toestromen naar de cilinder. Het is slechts wanneer de zuiger een deel van zijn opgaande slag heeft afgelegd dat de lucht ophoudt in de cilinder te stromen. Op dit ogenblik moet men de inlaatklep sluiten zo niet zou de lucht uit de cilinder wegstromen.

Besluit. Door voorsprong te geven aan de inlaat en vertraging aan het sluiten van de inlaatklep, zoekt men de beste vulling van de cilinder met lucht te bekomen. Hoe meer lucht er in de cilinder is, hoe groter de hoeveelheid zal kunnen zijn van de ingespoten brandstof. Dit is ook de reden waarom men bij voorkeur de verbrandingslucht opzuigt in een niet verwarmde ruimte, opdat zij dichter zou zijn.

Zekere motoren, zogezegd « overvoede » bezitten een speciale compressor, die de lucht met een zekere drukking naar de cilinder blaast met het doel de in de cilinder gebrachte hoeveelheid lucht te verhogen (zie verder art. 11).

Grafische voorstelling van de inlaatphase (fig. 11). De grafische voorstelling van de inlaat of aanzuiging, in plaats van de vorm ener rechte $A B$ ($1 \text{ kg} : \text{cm}^2$) te hebben, zal de vorm $A' B'$ hebben.

De inlaatklep opent zich in A' en sluit in B' .

Voorspronghoek bij de opening en vertragingshoek bij het sluiten van de inlaatklep (fig. 12). In plaats van het openen en het sluiten van de inlaatklep voor te stellen, ten opzichte van de stand van de zuiger, laten wij dit voorstellen ten opzichte van de stand van de kruk.

Indien de klep zich opent en zich sluit respectievelijk in de standen $O A'$ en $O B'$ van de kruk (in stede van de theoretische standen $O A$ en $O B$), zullen de hoeken $A' O A$ en $B' O B$ respectievelijk de vooropeningshoek aan het openen en de nasluitingshoek aan de sluiting van de inlaatklep zijn.

Men noemt ze bij afkorting V.O.I. en N.S.I.

De inlaat vindt dus plaats in de periode tijdens dewelke de kruk zich verplaatst van A' naar B' .

b) Tweede takt. — De compressie (fig. 13 en 14).

Begin van de compressie (fig. 13). Uit wat voorafgaat blijkt dat de compressie begint in $O B'$ en niet in $O B$.

Einde van de compressie (fig. 13). In plaats van te eindigen in de stand $O A$ van de kruk, eindigt de compressie in $O C'$, stand waarop men begint met het inspuiten van de brandstof (zie onder c hierna).

De hoek $C' O A$ is de voorspronghoek van de inspuiting.

Ontwikkeling van de compressie. Wij hebben aangenomen dat de compressie geschiedt zonder uitwisseling van warmte met de omgeving (adiabatische transforma-

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 14.

tie). In werkelijkheid is dit niet het geval vermits de koude lucht die in de cilinder stroomt verwarmd is door warmte die ze ontleent aan de warme wanden van de cilinder. Zodra de temperatuur van de lucht hoger is dan de temperatuur van de wanden, dan staat zij warmte af aan de wanden.

Grafische voorstelling (fig. 15). Als de kromme B C (puntlijn) de theoretische compressie voorstelt, dan zal de werkelijke compressie de vorm B' C' hebben (volle lijn).

c) **Derde takt. — Inspuiting en verbranding** (fig. 15 tot 17).

Duur van de ontsteking. Wij hebben aangenomen in de theoretische cyclus dat de brandstof ingespoten wordt op het ogenblik dat de zuiger het bovenste dodepunt bereikt (stand O A van de kruk). Dit laat veronderstellen dat de brandstof ogenblikkelijk bij het inspuiten ontvlamt, wat practisch niet het geval is. De tijd nodig voor de ontsteking is gevoelig constant in de tijd en hangt af van de soort gebruikte brandstof. Deze vertraging op de ontsteking of duur van de ontsteking zal dus des te meer invloed hebben als de draaisnelheid van de motor groter zal zijn (zie art. 10).

Voorsprong aan de inspuiting (fig. 15). Opdat de verbranding wel werkelijk zou beginnen in het bovenste dodepunt van de zuiger, moet men voorsprong geven aan de inspuiting. Indien de inspuiting plaats vindt in de stand O C' van de kruk, dan is de hoek C' O A de vóórinspuithoek, bij afkorting V.I.

Grafische voorstelling (fig. 16 en 17). Indien voor een snelle motor, de verbranding zich voordoet volgens C D E, en volgens C E voor een trage motor, volgens de tijd van de ontsteking, de duur van de verbranding en de uitwerking van de koude wanden van de cilinder, zal zij zich practisch voordoen volgens de lijnen C' D' E'.

d) **Derde takt (vervolg). — De ontspanning** (fig. 18).

Ontwikkeling van de ontspanning. Theoretisch neemt men aan dat de verbrande gassen zich ontspannen zonder

uitwisseling van warmte met de omgeving (adiabatische transformatie). Practisch is dit nooit het geval door het voortdurend afkoelen van de cilinder en de cilinderkop bij middel van de wateromloop. Anderzijds is de zuiger afgekoeld door de smeerolie.

Een belangrijke hoeveelheid warmte, voortgebracht door de verbranding (ongeveer $1/3$) wordt afgenomen door het water en de olie.

In de loop van de ontspanning is de drukvermindering belangrijker dan deze beschouwd in het theoretisch geval van een adiabatische ontspanning.

Einde van de ontspanning. De ontspanning eindigt, niet als de zuiger het onderste dodepunt bereikt, maar vóór deze stand, als gevolg van de voorsprong gegeven aan het openen van de uitlaatklep.

Grafische voorstelling. De fig. 18 stelt de theoretische ontspanningskromme E F voor (puntlijn) en de werkelijke kromme E' F' (volle lijn).

e) **Vierde takt. — De uitlaat** (fig. 19 tot 21).

Openen van de uitlaatklep. De voorsprong aan het openen van de uitlaatklep is onontbeerlijk, ingevolge de tijd die het openen vergt.

Uitlaatdruk. Als wanneer men theoretisch aanneemt dat de druk tijdens de uitlaatperiode ongeveer 1 kg/cm^2 bedraagt, zal hij in werkelijkheid $1,3$ tot $1,4 \text{ kg/cm}^2$ bedragen. De overdruk van $0,3$ tot $0,4 \text{ kg/cm}^2$ is nodig door de weerstand die geboden wordt aan de doortocht der gassen in de uitlaatbuizen.

Vertraging bij het sluiten van de uitlaatklep. De uitlaatgassen hebben een zekere traagheid. Om het volledig uitdrijven van de verbrande gassen te vergemakkelijken en een betere vulling met frisse lucht van de cilinder te verzekeren, zal men de uitlaatklep slechts sluiten wanneer de zuiger het bovenste dodepunt voorbij is.

Spoeling van de cilinder (fig. 19 en 20). Als gevolg van de vertraging die gegeven wordt aan de sluiting van de

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 16.

uitlaatklep en de voorsprong gegeven aan de inlaatklep, verschijnt er een korte periode tijdens dewelke de twee kleppen open zijn. Op het ogenblik dat de inlaatklep zich opent, doet er zich een toevoer van lucht naar de uitlaatklep voor, die door de cilinder vaagt en de laatste verbrande gassen uitdrijft.

Grafische voorstelling (fig. 21). Vanaf het ogenblik dat de uitlaatklep zich opent, valt de druk in de cilinder en bedraagt nog slechts 1,7 tot 2 kg/cm² als de zuiger het onderste dode punt bereikt.

Als de zuiger terug begint te stijgen, valt de druk nog meer en bedraagt nog slechts 1,3 tot 1,4 kg/cm² gedurende de uitlaatslag. Zodra de inlaatklep zich opent (A') vermindert de druk tot 1 kg/cm² en zelfs tot 0,97 kg/cm² op het ogenblik dat de uitlaatklep volledig gesloten is. Practisch is de uitlaat voorgesteld op de fig. 21 door de kromme in volle lijnen F' G'.

Vóóropeningshoek en naslithoek van de uitlaatklep (fig. 19). Deze hoeken zijn in de fig. 19 respectievelijk voorgesteld door F' O B en G' O A. Men noemt ze bij afkorting V.O.U. en N.S.U.

f) Besluiten.

De 4 fasen van de werkelijke werking van de motor zijn schematisch voorgesteld in de fig. 22 a tot 22 d. Zij kunnen samengevat worden door een cirkelvormig diagramma, dat de stand van de kruk voorstelt zoals aangegeven in de fig. 23.

g) Druk-volume diagramma.

Uit de voorafgaande beschouwingen kan men ook de werkelijke werking van de motor afleiden in het druk-volume diagramma. Het is voorgesteld door de fig. 24, in dewelke :

- A' B' de inlaat voorstelt;
- B' C' de compressie;
- C' E' F' de verbranding en ontspanning;
- F' G' de uitlaat.

Het werkelijk druk-volume diagramma kan opgenomen worden bij middel van een speciaal apparaat dat men op de in werking zijnde motor plaatst. Deze apparaten zijn nochtans zoveel ingewikkelder en duurder als de draaisnelheid van de motor groter is.

Dit diagramma laat toe de in de loop van een cyclus door de motor ontwikkelde werkelijke arbeid, vast te stellen, **geïndiceerde arbeid** genoemd (fig. 25).

Gedurende de inlaat- en uitlaatperioden, bestaat er in de cilinder respectievelijk een onderdruk en een drukking, en zij hebben tot gevolg een arbeidsverlies waarvan de belangrijkheid wordt voorgesteld door de oppervlakte Z 2.

De arbeid ontwikkeld tijdens de verbranding en de ontspanning, verminderd met de arbeid nodig voor de compressie van de lucht, is voorgesteld door de oppervlakte Z 1.

De werkelijke arbeid ontwikkeld tijdens een volledige cyclus is dus voorgesteld door het verschil van deze twee oppervlakten :

$$Z = Z 1 - Z 2.$$

9 REGELING VAN DE VERDELING.

De vooropening- en nasluithoeken van de inlaat- en uitlaatkleppen, voorgesteld op het cirkelvormig diagramma van fig. 23, moeten elk voor een gegeven motortype, een welbepaalde waarde hebben, die eens en voor altijd door de bouwer werd vastgesteld.

Daar de nokkenas of nokkenassen die het openen en het sluiten der kleppen bedienen, aangedreven zijn door de krukas met behulp van tandwielen, moeten deze laatsten onderling een welbepaalde stand innemen, opdat de hoeken juist zouden zijn.

Het feit de stand van de nokkenas ten opzichte van de krukas te regelen, noemt men de regeling van de verdeling.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 18.

De juiste regeling van de verdeling kan zo nodig nagezien worden door het personeel van de depots; bij middel van een hoeksgewijze verdeling op het stuurwiel aangebracht.

10 VOORINSPUITING.

Voor een bepaalde motor en brandstof, is de ontstekingsduur ongeveer constant in de tijd. Welnu, met een zelfde tijd stemt een des te grotere omwentelingshoek overeen naarmate de omwentelingssnelheid van de motor groter is.

Opdat, bij al de snelheidsregimes van de motor, de verbranding altijd in hetzelfde punt van de zuigerslag (in de nabijheid van het bovenste dodepunt) zou beginnen, moet men de voorinspuitingshoek V.I. doen vergroten naarmate de omwentelingssnelheid stijgt.

In de praktijk echter, ten einde ingewikkelde schikkingen te vermijden, werken de meeste motoren der motorwagens met een constante voorinspuitingshoek, eens en voor altijd geregeld op de proefbank, ter gelegenheid der herziening van de motor, en welke voldoening geeft bij de verschillende werkingsregimes.

Ander motoren zijn voorzien van een automatische inrichting die de voorinspuiting doet veranderen in functie van de omwentelingssnelheid.

Een slecht geregelde voorinspuiting heeft zeer ernstige zwaarigheden in de werking van de motor tot gevolg.

Als de hoek te groot is, dan is de verbranding te vroeg, en daaruit volgt een abnormale vermoeidheid van de motororganen (de motor klopt) en verlies van vermogen.

Is de hoek te klein, dan is de verbranding te laat en onvolledig, vandaar verlies van vermogen, gekleurde uitlaat (zwarte rook), bevuilden der innerlijke organen en gevaar van verhitting van de motor.

11 OVERVOEDING VAN DE VIERTAKTMOTOR.

Het overvoeden bestaat in het lichtjes samendrukken (van 1,3 tot 1,5 kg/cm²) van de verbrandingslucht vóór haar inlaat in de cilinder. Daar het toegelaten volume

lucht hetzelfde blijft, zal de cilinder door dit feit, in het begin van de compressiephase een grotere hoeveelheid lucht in gewicht bevatten. Het is dus mogelijk, bij elke arbeidscyclus, in de cilinder een grotere hoeveelheid brandstof te verbranden, waardoor een vergroting van de oppervlakte van het druk-volume diagramma, en dus van de geleverde arbeid per cyclus.

Een overvoede motor laat toe een groter vermogen te ontwikkelen (tot 50 %) dan dit van de niet overvoede motor met hetzelfde aantal cilinders en die aan dezelfde snelheid draait. Mits een betamelijke regeling van de verdeling en de voorinspuiting, kan dit resultaat bekomen worden zonder de maximadrukking en temperatuur, bereikt bij het einde van de verbrandingsphase, merkbaar te verhogen.

De voorafgaande samendrukking van de lucht wordt verwezenlijkt bij middel van een overvoedingsturboblazer, die bevat :

- een schoepenrad voortbewogen door de uitlaatgassen van de motor;
- een ventilator (blazend) die rechtstreeks aan het schoepenrad gekoppeld is en die de samendrukking van de lucht verwezenlijkt.

Deze groep vormt een geheel dat draait aan zeer grote snelheid (over het algemeen 10 000 tot 20 000 tr/min) en dat werkt door herwinnen van de kinetische energie bevat in de uitlaatgassen.

C. DE DIESEL TWEETAKT MOTOR.

12 WERKING VAN DE DIESEL TWEETAKT MOTOR.

Terwijl in een viertaktmotor de werkingscyclus geschiedt in vier opeenvolgende slagen van de zuiger, wordt dit in een tweetaktmotor uitgevoerd in twee opeenvolgende slagen, wat overeenstemt met een omwenteling van de krukas.

De fasen van inlaat en uitlaat geschieden gelijktijdig; met dit doel, voegt men ze tussen het einde van de ontspanningsphase en het begin van de compressiephase.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 20.

Anders gezegd, de inlaat- en uitlaatphasen strekken zich uit op het einde van de neergaande slag en het begin van de opgaande slag van de zuiger.

Men onderscheidt :

1. De motoren waarin de volledige verdeling (inlaat en uitlaat) geschiedt door openingen aangebracht langs onder aan de cilinder en vrijgemaakt door de zuiger bij het einde van de neergaande slag;

2. De motoren waarin slechts één enkele van de verdelingsphasen (in het algemeen de inlaat) verzekerd wordt door openingen aangebracht in de cilinder en de andere door kleppen aangebracht bovenaan de cilinder.

De tweetaktmotoren in dienst op ons net zijn van het tweede type, en bijgevolg zullen wij enkel dit laatste beschrijven.

In een dergelijke motor (fig. 26) geschiedt de inlaat langs gleuven (B) aangebracht in de cilinder, spoelgleuven genoemd, terwijl de uitlaat geschiedt langs een of meer kleppen (S) die zich in de cilinderkop bevinden.

De spoelgleuven zijn in verbinding met een draaiende tandradcompressor (C) aangedreven door de Dieselmotor en die dient om de verse lucht samen te drukken op ongeveer 1,3 kg/cm² druk.

De uitlaatklep of -kleppen worden bediend bij middel van een nokkenas door tussenkomst van stoterstangen en tuimelaars zoals bij een viertaktmotor, uitgenomen dat de nokkenas aan dezelfde snelheid moet draaien als de krukas vermits er een volledige arbeidscyclus is per omwenteling.

De fig. 27 toont de verschillende fasen van de werkelijke werkingscyclus van deze motor :

- 1 - 2 stelt de inlaat voor;
- 2 - 3 stelt de compressie voor;
- 3 - 3' - 4 - stelt de verbranding en de ontspanning voor;
- 4 - 5 stelt de uitlaat voor.

Naar het einde van de ontspanningsfase (neergaande slag van de zuiger), opent zich de uitlaatklep (in 4), een weinig voordat de zuiger de spoelgleuven vrijmaakt (in 1). Vanaf het punt (1), dringt de verse lucht, samengedrukt door de spoelcompressor, in de cilinder langs de gleuven en drijft de verbrande gassen uit langs de uitlaatklep.

De uitlaatklep sluit zich in (5), een weinig voordat de zuiger de spoelgleuven volledig afgesloten heeft (in 2).

De compressie begint dus in punt (2), maar met verse lucht die op ongeveer $1,3 \text{ kg/cm}^2$ druk is, zodat de vulling van cilinder slechts lichtjes lager is dan deze bekomen in een niet overvoede viertaktmotor (waar de compressie eerder begint, maar met lucht onder dezelfde druk van de atmosfeer).

De periode van (1) tot (5) in volle lijnen getekend in fig. 27, tijdens dewelke de spoelgleuven (inlaat) en de uitlaatklep terzelfder tijd geopend zijn, is de **spoelperiode**.

13 VERGELIJKING TUSSEN DE TWEETAKT- EN VIER-TAKTMOTOREN.

De tweetaktmotor biedt volgende voordelen :

1. Bij gelijk aantal cilinders zou een tweetaktmotor theoretisch een vermogen moeten ontwikkelen dat dubbel is van dit van een (niet overvoede) viertaktmotor. In werkelijkheid zal het niet algeheel zo zijn doordat de graad van vulling in de tweetaktcyclus slechter is en ook door het vermogen dat opgeslorpt wordt door de spoelcompressoren.

In de praktijk, bij gelijkheid van vermogen en omwentelingssnelheid, laat de tweetaktmotor toe een merkelijke gewichts- en ruimtebesparing te verwezenlijken ten opzichte van de niet overvoede viertaktmotor (40 %).

Nochtans, ten opzichte van de overvoede viertaktmotor, is deze winst veel minder (10 tot 20 %).

2. Het in elke cilinder ontwikkelde motorkoppel is tweemaal regelmatigiger dan deze van een viertaktmotor.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 22.

De nadelen van de tweetaktmotor zijn de volgende :

1° Zijn thermisch rendement is kleiner dan dit van een viertaktmotor.

In een Dieselmotor geschiedt het spoelen bij middel van zuivere lucht en is hierbij geen verlies aan brandstof te vrezen. Niettemin is het brandstofverbruik per paardekracht-uur van een tweetakt Dieselmotor ongeveer 10 % groter als dit van een viertaktmotor;

2° De thermische belasting van de onderdelen (zuigers, cilinderkoppen, enz.) welke bij gelijke snelheid, een dubbel aantal verbrandingen moeten ondergaan, is groter dan in de viertaktmotor en bemoeilijkt de bouw van de motor.

D. KENSCHETSENDE KROMMEN VAN DE DIESELMOTOR.

Deze krommen tonen de verandering van het koppel en het vermogen van de Dieselmotor in functie van de omwentelingssnelheid. Men voegt er soms de verbruikskrommen bij.

De minimumsnelheid van de motor, traagloop genoemd, verschilt tussen de helft en het derde van de maximale snelheid.

14 ONTWIKKELD KOPPEL (fig. 28).

Het regelen van het ontwikkeld koppel, of belasting, wordt bekomen door de hoeveelheid brandstof in de cilinder gespoten bij elke cyclus te wijzigen; de hoeveelheid lucht in de cilinder toegelaten blijft onveranderlijk bij de verschillende graden van inspuiting.

Voor een gegeven graad van inspuiting, is het ontwikkeld koppel gevoelig constant welke ook de omwentelingssnelheid weze. Nochtans, bij lage snelheden, is het koppel nul en het is onontbeerlijk een bijzondere inrichting te voorzien bestemd om de motor aan te zetten tot dat hij de ontstekingsnelheid bereikt heeft.

Fig. 28 stelt de krommen van het koppel voor bij verschillende inspuitingsregimes.

15 VERMOGEN (fig. 29).

Het vermogen is evenredig aan het product van de snelheid met het koppel. Daar dit laatste ongeveer constant is, verschilt het vermogen gevoelig lineair met de omwentelingssnelheid. Fig. 29 stelt de krommen van het vermogen voor bij verschillende inspuitingsregimes.

16 VERBRUIK (fig. 30).

Het verbruik in gasolie kan uitgedrukt worden 't zij door het totaal uurverbruik, of beter door het specifiek verbruik, in grammen per paardekracht-uur (een paardekracht-uur is de arbeid ontwikkeld door een motor van 1 paardekracht gedurende 1 uur). Dit verbruik schommelt omgekeerd evenredig met het rendement (zie art. 17).

Fig. 30 stelt de krommen voor van het **specifiek verbruik** bij verschillende inspuitregimes. Men bemerkt alsdan :

1. Met volle belasting en tot ongeveer de halve belasting, t.t.z. in de normale benuttigingszone, verandert het verbruik slechts weinig wanneer de omwentelingssnelheid verandert.
2. Het minimumverbruik ligt in de nabijheid van de volle belasting; het verhoogt slechts weinig tot aan de halve last om dan uitgesproken groter te worden bij lage belasting.

Het **minimumverbruik** is over 't algemeen begrepen tussen 160 en 185 g/pkh voor de viertaktmotoren, tussen 175 en 210 g/pkh voor de tweetaktmotoren. Het is groter voor een kleine motor dan voor een zware motor, voor een motor met grote snelheid dan voor een motor met middelmatige snelheid.

Het specifiek verbruik laat toe het uurverbruik bij **vol vermogen**, gemakkelijk te bepalen, b.v. :

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 24.

— Cockerill-Baldwinmotor van de locomotieven type 201 :

— vermogen : 1750 pk;

— specifiek verbruik : 160 g/pkh;

— uurverbruik : $\frac{1750 \times 160}{1000} = 280 \text{ kg}$

of, rekening houdend met het specifiek gewicht van de gasolie

$$280 : 0,85 = 330 \text{ l.}$$

— Brosselmotor van de motorwagens typen 553, 554 :

— vermogen : 170 pk;

— specifiek verbruik : 185 g;

— uurverbruik : $\frac{170 \times 185}{1000} = 21,5 \text{ kg}$

of rekening houdend met het specifiek gewicht van de gasolie

$$21,5 : 0,85 = 25 \text{ l.}$$

Het uurverbruik, bij traagloop of bij ledig lopen, verandert tussen de volgende grenzen :

10 tot 12 kg voor een zware motor van een locomotief van 1750 pk.

1 tot 2 kg voor een lichte motor van een motorwagen van 100 tot 200 pk.

17 RENDEMENT.

Het effectief rendement van een Dieselmotor is de verhouding tussen de hoeveelheid warmte die werkelijk in arbeid omgezet is bij de uitgangsas, en de hoeveelheid warmte aangevoerd door het verbranden van de verbruikte brandstof. Voor een gegeven brandstof, is het omgekeerd evenredig aan het specifiek verbruik.

Het rendement verandert dus lichtjes met de natuur van de motor (zie art. 16).

Bij vol belastingsregime, bevindt het zich gewoonlijk tussen 32 % en 38 %.

Juli 1958.

De verloren warmte, 't zij gemiddeld ongeveer 65 % van de totale door de verbranding aangevoerde warmte, verdeelt zich **benaderend** als volgt :

- Warmte door de uitlaatgassen medegevoerd : 30 %;
- Warmte medegevoerd door het koelwater en de olie : 30 %;
- Warmte afgevoerd langs de wanden : 5 %.

18 E. SAMENSTELLEND ONDERDELEN VAN DE DIESELMOTOR.

De eigenlijke Dieselmotor bevat :

1. **De motoronderdelen** : De zuigers die in de cilinders een heen- en weergaande beweging volbrengen, slepen in een draaibeweging een krukas mee, bij middel van drijf-stangen; deze krukas is geplaatst in het carter of onderstel volgens het geval; aan het bovineinde der cilinders zijn de cilinderkoppen geplaatst die de verdeling met kleppen bevat; het verdelingsmechanisme verzekert de gesyn-chroniseerde beweging van de kleppen en de zuigers zodanig dat de voorheen beschreven cyclus van de motor geëerbiedigd wordt.

2. **De onderdelen voor inspuiting** van de brandstof, te weten de injectiepompen en de inspuiters.

Anderzijds zijn al de Dieselmotoren voorzien van een zeker aantal hulpinstellingen die onontbeerlijk zijn voor hun werking. Het zijn :

3. **De voedingsomloop der brandstof;**
4. **De smeerolieomloop;**
5. **De afkoelingsomloop;**
6. **De luchtomloop (voor de inlaat);**
7. **De regelaar;**
8. **De beveiligingstoestellen;**
9. **De controle- en meettoestellen;**
10. **De starttoestellen.**

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 26.

1. DE MOTORONDERDELEN.

19 ALGEMEENHEDEN.

De bijzonderste organen van de motor zijn :

- de cilinders;
- de zuigers met ringen (segmenten);
- de stangen;
- de krukas en haar lagers;
- het carter of het onderstel;
- de cilinderkoppen;
- het verdeelmechanisme.

20 CILINDERS.

De cilinder is het orgaan waarin de zuiger beweegt.

Bij de snelle motoren zijn de cilinders meestal samengesteld uit gegoten gietijzeren blokken, voorzien van kamers voor de omloop van het koelwater. Hun inwendige oppervlakte is zuiver cilindrisch uitgeboord. Na de sleet plaatst men doorgaans **cilinderbussen** welke aangezette stukken zijn, krachtig ingeperst in de cilinderuitboring.

Deze bussen, welke niet in aanraking komen met het afkoelingswater zijn van het **droge** type.

Fig. 31. Dwarsdoorsnede van een cilinderblok van de S.E.M.-motor (motorwagen type 603) : de blokken zijn gegoten in gietijzer in groepen van twee cilinders welke een enkel stuk vormen.

Bij de grote motoren met gemiddelde snelheid (locomotieven), zijn de cilinders over het algemeen samengesteld uit **cilinderbussen** in gietijzer welke aangezette stukken zijn opgesteld in een **onderstel**, ook cilinderblok genoemd, welke samengesteld is uit een in gietijzer gegoten stuk of meestal in gelast staal welke de waterkamers vormt. Deze cilinderbussen, welke in contact staan met het afkoelingswater, zijn van het **natte** type. Hun binnenvlak is soms verchroomd om de oppervlakkige hardheid te verhogen en de sleet te doen afnemen.

Fig. 32. Cilinderbus van een motor Cockerill-Baldwin (locomotief type 201).

21 ZUIGERS EN ZUIGERRINGEN.

De zuigers zijn vervaardigd uit een lichte aluminiumlegering, hetzij uit gietijzer.

Hun bovenzvlak is over het algemeen voorzien van een uitholling welke samen met het onderste vlak van de cilinderkop de verbrandingskamer vormt.

Zij zijn voorzien van een zeker aantal **zuigerringen** welke gietijzeren ringen zijn, geplaatst in de groeven der buitenoppervlakte van de zuiger en welke op de wand van de cilinder drukken door hun eigen veerkracht. Er bestaan twee soorten zuigerringen :

1. De dichtingsringen, over het algemeen ten getale van 3 of 4, met rechthoekige doorsnede aan de bovenkant geplaatst en bestemd om het doorblazen der verbrande gassen of de lucht in het carter van de motor te verhinderen; zij moeten dus zorg dragen om de dichtheid van de verbrandingskamer te verzekeren;

2. De olieschraapringen veelal ten getale van twee, soms drie, van veranderlijke vorm naargelang het type van de motor, op de onderkant van de zuiger geplaatst en bestemd om te beletten dat de olie te overvloedig aan de zuigerkop zou komen, hetgeen aanleiding zou geven tot een overdreven verbruik en tot het vormen van koolneerslag op de zuiger en de kleppen.

In de zuiger wordt een zuigerspil in staal met harde weerstand geplaatst waarop de kleine kant der stang scharniert.

Fig. 33. Zuiger en zuigerringen van de Baldwinmotor (locomotief 201).

Fig. 34. Dichtingsring.

Fig. 34bis en 34ter. Schraapringen.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 28.

22 STANGEN.

De drijfstangen ondergaan de stuwning van het gas uitgeoefend op de zuigers en dragen dit over op de krukas door de rechtlijnige beurtelingse beweging van de zuigers in een cirkelvormige doorgaande beweging der krukas om te vormen.

Zij zijn in staal met hoge weerstand, gesmeed en speciaal behandeld.

Elke stang scharniert enerzijds op de zuigerspil met de stangvoet en op de overeenstemmende kruktaf met de stangkop. Te dien einde is de stangvoet voorzien van een bronzen bus scharnierend op de zuigerspil en de stangkop bevat twee halve kussens bestaande uit een stalen gestel belegd met een sleetmetaal (loodbrons of wit metaal, of beiden). Het centrale gedeelte van de stang dat de stangvoet verenigt met de stangkop wordt stanglichaam genoemd. Dit stanglichaam is doorboord voor de omloop van de smeeroilie.

Fig. 35. Stang van de S.E.M.-motor (motorwagens 603-608-620).

Fig. 36. Stang van de E.M.D.-motor (locomotieven 202-203-204).

23 KRUKAS.

De krukas in speciaal behandeld staal draait in een zeker aantal lagers (over het algemeen bestaat er een lager aan elk uiteinde en een tussenlager tussen al de cilinders) ondergebracht in het carter of het onderstel. Hij bevat zoveel draagtappen als er lagers zijn en zoveel krukken als de motor cilinders bevat, uitgezonderd voor de motoren in V waarin de stangen 2 per 2 scharnieren volgens de V op eenzelfde kruk. Elke kruk wordt gevormd door een kruktaf waarop de stangkop scharniert en door twee stangen. De lagers bevatten elk twee halve kussens gevormd door een stalen gestel belegd met een sleetmetaal (loodbrons of wit metaal) zoals de kussens van de stangkop.

Juli 1958.

Gewoonlijk omvat de krukas :

- op een uiteinde een trillingsdemper met wrijvingschijven dienende om de wrijvingstrillingen te dempen;
- op het andere uiteinde een vliegwiel voor het regelen van het motorkoppel en een tandrondsel welke de verschillende tandwielstellen aandrijft voor het bedienen van de nokkenas voor de verdeling en zekere hulpinrichtingen.

De koppeling van de transmissie met de krukas geschiedt langs de kant van het vliegwiel, **achterkant** van de motor genoemd; de trillingsdemper is dus geplaatst langs de **voorkant** van de motor.

Fig. 37. Krukas van de S.E.M.-motor met 6 cilinders (motorwagens type 603).

Fig. 38. Gedeeltelijk zicht op de krukas van de E.M.D.-motor (locomotieven types 202-203-204) welke de boringen aantoonst uitgevoerd voor de omloop van de smeeroilie.

24 CARTER OF ONDERSTEL.

Bij de snelle motoren is het carter samengesteld uit 2 gegoten delen in lichte aluminiumlegering of in gietijzer :

- a) Het bovincarter welke het weerstandbiedende stuk vormt, ondersteunt de cilinders en is voorzien van dwarsliggers welke de draaglagers van de krukas bevatten;
- b) Het ondercarter sluit het carter langs onderen af en doet dienst als vergaarbak voor de smeeroilie.

Bij de grote motoren met gemiddelde snelheid (locomotief), worden de krukaslagers ondersteund door een stuk gewoonlijk vervaardigd in gelaste platen soms in gietijzer, gegoten **onderstel** genoemd. Dit ondersteunt het gestel waarin de watermantels bevat zijn en het bevat eveneens op het onderste gedeelte de voorraad smeeroilie (uitgenomen in het geval van de motor ABC waar de smeeroilie geborgen is in een afgescheiden reservoir : motor met droog carter).

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 30.

Fig. 39. Carter en ondercarter in aluminium van de horizontale S.E.M.-motor (motorwagen 603).

Fig. 40. Onderstel in gelaste platen van de Baldwinmotor (locomotief 201).

25 CILINDERKOPPEN.

De cilinderkop sluit de cilinder af aan zijn bovendeele; het is gewoonlijk een in gietijzer gegoten stuk. De stootbodem is meestal hetzij individueel per cilinder, hetzij gemeen aan 2 cilinders. Een metalloplastische of volkoperen voeg moet de dichtheid verzekeren tussen de cilinderkop en het carter.

Een wateromloop welke een doorgaande omloop vormt met deze van de cilinder is in de cilinderkop aangebracht.

Boven elke cilinder bevat de cilinderkop :

- een of twee inlaatkleppen (uitgezonderd in de tweetaktmotoren waarin de inlaat plaats heeft langs openingen verdeeld rond de cilinderbus);
- een of twee uitlaatkleppen;
- de inspuitinrichting van de brandstof t.t.z. de inspuiter (en, gebeurlijk, een voorverbrandingskamer).

Fig. 41. Cilinderkop van de S.E.M.-motor (met voorverbrandingskamer) (motorwagens types 603-608-620).

Fig. 42. Cilinderkop van de Baldwinmotor (locomotief T 201).

26 VERDELINGSMECHANISME.

In de klassieke opstelling bevat het verdelingsmechanisme hoofdzakelijk een nokkenas (fig. 43) in staal (A) evenwijdig met de krukas en aangedreven met behulp van een stelsel cilindrische tandwielen op de halve omwentelingssnelheid van de krukas voor een viertaktmotor en op de omwentelingssnelheid van de krukas voor de tweetaktmotor.

Bij de motoren in V bestaat er gewoonlijk een nokkenas per rang cilinders.

Tegenover elke cilinder is de nokkenas voorzien van uitstekende gedeelten (of nokken) voor de inlaatkleppen en voor de uitlaatkleppen evenwijdig opgesteld t.o.v. de cilinders.

De kleppen (S) zijn gevormd uit een kop met conische zitting en uit een steel; deze laatste schuift heen en weer in een gietijzeren geleiding (G). De kleppen zijn in speciaal staal zodanig dat zij kunnen weerstaan aan hoge temperaturen en aan de inwretende werking van de uitlaatgassen.

De veren (R) houden de kleppen normaal gesloten; deze openen zich door tussenkomst van de nokken bij middel van een stoterstang (T) en een hefboom « tuimelaar » genoemd (C). De nok werkt in op de stoterstang door tussenkomst van een stoter (P), of beter door een rol los draaiende rond haar as. Gebeurlijk laat een tussenstuk, bedieningsbrug der kleppen genoemd, de bediening toe van twee kleppen door een enkele tuimelaar (fig. 42).

Er moet steeds, wanneer de motor koud is, een zekere speling (J) (0,2 tot 0,5 mm) op juiste wijze vastgesteld voor elk type van motor, tussen de klepsteel en het steunvlak van de tuimelaar bestaan om rekening te houden van de uitzettingen. Deze speling kan geregeld worden bij middel van de regelingsvijs (V). De juiste waarde ervan moet periodisch nagezien worden door de onderhoudsdienst van de depots. Indien de speling te gering is, sluiten de kleppen slecht wanneer de motor warm wordt ingevolge de uitzettingen, waaruit onvoldoende samendrukking en slechte verbranding voortvloeien. Indien de speling te groot is, gebeurt de opening en het sluiten van de kleppen niet meer op het voorziene ogenblik; de schokken van de tuimelaars op de stelen maken de werking van de motor luidruchtiger dan bij normale werking.

Het bovengedeelte van het verdeelmechanisme is bedekt met lichte deksels, gewoonlijk in aluminiumplaat, gemakkelijk wegneembaar, om de schouwing toe te laten.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 32.

2. DE INSPUITONDERDELEN.

27 ALGEMEENHEDEN.

De inspuitorganen zijn de injectiepompen en de inspuiters.

De injectiepomp moet de gasoil doseren in een hoeveelheid aangepast aan het werkingsregiem van de motor en stuwt met hoge drukking, op het gepaste ogenblik, de gasoil naar de inspuiters.

De inspuiters verpulvert zeer fijn de brandstof en verdeelt deze op eenvormige wijze doorheen de verbrandingskamer van de cilinder of, gebeurlijk, de voorverbrandingskamer.

Er is steeds een inspuiters per cilinder in de cilinderkop opgesteld en een cilindrische pomp komt overeen met elke inspuiters. Men treft drie kenmerkende schikkingen aan :

- a) De pompen welke de verschillende cilinders voeden zijn samengebundeld in een enkel onderstel en met de inspuiters verbonden door aangepaste leidingen;
- b) De pompen zijn individueel en elk opgesteld in de omgeving van de overeenstemmende cilinder;
- c) Voor elke cilinder zijn de pomp en de cilinder samengevat in één enkel orgaan, op de cilinderkop opgesteld. Met dit stelsel is het niet nodig leidingen te gebruiken waarin de brandstof, met hoge drukking, tussen de pomp en de inspuiters dient te stromen, elke cilinder is alsdan voorzien van een « inspuitpomp ».

Vermelden wij nog dat de injectiepompen en de inspuiters organen zijn van grote nauwkeurigheid, waarvan de goede werking van hoofdzakelijk belang is voor het rendement en het behoud van de motor.

28 VERSCHILLENDE INSPUITWIJZEN.

Naargelang de wijze waarop de brandstof in de cilinder ingespoten wordt onderscheidt men :

- a) De motoren met rechtstreekse inspuiting;
- b) De motoren met voorverbrandingskamer.

Juli 1958.

Bij de motoren met **rechtstreekse inspuiting** (fig. 44), wordt de brandstof rechtstreeks in de cilinder ingespoten; de inspuiters is gewoonlijk ondergebracht in het midden van de cilinderkop en de bodem van de zuiger heeft een uitholling welke bestemd is om de verbrandingskamer te vormen. Men bekomt een zeer fijne verstuiving van de brandstof door het aanwenden van uiterst hoge inspuitdrukken (200 tot 400 kg/cm²) en inspuitingsopeningen van zeer kleine doormeter (0,1 tot 0,2 mm).

Bij de motoren met **voorverbrandingskamer** (fig. 44bis) wordt de brandstof ingespoten in een kamer welke afgescheiden is van de cilinder, van veranderlijke vorm, volgens het type van de motor, ondergebracht in de cilinderkop en welke in verbinding staat met de cilinder bij middel van aangepaste openingen. Deze kamer wordt voorverbrandingskamer genoemd. Dit stelsel noodzaakt geen zo ver doorgedreven verstuiving van de brandstof als de rechtstreekse inspuiting, hetgeen het aanwenden toelaat van minder grote inspuitdrukken (100 tot 150 kg/cm²). Dit stelsel is bij voorbeeld gebruikt bij de S.E.M.-motoren der motorwagens (fig. 44bis). Wanneer de voorverbrandingskamer een sferische vorm heeft ten einde de mengeling van de lucht en de ingespoten brandstof te vergemakkelijken (geval voor de Brossel-motoren) (fig. 59), wordt deze ook **wervelkamer** genoemd.

INJECTIEPOMPEN.

29

De moderne injectiepompen zijn van het type met plunjerzuiger. De zuigers worden bewogen door een afwisselende beweging die door de nokken overgedragen wordt op een as geplaatst (bedieningsas der injectiepompen) door de krukas aangedreven met een gelijkvormige draaisnelheid (de helft van de snelheid van de krukas voor de viertaktmotor; de snelheid van de krukas voor de tweetaktmotor).

Wij zullen de Boschpomp bespreken welke een van de meest verspreide is. Ze is van het type van zuig- en ontladingsopeningen door de beweging van de zuiger gecontroleerd, welke zelf dienst doet als verdeler (fig. 45 en 46).

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 34.

Bij dit stelsel is de zuigerslag constant.

De regeling der hoeveelheid ingespoten brandstof wordt bekomen door draaiing van de zuiger om zijn as.

Hiertoe is een gedeelte der oppervlakte van de zuiger (1) uitgehaald; dit gedeelte bevat een schroefvormige boord en is in verbinding met de bovenkant van de zuiger langs een verticale groef. Wanneer de zuiger in de onderste stand is, wordt de ruimte van de cilinder boven de zuiger gevuld met brandstof welke toestroomt uit de aanzuigkamer langs de zijdelingse inlaatopeningen (4) en (5).

Wanneer de zuiger onder de invloed van de nok omhoog gaat, worden deze beide openingen afgesloten en de brandstof weggeperst doorheen de weerhoudingsklep (2), de terugstuwleiding en de inspuiter. De inspuiting begint op het ogenblik dat de bovenste rand van de zuiger het peil der inlaatopeningen voorbijgaat. Ze eindigt op het ogenblik dat de rand der schroefvormige insnijding der rechtse inlaatopening (5) ontbloot en zodoende de pompcilinder in verbinding stelt met de aanzuigkamer langs de verticale groef van de zuiger, hetgeen de drukslag doet eindigen.

Om het inspuitdebiet te regelen doet men de zuiger in de cilinder draaien door de regelstang (6) in de langszin te verplaatsen; deze stang is voorzien van een tandstang welke ingrijpt met een rondsel op de regelmof (7) vastgespied. De regelstang wordt bevolen door het brandstofpedaal en de regelaar. Zoals door het fig. 46 weergegeven wordt, wijzigt men aldus het punt waarop de inspuiting eindigt, het beginpunt der inspuiting blijft vast.

30 DE INSPUITERS.

Men onderscheidt :

- a) De open inspuiters welke bestaan uit eenvoudige stoppen met een opening volgens de aslijn;
- b) De gesloten inspuiters, waarin de uitmonding der uitboring dienende voor de inspuiting gesloten wordt door een stift (sproeier) welke sluit onder de werking van een veer en opent onder de drukking van de brandstof welke door de injectiepomp weggeperst wordt.

De gesloten inspuiterers zijn verreweg het meest verspreid daar ze elk nadruppelen van de brandstof buiten de werkelijke inspuiterperiode verhinderen.

Wij zullen de inspuiter Bosch beschrijven waarmede een groot gedeelte van onze materieel uitgerust is (fig. 47).

De eigenlijke inspuiter omvat het inspuiterlichaam en de stift (of sproeier) zeer nauwkeurig in elkaar passend. Het inspuiterlichaam wordt aan de inspuiterhouder bevestigd bij middel van een aansluitmoer.

De inspuiterhouder dient om de inspuiter op te stellen in de cilinderkop. Hij omvat een kanaal voor het toevoeren van de brandstof door de injectiepomp weggeperst en een kanaal dat dient om de lekken op te vangen (overloop).

De stift wordt normaal op haar zitting gedrukt bij middel van een stootstang en een sterke veer. De spanning der veer kan geregeld worden bij middel van de regelvijs welke men kan bereiken door het hoedje af te vijzen.

De brandstof welke door de injectiepomp weggeperst wordt, komt in de inspuiterhouder door de opening welke links op de fig. 47 aangeduid is en komt in de kamer welke boven de zitting van de stift gelegen is. Op het ogenblik dat de door de pomp teweeggebrachte drukking, welke zich uitoefent op de verbreding der stift, groter is dan de kracht der veer, wordt de naald gelicht en begint de inspuiting. Van zohaast de drukking daalt, sluit de naald opnieuw de opening af.

De regelvijs laat toe de inspuiteringsdruk te regelen op de voorgeschreven waarde.

De sproeiers voor de inspuiterers Bosch zijn van twee onderscheiden types : de sproeier met tap (fig. 48) en de sproeier met gaatjes (fig. 49).

31 WERKINGSVOLGORDE.

De verbinding van de inspuiterers met de inspuiterpompen moet zodanig geschieden dat de inspuiteringen zich in een welbepaalde volgorde opvolgen overeenstemmend met een regelmatige opeenvolging van de motortakten. De volgorde waarin de inspuiteringen geschieden wordt werkingsvolgorde van de motor genoemd.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 36.

Ten titel van voorbeeld zullen wij het geval aanhalen van de 6 en 8 cilindermotoren in lijn (viertaktcyclus).

Zescilindermotor (fig. 50).

Gedurende een volledige werkingscyclus van één cilinder beschrijft de krukas 2 omwentelingen. In een motor welke 6 cilinders bevat, zal men dus in totaal 6 werkingscyclussen hebben voor 2 omwentelingen der krukas, hetzij één voor een wentelhoek der krukken van :

$$2 \times 360^\circ = 720^\circ.$$

Voor het bekomen van de meest gelijkvormige verdeling der motortakten gedurende deze 2 omwentelingen en ten einde het koppel zo regelmatig mogelijk te maken, moeten de krukken der verschillende kruktappen van de krukas onderling een hoek vormen van :

$$720^\circ : 6 = 120^\circ.$$

De krukas zal de vorm hebben schematisch voorgesteld op de fig. 50. Men bemerkt dat hij symmetrisch is ten opzichte van zijn middenvlak.

De insputingen in de verschillende cilinders moeten zich voordoen zodanig dat iedere motortakt over 120° verschoven is ten opzichte van de voorgaande.

Er zijn verschillende werkingsvolgorden mogelijk ; over het algemeen wordt de volgende aangenomen : 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4.

Achtcilindermotor (fig. 51).

Bij deze motor zal men 8 werkingscyclussen aantreffen voor 2 omwentelingen van de krukas zodanig dat de krukken onder elkaar een hoek moeten vormen van :

$$720^\circ : 8 = 90^\circ$$

Zij worden dus rechtstandig vastgespied.

De krukas heeft gewoonlijk de vorm schematisch voorgesteld op de fig. 51. Ze is eveneens symmetrisch ten opzichte van haar middenvlak. Hier ook moeten de in-

spuitingen geschieden volgens een welbepaalde volgorde opdat elke motortakt van 90° verschoven zij ten opzichte van de voorgaande.

De meest aangenomen werkingsvolgorde is de volgende :
1 - 5 - 7 - 3 - 8 - 4 - 2 - 6.

Opmerking : in de twee hogeropgesomde voorbeelden (fig. 50 en 51) wordt de krukas voorgesteld voor een toeschouwer welke de motor langs de voorzijde bekijkt (tegenovergestelde kant van het vliegwiel en van de transmissie) ; de motor draait dus in de zin van een uurwerk (t.t.z. in de zin van de beweging van de wijzers van een uurwerk) voor deze toeschouwer en de cilinders worden genummerd 1, 2, 3 enz. weggaande van de voorzijde naar achteren. Deze draaizin, evenals de manier van nummering, worden het meest aangetroffen.

32

3. HET VOEDINGSSTELSEL DER BRANDSTOF.

Het voedingsstelsel der brandstof omvat de organen bestemd om de gasoil aan te voeren van de vergaarbak naar de injectiepompen, daarbij zorg dragend een doelmatige filtrering van de gasoil te verzekeren. Het is onontbeerlijk dat de gasoil volledig zuiver zou zijn voor de goede bewaring van de injectiepompen en de inspueters.

De schikking van het voedingsstelsel verandert met de aard van de motor en van het voertuig (motorwagen en locomotief). Twee gevallen dienen beschouwd te worden :

1. De gasoilvergaarbak of -bakken zijn verlaagd opgesteld ten opzichte van de injectiepompen.

In dit geval, het meest voorkomende, wordt een kenmerkende schikking van het voedingsstelsel voorgesteld bij middel van fig. 52 :

C = zuigkorf welke de grootste onreinheden weerhoudt;

p A = voedingspomp : zuigt de brandstof aan uit het reservoir en drukt de brandstof weg naar de injectiepomp;

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 38.

- p f = filter opgesteld op de aanzuiging van de pomp;
f = filter opgesteld op de stuwleiding van de pomp;
p i = injectiepomp;
i = inspuiter.

De voedingspomp kan door een afzonderlijke elektrische motor aangedreven worden (geval van de grote motoren van de Diesel-electrische locomotieven bij voorbeeld) ofwel aangedreven worden door een nok op dezelfde bedieningsas als de injectiepomp geplaatst, waarop deze dan veelal met bouten is vastgemaakt (geval van de snelle motoren der motorwagens).

De gasoilfilters bevatten elementen in vilt, in weefsel of soms met zeer dicht aaneengesloten metalen mazen.

2. De gasoilvergaarbak of -bakken zijn op het bovenste gedeelte van de machinekamer opgesteld, verhoogd ten opzichte van de injectiepompen.

In dit geval, dat op zekere motorwagens wordt aangetroffen wordt de injectiepomp rechtstreeks gevoed door de zwaartekracht door tussenkomst van een aangepaste filter. De voedingspomp wordt dus afgeschaft. Een buigzame verbinding laat een zekere verplaatsing toe tussen het reservoir aan de kast van de motorwagen vastgemaakt en de Dieselmotor, in de bogie opgesteld.

4. DE SMEEROLIEOMLOOP.

33 ROL VAN DE SMERING.

De smering van een motor met inwendige verbranding heeft tot doel :

1. een olielfilm te plaatsen tussen de oppervlakken der op elkaar glijdende organen (zuigerringen op de cilinders, draagtappen van de krukas en lagerkussens, enz.) dit ten einde de overdreven verhitting en het vastklemmen van deze organen te vermijden.

2. de afdichting der verbrandingsruimte, dank zij de olie-film tussen de zuigerringen en de cilinder, te verzekeren.
3. mede te werken tot het afvoeren van de voortgebrachte calorieën; bij zekere motoren dient de olie in het bijzonder tot rechtstreekse afkoeling van de zuigerbodem.

Op te merken dat de wrijfringen van de in contact staande oppervlakken veel belangrijker zijn wanneer de motor nieuw of herzien is. Het roderen bestaat in het aanpassen van de in contact staande oppervlakken zodanig dat de aangebrachte oliefilm vast en regelmatig zou zijn.

34 DE SMEEROLIEOMLOOP.

De smering van al de organen van de moderne motoren geschiedt steeds door olie onder druk, welke een gesloten kringloop vormt.

De smeerolieomloop van de motor verandert volgens het type en het vermogen van de motor. Een kenmerkende schikking wordt schematisch voorgesteld op fig. 53.

De olie wordt aangezogen door een pomp (p) in de bodem van het carter of van het onderstel, doorheen een zuigrooster (c) en weggedrukt naar de hoofdfilter of fijne filter; van deze laatste loopt de olie naar de warmtewisselaar waar de olie afgekoeld wordt, dan naar de verschillende smeerpunten na een 2^e filter (zeefilter) doorlopen te hebben.

Fig. 54 geeft een schematische voorstelling van de olie-verdeling naar de bijzonderste organen van de motor.

Een hoofdverdelingsleiding verdeelt de olie naar de aslagers. Boringen in de krukas voeren de olie naar de lagers van de stangkop. De olie doorloopt ook de stangen, welke eveneens doorboord zijn, tot aan de stangvoeten. De door de stangkop weggespatte olie op de cilinderwand dient tot smering van deze laatste. De schraapringen nemen de overtollige olie weg.

Het te veel aan olie valt terug in het carter waar ze door de oliepomp opgenomen wordt. Het verdeelmechanisme wordt gesmeerd bij middel van een bijzondere leiding (hulpsmeerleiding).

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 40.

Bij zekere motoren bovendien wordt de zuiger afgekoeld hetzij door olie gespoten uit een buisje in de stangvoet (fig. 35) voorzien, hetzij door een olieomloop in de zuiger zelf voorzien.

35 BESCHRIJVING VAN DE SAMENSTELLELENDE ORGANEN.

Oliepomp.

De oliepomp wordt aangedreven door de krukas. Ze werkt in de olie zodat er niet het minste gevaar voor aflopen bestaat. Een geijkte ontlastingsklep vermijdt, vooral bij het aanzetten, wanneer de olie zeer kleverig is, dat de drukking een overdreven waarde zou bereiken en laat de olie toe terug in het carter te vloeien.

Men onderscheidt twee soorten oliepompen :

1. De tandradpomp (fig. 55);
2. De palettenpomp (fig. 56).

De tandradpomp, welke het meest verspreid is, bestaat uit twee tandwielen welke met elkaar ingrijpen met zachte wrijving; de olie legt de weg af voorgesteld op fig. 55.

De palettenpomp omvat een excentrische as welke draait in een pomplichaam. Twee paletten drukken op het pomplichaam bij middel van een veer.

De olie komt in de pomp in de afdeling waarvan het volume vergroot en verlaat de afdeling waarvan het volume verkleint.

Oliefilter.

Deze filters moeten de olie ontlasten van de onzuiverheden : metaaldeeltjes, koolstof, onzuiverheden, enz. De filters zijn van verschillend type. Zij bevatten hetzij elementen welke periodisch te vervangen zijn (cartouches in weefsel en katoen), hetzij elementen welke periodisch moeten gereinigd worden (cilindrische mof in vilt of metalen zeef, opeenhoping van metalen platen, enz.).

De filters zijn veelal voorzien van by-pass-kleppen welke in geval van verstopping de olie toelaat het filtrerend element niet te moeten doorlopen.

Olieafkoeler.

De olieafkoeler, veelal wisselaar genoemd, wordt bij vele motoren gebruikt om te vermijden dat de olietemperatuur de 90° C tot 95° C niet zou overschrijden. Dit toestel is over het algemeen samengesteld uit een bundel buizen waarin de olie vloeit; de buizen worden uitwendig afgekoeld door het water van de motor.

36 BIJZONDERHEDEN EIGEN AAN DE SMERING.

Om een regelmatige smering te verzekeren dienen regels nageleefd, waarvan de meest belangrijke volgen :

- a) Het oliepeil in het ondercarter moet voldoende zijn. Om dit na te zien steekt een metalen peilstok doorheen een opening, voorzien in het carter. Op deze peilstok worden de minima en maxima toegelaten oliepeilen aangeduid.
- b) De normale waarde van de oliedruk verandert met het type van motor en de draaisnelheid (over het algemeen is deze begrepen tussen 2 en 5 kg/cm²). In geen enkel geval mag deze drukking lager liggen dan een vastgesteld minimum (0,3 tot 1 kg/cm² naargelang het geval). De motor laten voortdraaien wanneer de smeeromloop ontbreekt, zelfs gedurende een zeer kort tijdperk, is van aard om zeer erge beschadigingen te veroorzaken.
- c) Het is verboden oliën van verschillende viscositeit of aard te mengen. De mengeling van deze oliën van verschillende aard kan aanleiding geven tot chemische reacties, nadelig voor de motor.
- d) Welke ook de hoedanigheid zij van de gebruikte olie, zal deze geleidelijk in hoedanigheid verminderen en zij verliest haar smerende eigenschappen. Periodisch

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 42.

moet het oliebad vernieuwd worden; deze bewerking wordt « ruiming » genoemd; de periodiciteit der ruiming verandert aanzienlijk naargelang het type van motor en de aard van de olie.

5. DE AFKOELINGSOMLOOP.

37 ALGEMEENHEDEN.

De afkoeling van de cilinders en de cilinderkoppen van de Dieselmotor is onmisbaar; zonder afkoeling zou de overdreven verwarming van al de organen in contact met de verbrandingsgassen de smering onmogelijk maken en tot een snelle vernieling dezer stukken aanleiding geven.

Over het algemeen mogen de Dieselmotoren afgekoeld worden hetzij bij middel van de lucht, hetzij bij middel van een wateromloop.

De luchtafkoeling door zekere bouwers gebruikt voor kleine eenheden is niet in gebruik op ons materieel.

Al onze Dieselmotoren worden door een wateromloop afgekoeld.

38 AFKOELINGSOMLOOP.

In principe omvat elke afkoelingsomloop :

- een uitzettingsvat dat een watervoorraad bezit, verhoogd opgesteld ten opzichte van de Dieselmotor;
- een circulatiepomp van het centrifugale type, door de krukas aangedreven, welke de circulatie van het water in de leidingen dient te verzekeren;
- radiatoren welke dienen om de calorieën opgenomen in de motor af te voeren in de lucht;
- gebeurlijk een afkoeler voor de smeeroilie van de motor, soms zelfs een afkoeler van de olie der hydraulische transmissie.

In principe wordt het water uit het uitzettingsvat aangezogen en door de waterkamers van de cilinders en de cilinderkoppen weggedrukt naar de olieafkoeler en de radiatoren, vanwaar de olie terugkeert naar de aanzuiging van de pomp of naar het uitzettingsvat.

Bij de Brosselmotoren waarvan het vermogen lager is dan 200 paardekracht, zijn de radiatoren opgesteld op het dak en eenvoudig afgekoeld door de luchtstroming, door het rijden teweeggebracht; het is de **natuurlijke verluchting**.

Bij alle andere voertuigen, motorwagens en locomotieven, is de verluchting opgedreven t.t.z. dat de radiatoren afgekoeld worden met behulp van ventilatoren in schroefvorm, welke hetzij mechanisch door de Dieselmotor (cardanassen, riemen, enz.) hetzij electrisch, met behulp van kleine electrische motoren, aangedreven worden.

Over het algemeen is het uitzettingsvat voorzien van een peilaanwijzer in glas of plexiglas, met rechtstreekse aflezing, van het type met communicerende vaten, dat de voerder toelaat na te zien of de wateromloop voldoende gevuld is.

Er dient nog vermeld dat bij zekere motorwagens het afkoelingswater gebruikt wordt voor de verwarming van het voertuig of ook nog kan de verwarmingsleiding met warm water van het voertuig, welke een gasoilbrander bevat, bij middel van een vierwegkraan, hetzij onafhankelijk gemaakt worden van de afkoelingsomloop, hetzij met deze laatste verbonden worden.

39 REGELING VAN DE WATERTEMPERATUUR.

In dienst is de temperatuur van het afkoelingswater normaal begrepen tussen 70° C en 85° C. Deze temperatuur mag in geen enkel geval de 95° C overschrijden.

Anderzijds is het ten zeerste gewenst, opdat de verbranding in goede voorwaarden zou geschieden, dat de temperatuur van het water steeds op een voldoende

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 44.

warmtegraad zou behouden worden (65° C ten minste) en dit zelfs gedurende de onbelaste werking of met geringe belasting.

Om aan deze voorwaarde te voldoen bevatten de afkoelingsomlopen over het algemeen een **thermostaat**. Dit toestel bezit hoofdzakelijk een gevoelig element met uitzetting, beïnvloed door de temperatuur van het water.

De thermostaat komt voor onder de vorm van twee varianten.

1. **By-pass thermostaat**. In dit geval doet het gevoelig element een dubbele klep bewegen welke de omloop van het water dient te regelen in functie van de temperatuur, zoals voorgesteld op het prinsiepschema fig. 57.

Wanneer de motor koud is komt al het door de pomp weggestuwde water rechtstreeks naar het uitzettingsvat terug, zonder de radiatoren te doorlopen (by-pass of kleine omloop); het water wordt dus vlug warm.

Wanneer de temperatuur een zekere waarde bereikt (bij voorbeeld 70° C), opent de klep geleidelijk de doorgang naar de radiatoren, daarbij de rechtstreekse terugloop afsluitend. Wanneer de motor warm is (80° C bij voorbeeld) wordt al het water naar de radiator gezonden (grote omloop); het water wordt alsdan normaal afgekoeld.

2. **Thermostaat met electrisch contact voor de bediening der ventilatoren**.

In dit geval wordt een electrisch contact, bevolen door het gevoelig element, ingeschakeld in de bedieningsleiding van het aandrijvingsstelsel der ventilatoren (electrische motor of hydraulische koppeling). Anders gezegd, de thermostaat regelt de draaisnelheid der ventilatoren. Deze blijven volledig stil zolang de watertemperatuur geen bepaalde waarde heeft bereikt (bij voorbeeld 70° C).

Over het algemeen openen zich automatisch beschermingsluiken, welke elke luchtcirculatie rondom de radiatoren afsluiten, terzelfder tijd wanneer de ventilatoren zich in beweging zetten en sluiten zich van zodra deze stilsthouden.

Dit stelsel geeft de volgende voordelen op het voorgaande :

- het warme water doorloopt steeds de radiatoren, waardoor er minder gevaar bestaat voor bevroren gedurende de Winter;
- besparing aan kracht en bijgevolg ook vermindering van het brandstofverbruik, daar de ventilatoren alleen draaien wanneer het nodig is.

6. DE LUCHTOMLOOP.

De Dieselmotor moet eveneens zo zuiver mogelijke lucht ontvangen. Het stof, vooral het zand dat in de atmosfeer voorhanden is, vormt met de olie een bijtend mengsel dat de sleet van de cilinders, ringen en kleppen doet toenemen. Daarom moet de lucht eerst gefilterd worden vooraleer in de motor binnengelaten te worden.

Op de baandiesel locomotieven is de filtrering dubbel : de lucht, binnen in de machinekamer aangezogen, wordt gefilterd doorheen de filters aangebracht in de langswanden der kast. Bij de ingang van de vuldrukturbo of van de spoelpomp voor de tweetaktmotoren, wordt de lucht nogmaals gefilterd.

Op de rangeer locomotieven en de motorwagens is de filtrering over het algemeen eenvoudig, vooraleer de lucht in de motor ingelaten wordt. Nochtans, in vele gevallen, gebeurt de luchtafname op het dak om zodoende een zuiverder lucht aan te zuigen en de stofzone, nabij het spoorstaafpeil, te vermijden.

De luchtfilters zijn van drie soorten :

1. « **Vochtige** » filters : het filtrerend element is samengesteld uit stootplaten of metalen vlechtwerk door-drenkt met dikke olie; het stof wordt tegengehouden in de oliefilm; dit type van filter is onder meer algemeen gebruikt als wandfilter op de baan locomotieven;
2. « **Droge** » filters : het filtrerend element is over het algemeen samengesteld uit een filtrerende stof dat door een fijn metaaldoek ondersteund wordt;

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 46.

3. **Oliebadfilters** (fig. 58) : de door de filter aangezogen lucht ondergaat een plotse richtingsverandering door een oliebad voorhanden op de bodem van de filter te strijken. De grote deeltjes worden rechtstreeks op de bodem van de filter geslingerd, de fijne deeltjes worden door de oliefilm tegengehouden. De door de lucht medegevoerde oliedruppeltjes worden weerhouden door een element in metalen vlechtwerk in de filter begrepen.

Welk ook het type van gebruikte filter zij, is het nodig, om de doeltreffendheid ervan te verzekeren, de filter met regelmatige tussenpozen behoorlijk te reinigen. De « vochtige » filters moeten bovendien opnieuw in de olie gedrenkt worden na reiniging en drogen.

7. DE REGELAAR.

41 ALGEMEENHEDEN.

Practisch is het aan de motor gevraagde vermogen zeer veranderlijk naargelang de last van de trein, het profiel van de lijn en de na te leven uurregeling. De rol van de regelaar moet het aan de voerder mogelijk maken naar wens het door de Dieselmotor ontwikkeld vermogen naargelang de behoeften te regelen, door terzelfder tijd de draaisnelheid binnen bepaalde grenzen te houden.

De regelaar bevat steeds een mechanisme met middelpuntvliedende kracht dat de bedieningsstangen van de injectiepompen dient te bevelen, dus het debiet dezer pompen in functie van de draaisnelheid dient te regelen.

Het debiet der injectiepompen wordt eveneens beïnvloed door de stand van de versnellingskruk (of van het versnellingspedaal bij de Brossel M.W.) in de voederspost, door tussenkomst van een aangepast afstandbedieningsstelsel. Dit stelsel kan mechanisch, pneumatisch, electrisch of electropneumatisch zijn.

De regeling kan uitgevoerd worden volgens twee kenmerkende stelsels :

- de regeling van de inspuiting of throttle control;
- de regeling van de snelheid of speed control.

42 REGELING DER INSPUITING (THROTTLE CONTROL).

Dit stelsel is van toepassing wanneer de snelheid van het voertuig zeer nauw verbonden is met de draaisnelheid van de Dieselmotor, hetgeen het geval is met de mechanische transmissies over het algemeen en met de hydraulische transmissies welke, voor zekere snelheidstrappen, hydraulische koppelingen bevatten (de meerderheid van de motorwagens en de Diesel-hydraulische rangeerlocomotieven).

Bij elke stand van de versnellingskruk, of met elke ritstand, komt een bepaalde inspuitingsgraad overeen. Anders gezegd, de bestuurder kan naar wens de hoeveelheid brandstof regelen door het bedienen van de bevelstangen van de injectiepompen.

De snelheid van de motor verandert vrij tussen de traagloop en de maximum toegelaten waarde voor de motor. De regelaar « **van traagloop en van maximumsnelheid** » genoemd, vermindert automatisch het injectiedebiet van zohaast de maximumsnelheid wordt bereikt; de regelaar zorgt ook voor een constante snelheid bij de leegloop (traagloop) van de motor.

43 REGELING DER SNELHEID (SPEED CONTROL).

Dit stelsel wordt gebruikt wanneer de snelheid van het voertuig niet nauw verbonden is met deze van de Dieselmotor, hetgeen over het algemeen het geval is met de elektrische transmissies en met de hydraulische transmissies, alleen bestaande uit koppeltransformatoren (al de Diesel-electrische locomotieven en zekere motorwagens).

Met elke stand van de versnellingskruk, of met elke overeenstemmende ritstand, komt een welbepaalde snelheid van de Dieselmotor overeen. De verschillende werkingsregimes zijn verdeeld tussen de traagloop en de maximumsnelheid van de motor. Voor elk dezer wordt

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 48.

deze snelheid nagenoeg constant gehouden door de regelaar « **der snelheid** » genoemd, welke ook de veranderingen der last mochten zijn, door het bedienen van de injectiepompen.

De transmissie is zodanig opgevat dat voor een gegeven snelheid van de Dieselmotor, een eveneens ongeveer constant koppel opgeslorpt wordt. Met elke stand van de versnellingskruk komt dus een **constant vermogen** overeen.

Bij de elektrische transmissie mag men de snelheidsregelaar van de Diesel niet verwarren met de laadregelaar van de transmissie, onder de aanhorigheid van de voorgaande geplaatst, die juist tot taak heeft op elk ogenblik het door de hoofdgenerator opgeslorpte vermogen aan te passen aan het constant beschikbare vermogen op de krukas van de Dieselmotor.

8. BEVEILIGINGSTOESTELLEN.

De motoren met klein vermogen, geplaatst op de lichte Brosselmotorwagens (typen 551 tot 554 — minder dan 200 pk), uitgezonderd, bevatten de Dieselmotoren, over het algemeen, een zeker aantal beveiligingstoestellen, welke automatisch de motor doen stilvallen of op traagloop brengen, zodra zich een storing voordoet welke erge beschadigingen zou kunnen veroorzaken binnen een kort tijdsbestek.

Deze toestellen komen in werking in volgende gevallen :

- oversnelheid;
- onvoldoende oliedruk;
- te hoge watertemperatuur;
- watergebrek (alleen op de voertuigen van een recent bouwtype).

De werkwijze van deze toestellen wordt meer bepaald uiteengezet in deel 9, hoofdstuk IX, art. 3 tot 7.

9. CONTROLE- EN MEETTOESTELLEN.

De Dieselmotor is steeds voorzien van een zeker aantal toestellen, bestemd om de bestuurder toe te laten de goede werking van de motor te controleren.

Men onderscheidt :

- de afstandstoestellen t.t.z. deze welke de aanduidingen aan de voerderspost overmaken, en welke steeds in het zichtsveld van de bestuurder liggen tijdens de rit;
- de toestellen rechtstreeks op de motor geplaatst of in de onmiddellijke nabijheid ervan, welke de bestuurder slechts kan controleren tijdens de stilstanden.

De **afstandstoestellen** kunnen bestaan uit hetzij eigenlijke meettoestellen, welke de waarde van het gemeten element aanduiden (drukking, temperatuur, enz.), hetzij eenvoudige getuigelampen, welke door aanflitsen of uitdoven aanwijzen wanneer een kritieke waarde wordt bereikt. Soms komt de werking van de getuigelampen overeen met het in werking treden van het overeenstemmende beschermingsdispositief; in zekere gevallen wordt dit in werking treden vergezeld van een geluidsein (alarmsein).

De volgende elementen worden gewoonlijk van op afstand gecontroleerd :

- draaisnelheid : tachymeter;
- oliedruk : manometer of getuigelamp;
- watertemperatuur : thermometer of getuigelamp.

Boekje hlt

10. III.

Bladz. 50.

Soms wordt ook de temperatuur der smeerolie gecontroleerd, zelfs de drukking in de brandstofvoedingsomloop.

De op de motor geplaatste toestellen zijn over het algemeen de volgende :

- een manometer welke de smeeroliedruk aanwijst;
- een thermometer welke de watertemperatuur aanwijst;
- een thermometer welke de smeerolietemperatuur aanwijst.

10. STARTTOESTELLEN.

46 VERSCHILLENDE WIJZEN VAN STARTEN.

Herinneren wij eraan dat een Dieselmotor slechts door zijn eigen middelen kan draaien vanaf een zekere snelheid, minimum ontstekingsnelheid genoemd, beneden dewelke de spontane ontsteking der ingespoten brandstof niet plaats heeft. Het is derhalve noodzakelijk de motor op deze snelheid te brengen met behulp van een uitwendige krachtbron. Deze bewerking noemt men het **starten**.

Drie startwijzen worden gebruikt :

1. **Starten door middel van de hoofdgenerator.** — Deze wijze van starten is enkel toepasselijk bij voertuigen met elektrische transmissie (de baanlocomotieven over het algemeen en zekere motorwagens). Daartoe doet men de aan de Dieselmotor gekoppelde hoofdgenerator tijdelijk als elektrische motor werken; daarbij zorgt de accumulatorenbatterij voor de stroomvoeding. De startstroomkring is duidelijk afgescheiden van de stroomkring der tractiemotoren.

De bediening voor het starten is verwezenlijkt bij middel van een drukknop of schakelaarkruk met tussenkomst van automatische contactoren.

2. Starten met elektrische starter. — Deze wijze van starten is in gebruik bij de snelle motoren van de voertuigen met mechanische of hydraulische transmissie (de meerderheid der motorwagens).

De startmotor is een kleine elektrische motor met serie- of compoundopwekking (excitatie), welke op het uiteinde der as van een rondsel voorzien is. Op het ogenblik van het starten schuift het rondsel, dank zij een speciale inrichting, tijdelijk in de getande kroon, op het vliegwiel van de Dieselmotor vastgespied. De starter, gevoed door de accumulatorenbatterij, drijft dan de krukas van de motor aan. Van zodra de ontstekingen zich voordoen en de motor sneller gaat draaien door zijn eigen middelen, wordt het rondsel automatisch uit het vliegwiel geschoven, met behulp van een bijzondere inrichting.

De bediening van de starter is verwezenlijkt door een drukknop of een commutator, welke de sluiting van de stroomkring van de starter door tussenkomst van een relais veroorzaakt.

3. Starten met druklucht. — Deze wijze van starten wordt gebruikt voor de grote motoren met gemiddelde snelheid der locomotieven met hydraulische transmissie. Het bestaat in het tijdelijk laten werken van de Dieselmotor als drukluchtmotor gevoed door bonbonnes met hoge druk, op de locomotief opgesteld (30 kg/cm^2). De Dieselmotor is daartoe voorzien van een algemene drukluchtverdeler en van een speciale startklep per cilinder, in de cilinderkop opgesteld. Een speciale kleine compressor is voorzien voor het vullen van de bonbonnes. Het starten heeft plaats door tussenkomst van een startklep, welke met behulp van een hefboom of een vliegwiel wordt bediend.

47 VOORZORGEN TE NEMEN BIJ HET KOUD STARTEN.

Een Dieselmotor is des te moeilijker te starten naarmate hij kouder is. Inderdaad is in koude toestand niet alleen de weerstand welke de wrijvende organen uitoefenen groter tengevolge van de grote viscositeit der olie, doch het ontbranden van de ingespoten brandstof zal moeilijk plaats hebben tengevolge van de geringe temperatuur van de lucht, in de cilinder bevat, op het einde van de samen-drukking.

Zekere motoren, in het bijzonder deze met een voorverbrandingskamer, zijn voorzien van een inrichting bestemd om het koud starten te vergemakkelijken, bij voorbeeld een voorverwarmingsgloeikaars (Brossmotoren der motorwagens types 551 tot 554) : deze gloeikaars bestaat uit een metaalspiraal in de voorverbrandingskamer ondergebracht en op het ogenblik van het starten doorlopen door een elektrische stroom, welke haar gloeiend maakt en de lucht in de werfelkamer doet opwarmen (fig. 59).

Bij andere motoren, in het bijzonder op de motorwagens, kan het afkoelingswater voorverwarmd worden, hetzij door een gasoilbrander daartoe voorzien, hetzij door de gasoilbrander normaal gebruikt voor de verwarmingsinstallatie met warm water; men kan alsdan het koud starten vermijden.

Bij vele motoren nochtans, vooral de motoren met gemiddelde snelheid waarmede de locomotieven uitgerust zijn, is geen enkele speciale inrichting voorzien.

Over het algemeen moet men voorzichtig te werk gaan bij het starten van een koude motor : de motor eerst gedurende een zekere tijd op vertraagde gang laten draaien, hem niet « op hol laten slaan », t.t.z. de motor op grote snelheid brengen, noch hem erg belasten vooraleer het water een voldoende temperatuur heeft bereikt (minstens 50° C).

DEEL 10

HOOFDSTUK III.

De Dieselmotor

FIGUREN

Juli 1958.

FIGUREN



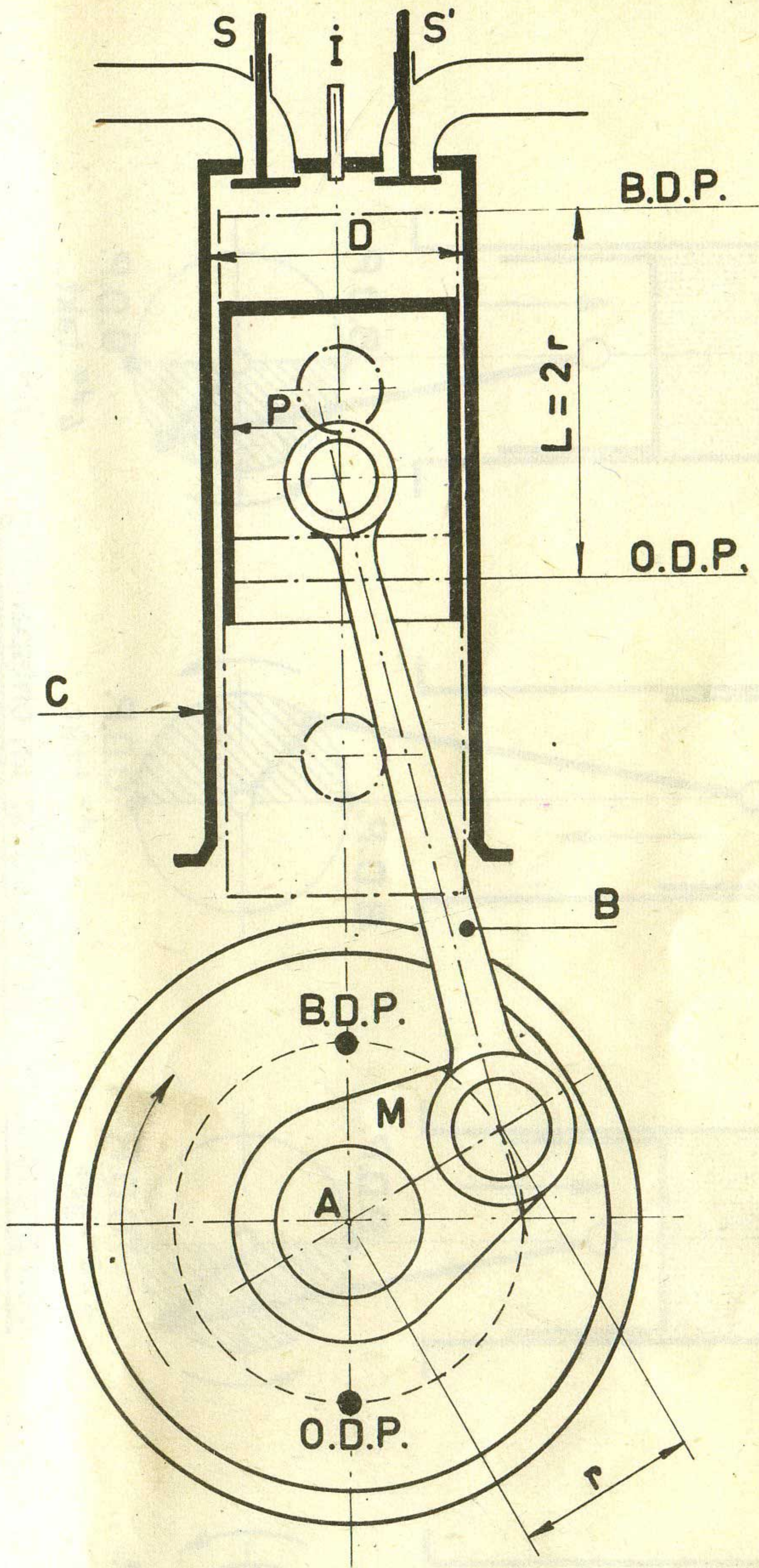
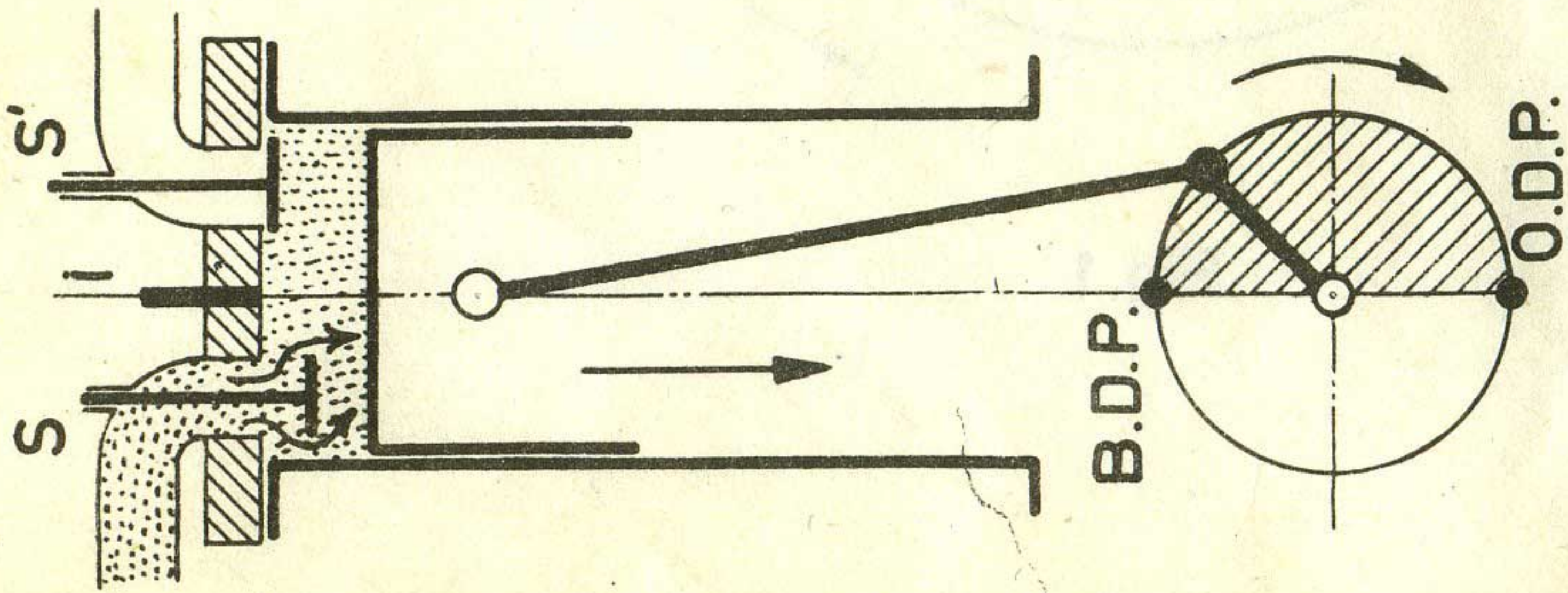
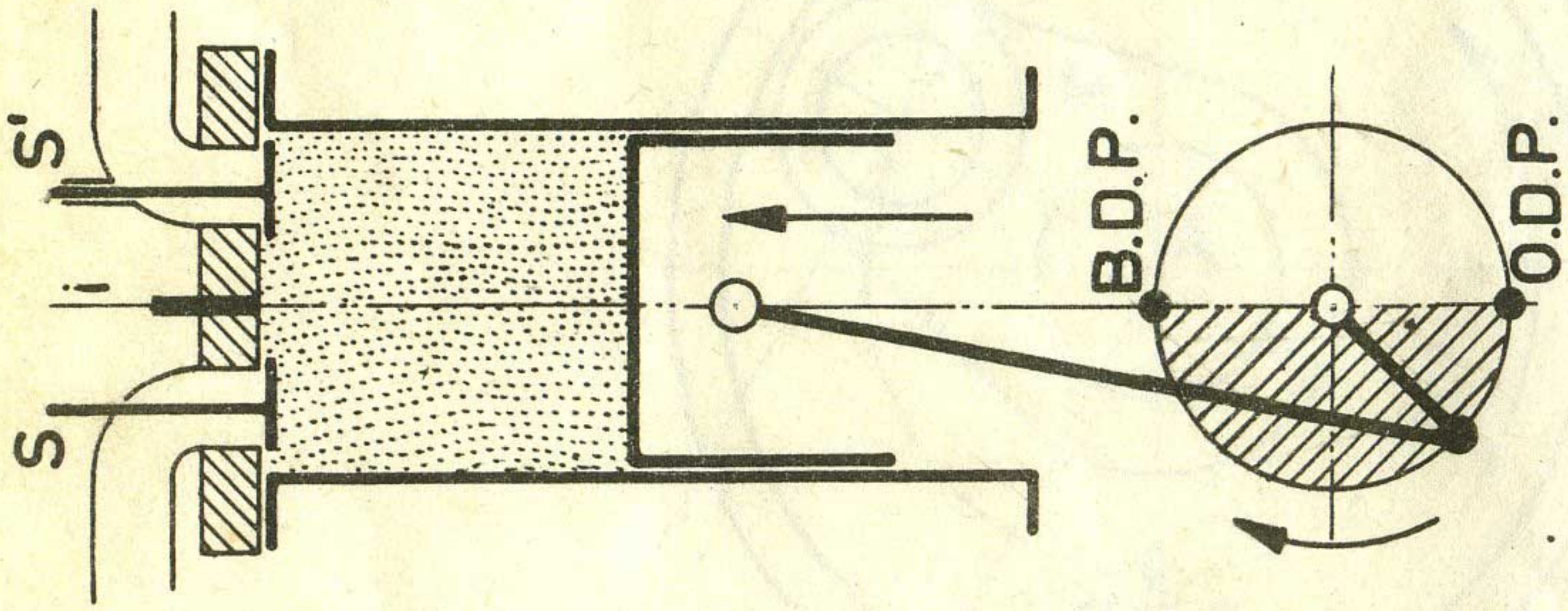


Fig. 1.



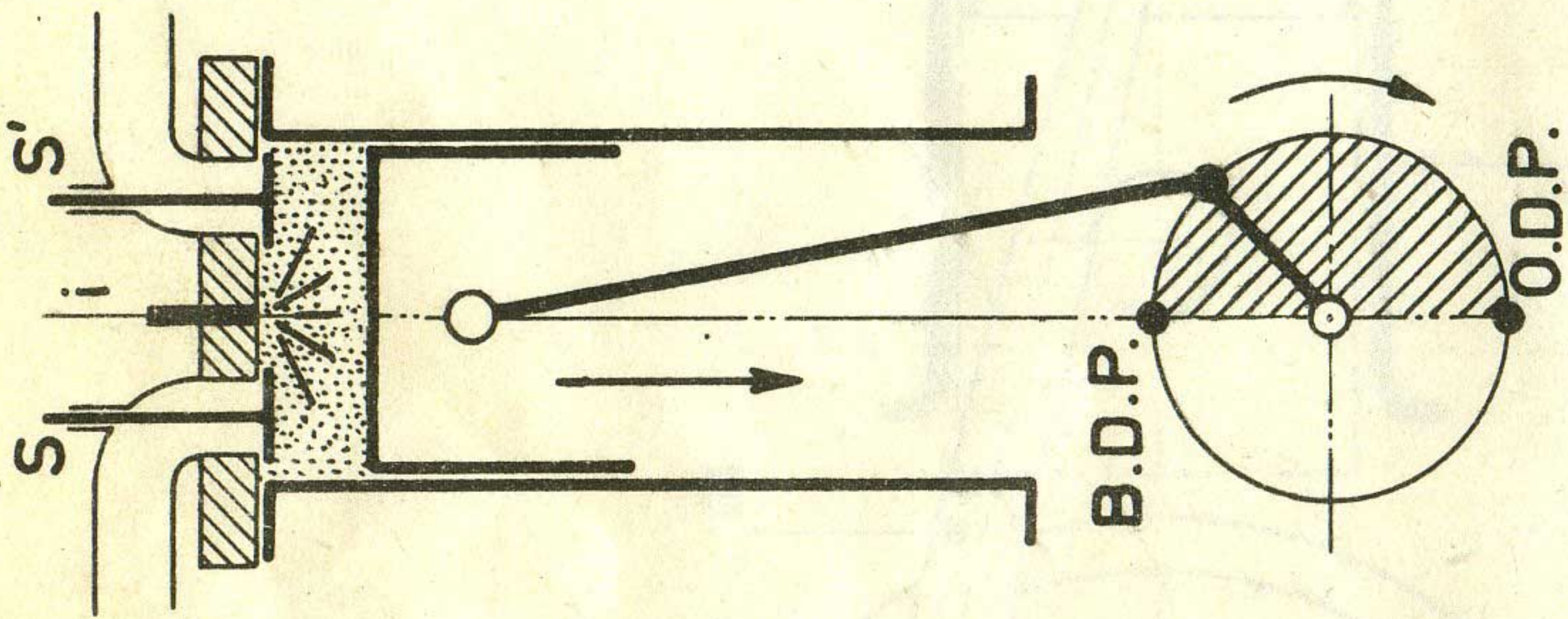
1^{ste} takt.
Inlaat.

Fig. 2.



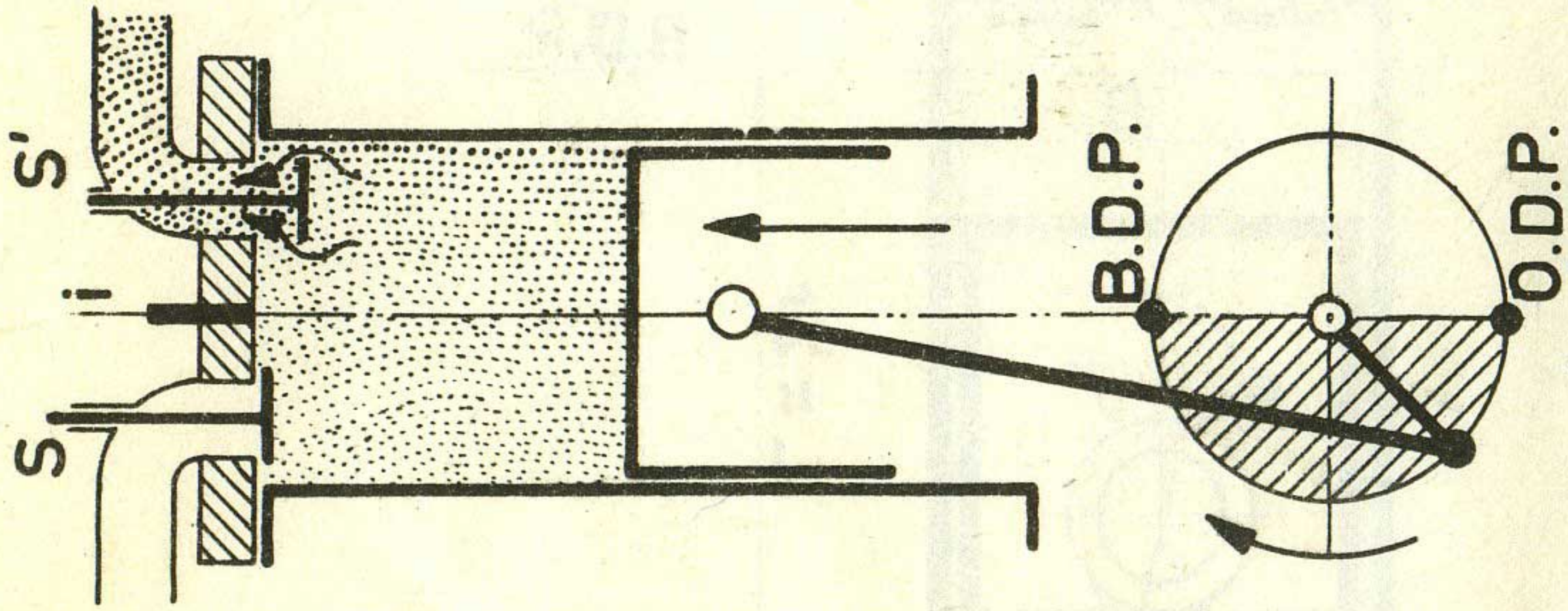
2^{de} takt.
Compressie.

Fig. 3.



3^{de} takt.
Verbranding en ontspanning.

Fig. 4.



4^{de} takt.
Uitlaat.

Fig. 5.

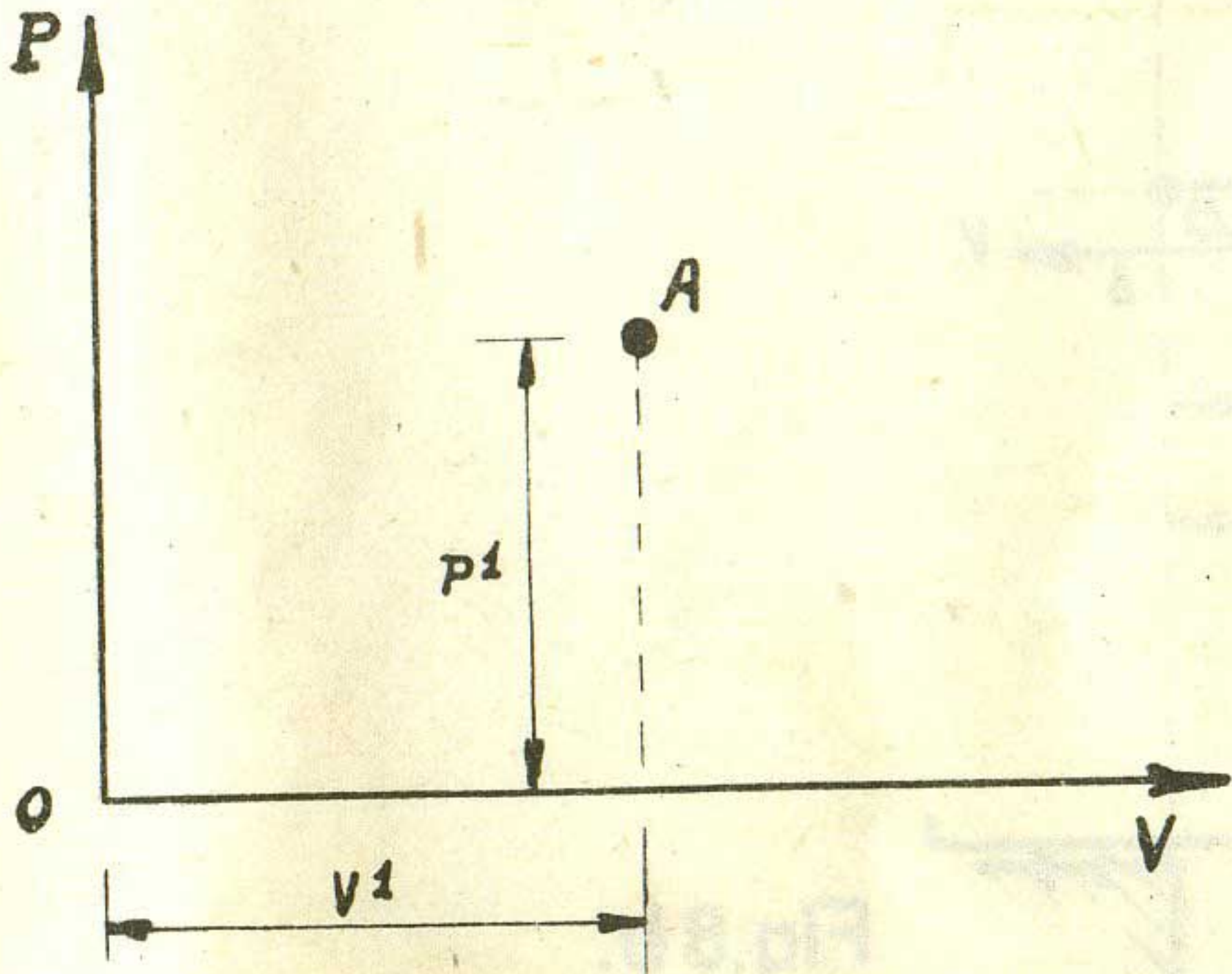


Fig. 6.

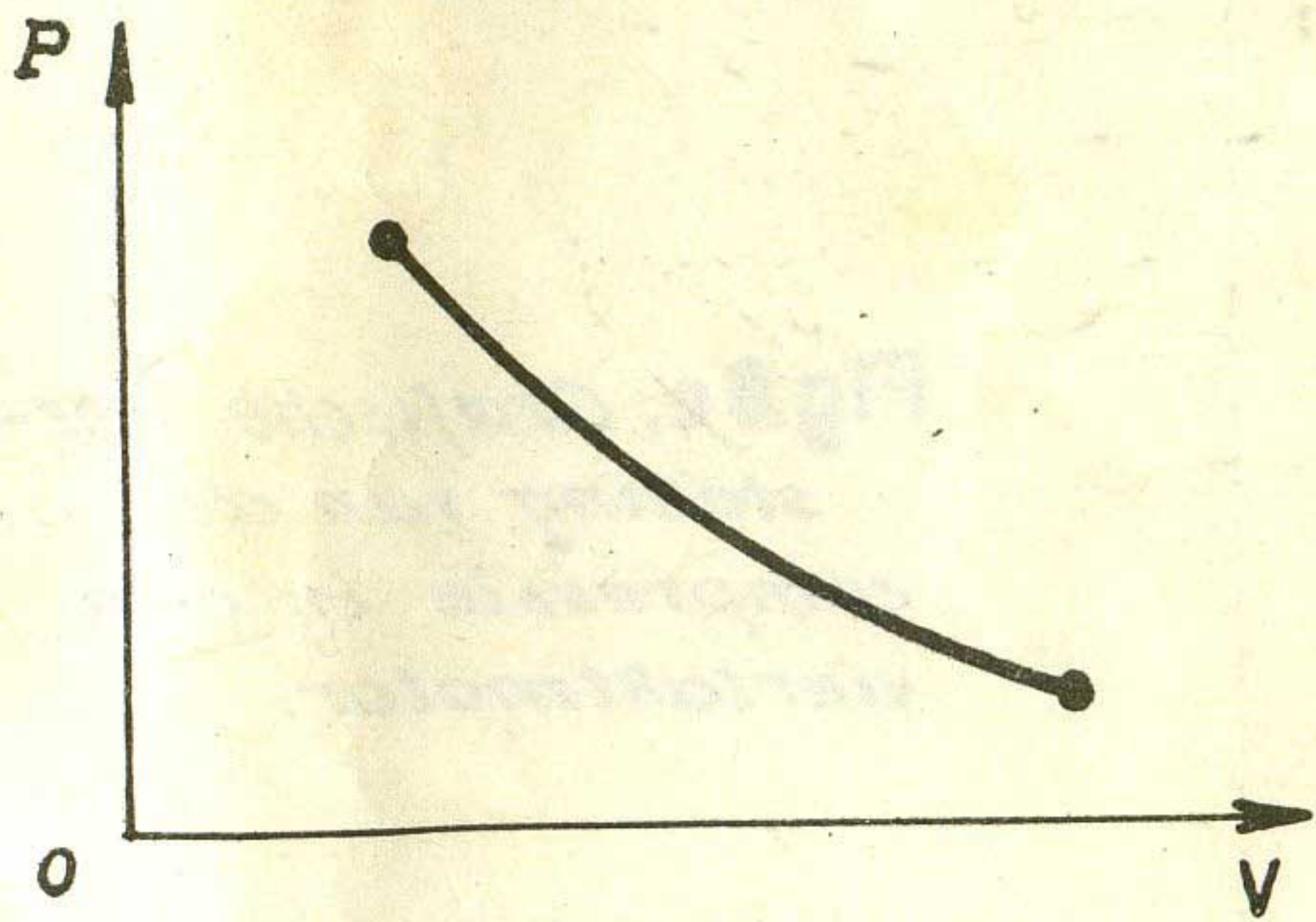


Fig. 7. Diagramma van de beweging der gassen in de cylinder.

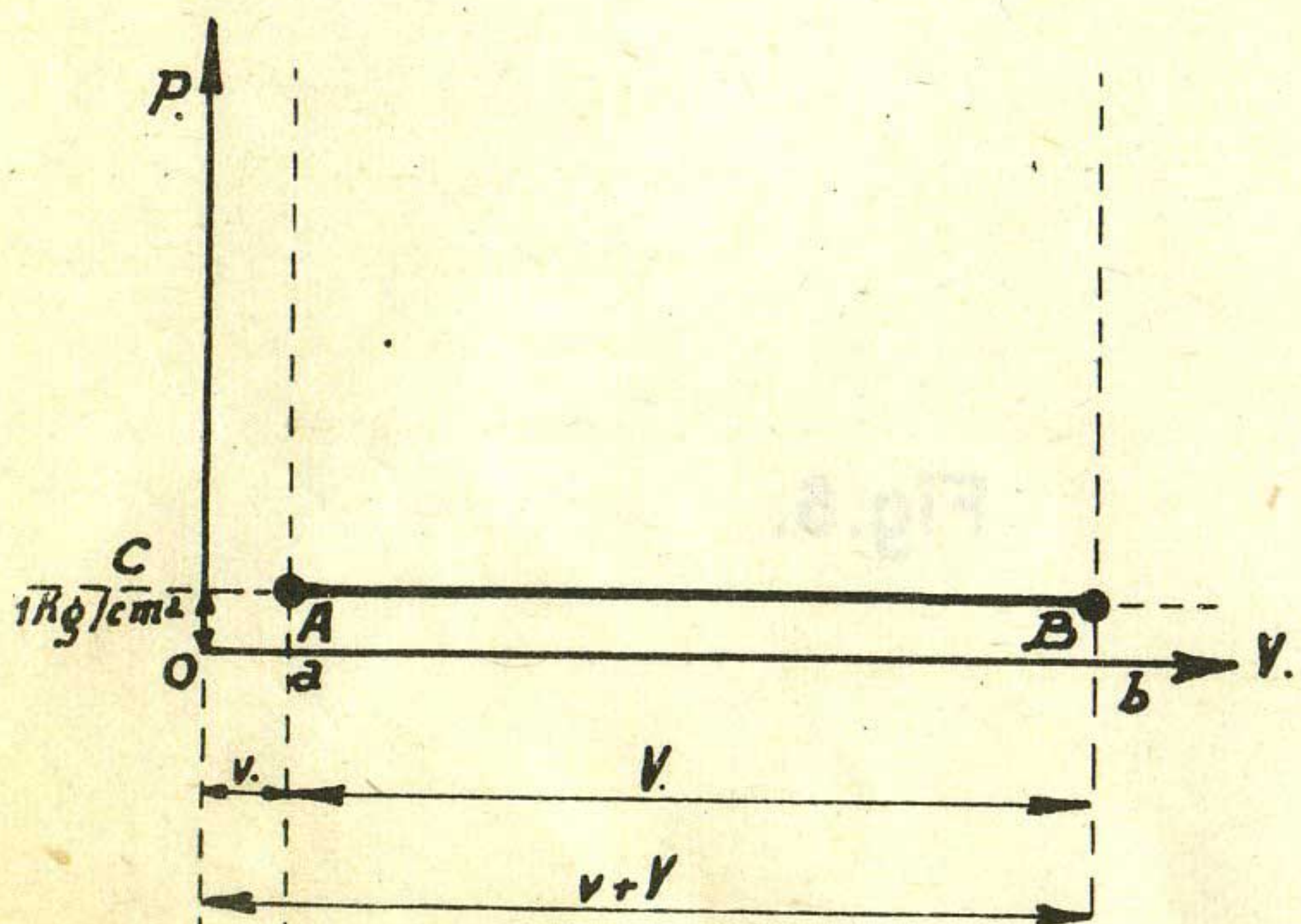


Fig. 8a. Grafische voorstelling van de inlaat in een viertaktmotor.

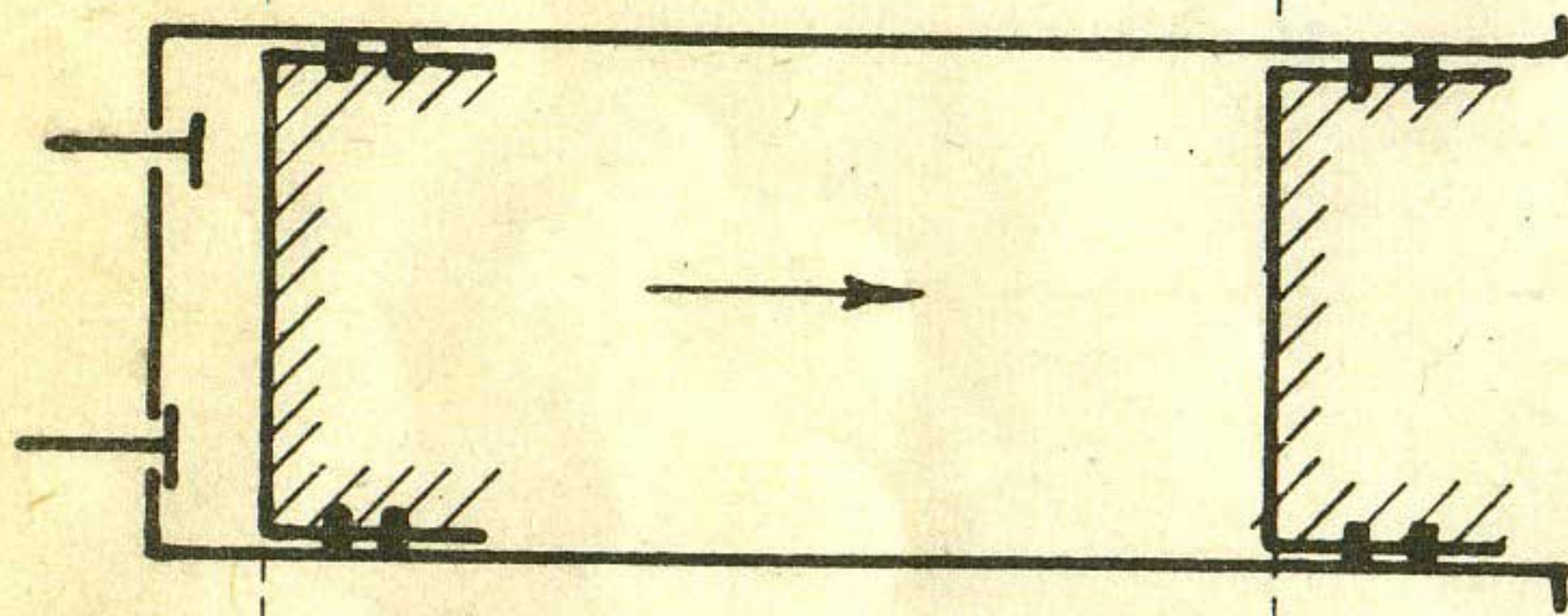


Fig. 8b.

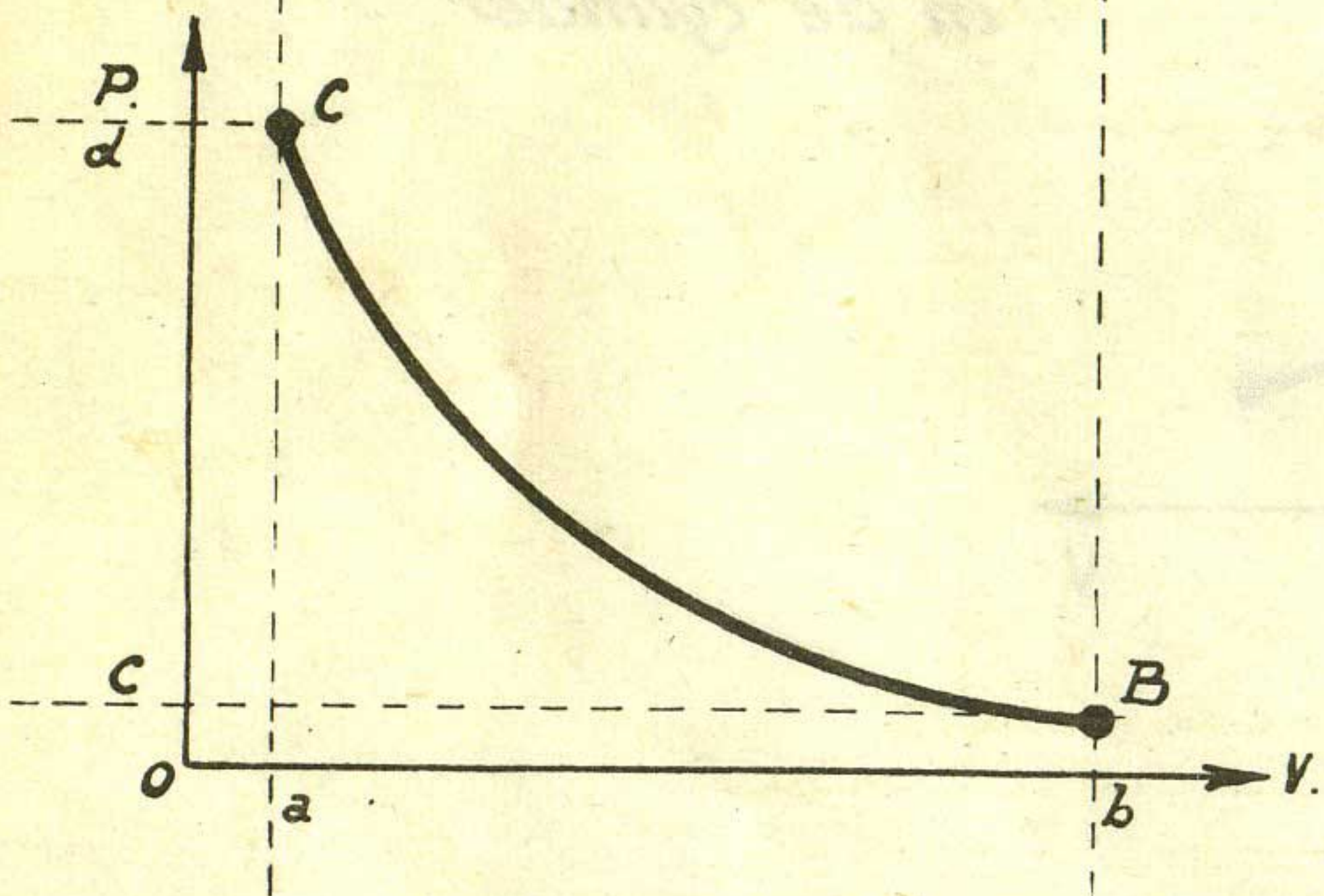


Fig. 8c. Grafische voorstelling van de compressie in een viertaktmotor.

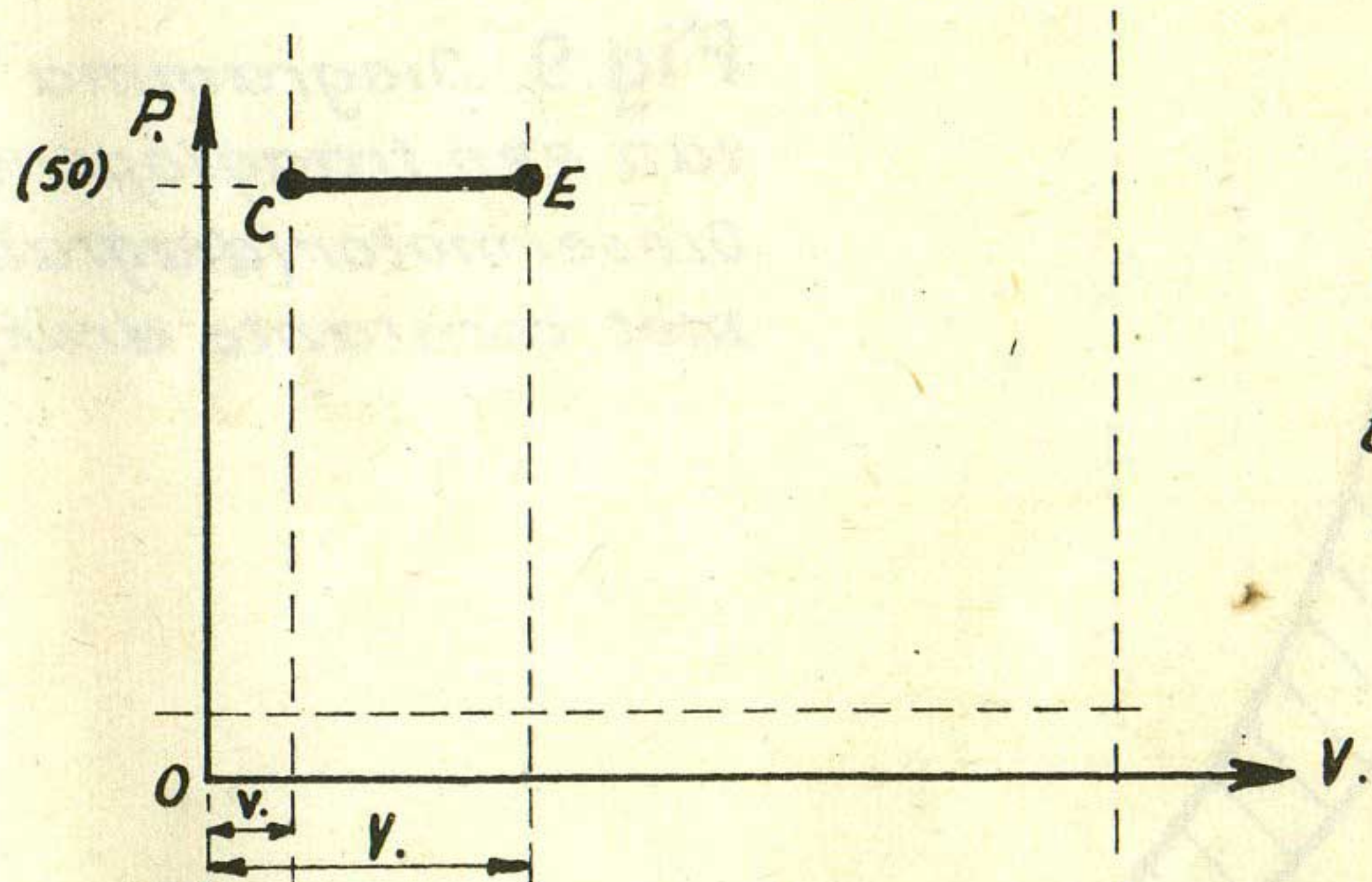


Fig. 8d. Grafische voorstelling van de verbranding in een traaglopende Dieselmotor.

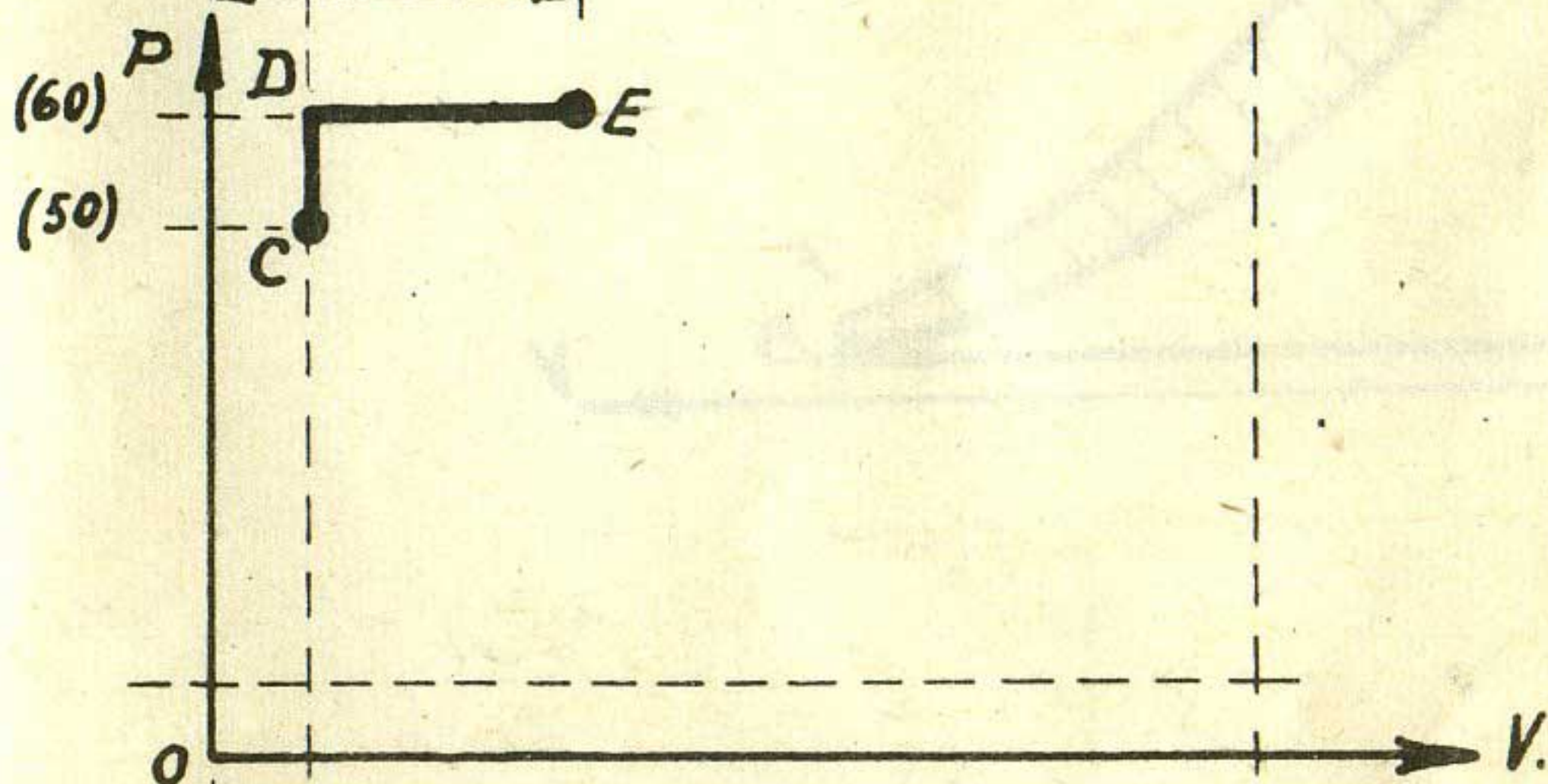


Fig. 8e. Grafische voorstelling van de verbranding in een snellopende Dieselmotor.

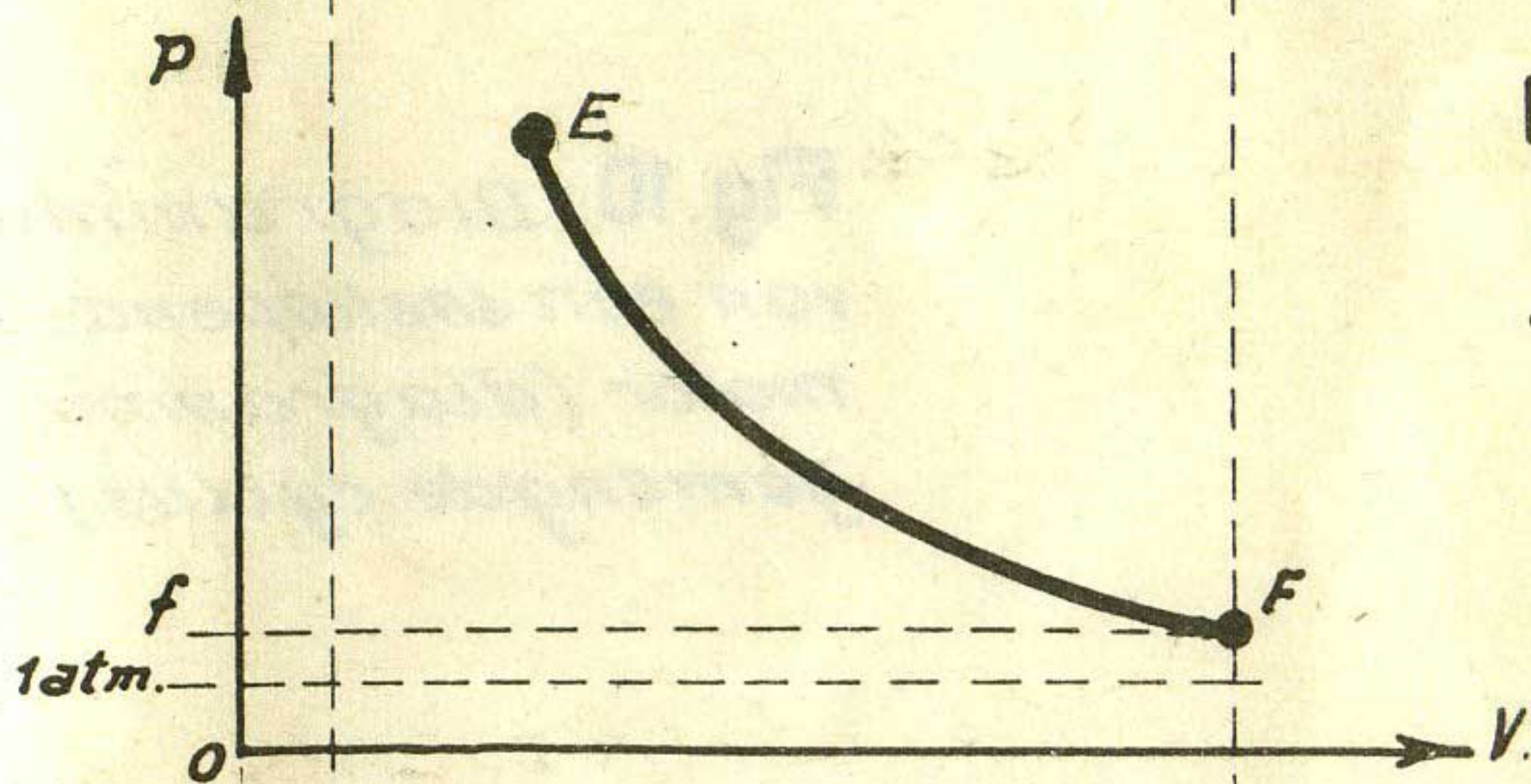


Fig. 8f. Grafische voorstelling van de ontspanning in een viertaktmotor.

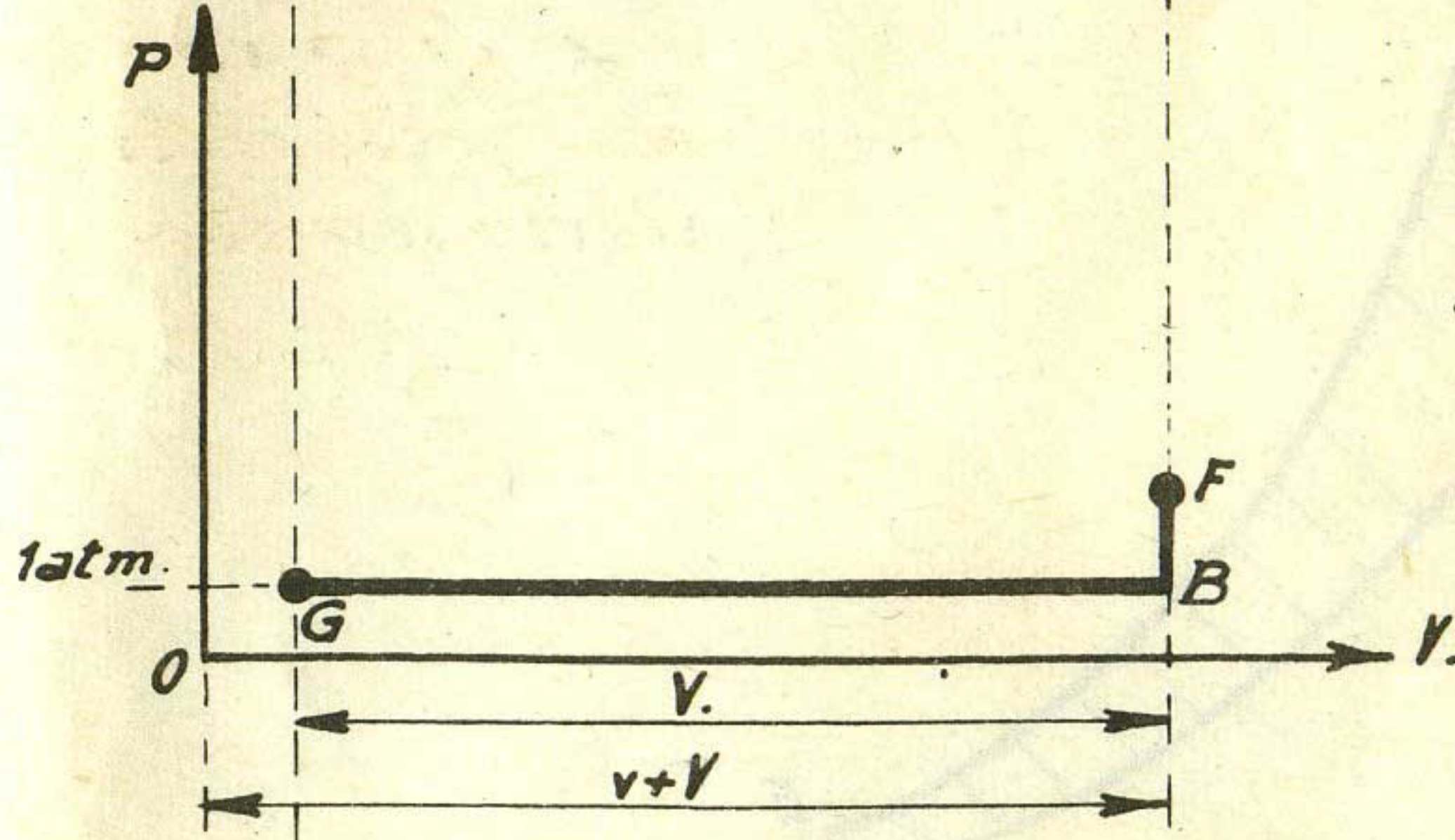


Fig. 8g. Grafische voorstelling van de uitlaat in een viertaktmotor.

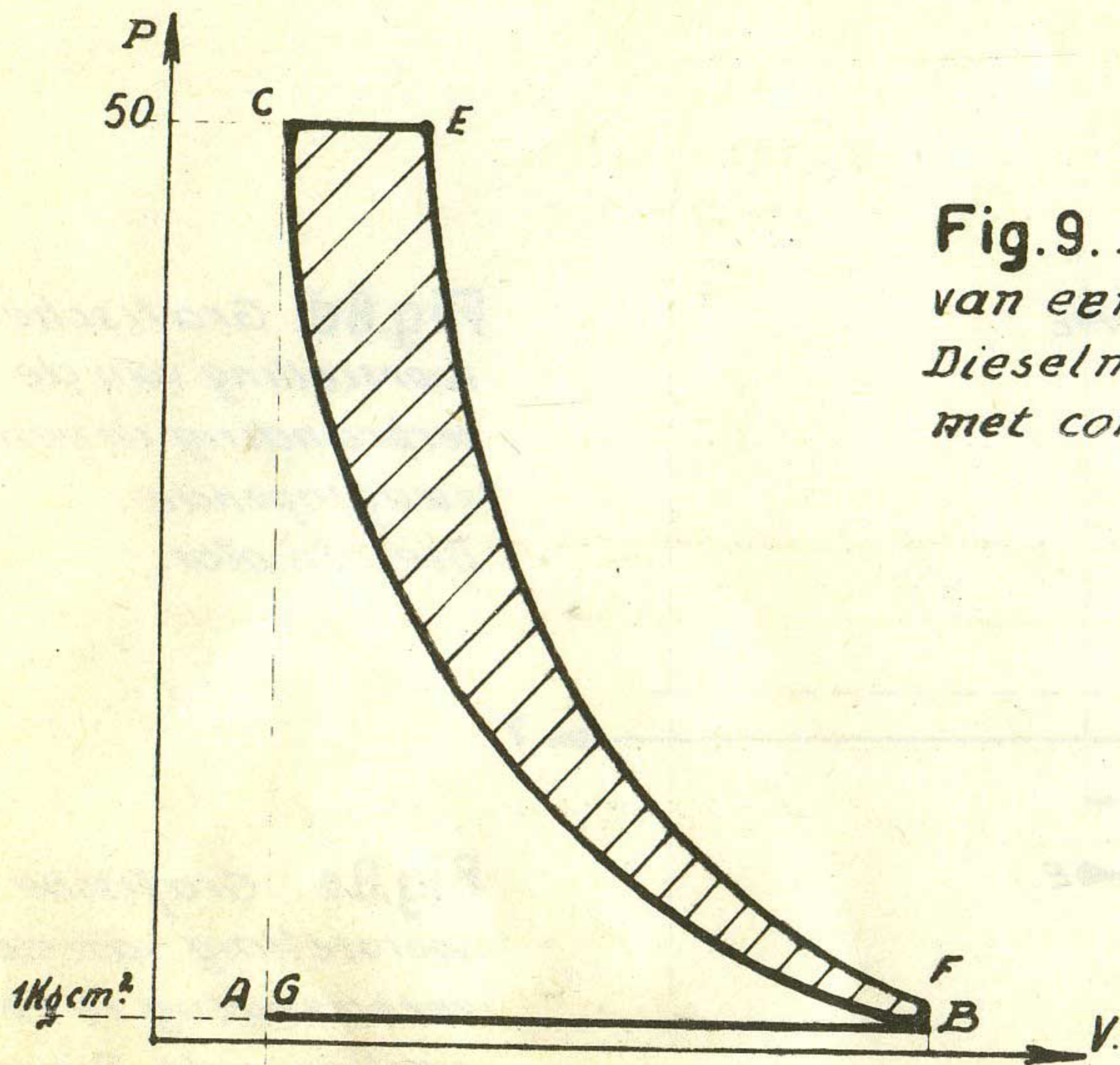


Fig.9. Diagramma "PV,,
van een traaglopende
Dieselmotor (diagramma
met constante druk).

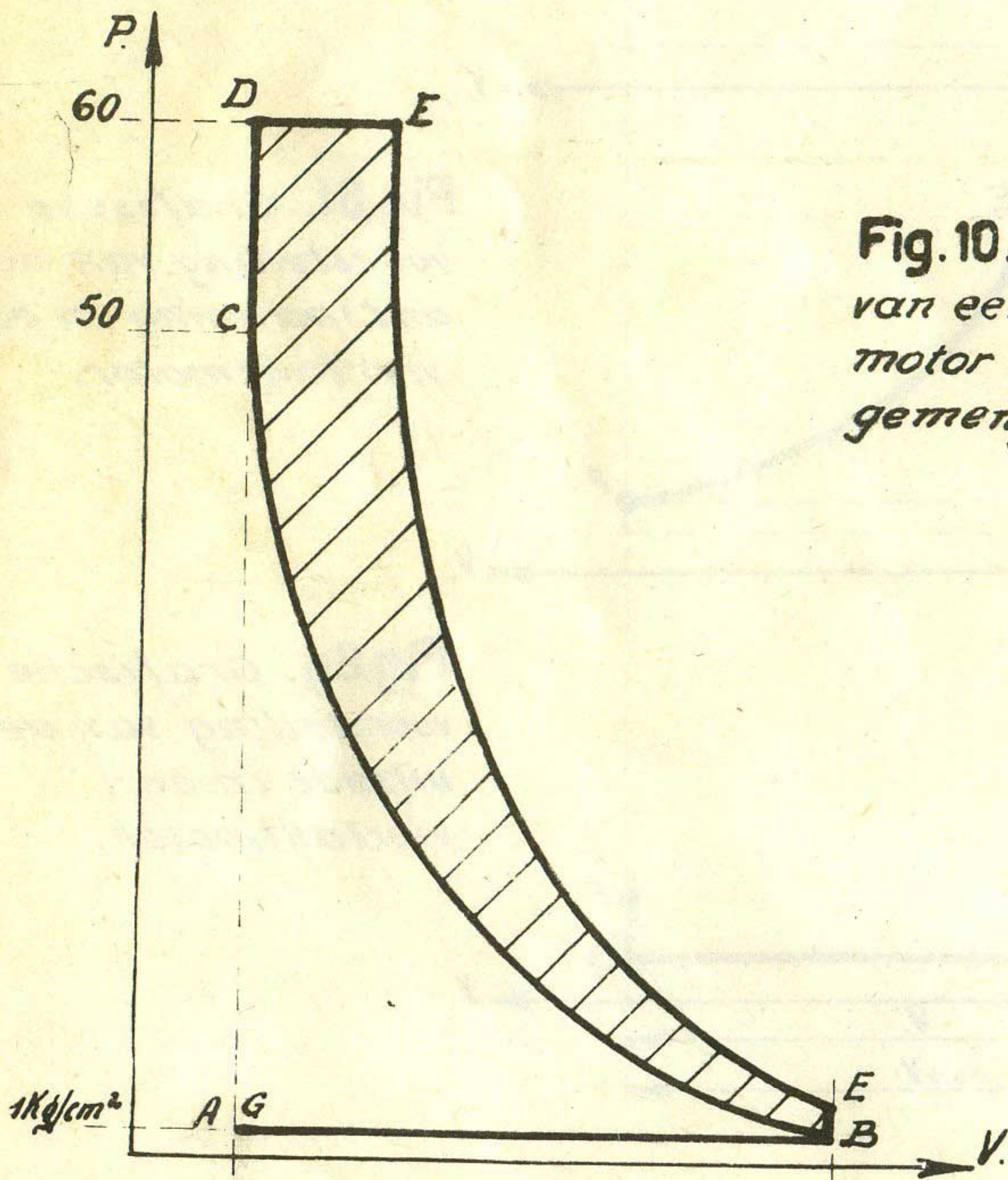


Fig.10. Diagramma "PV,,
van een snellopende Diesel-
motor (diagramma met
gemengde cyclus).

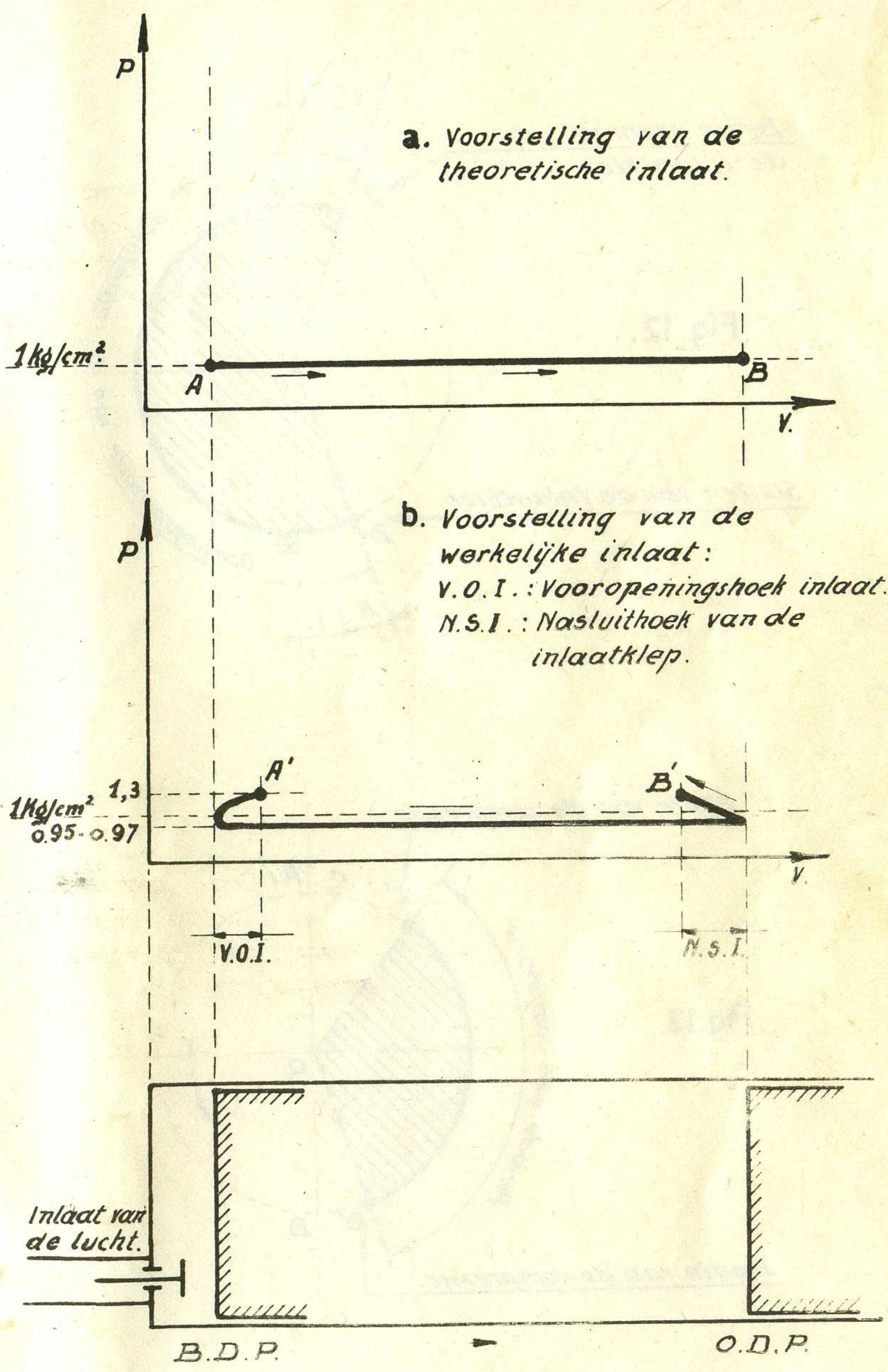
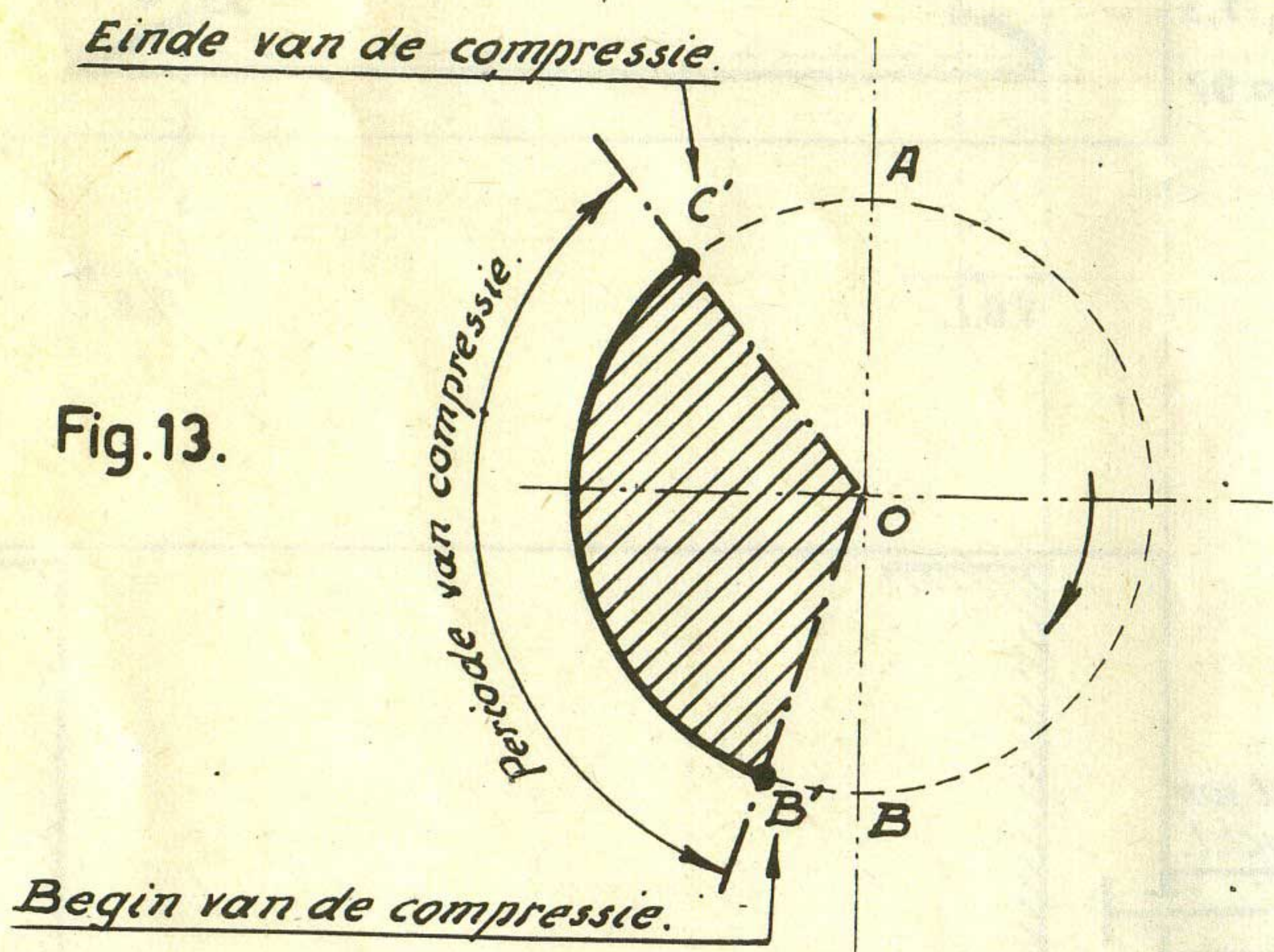
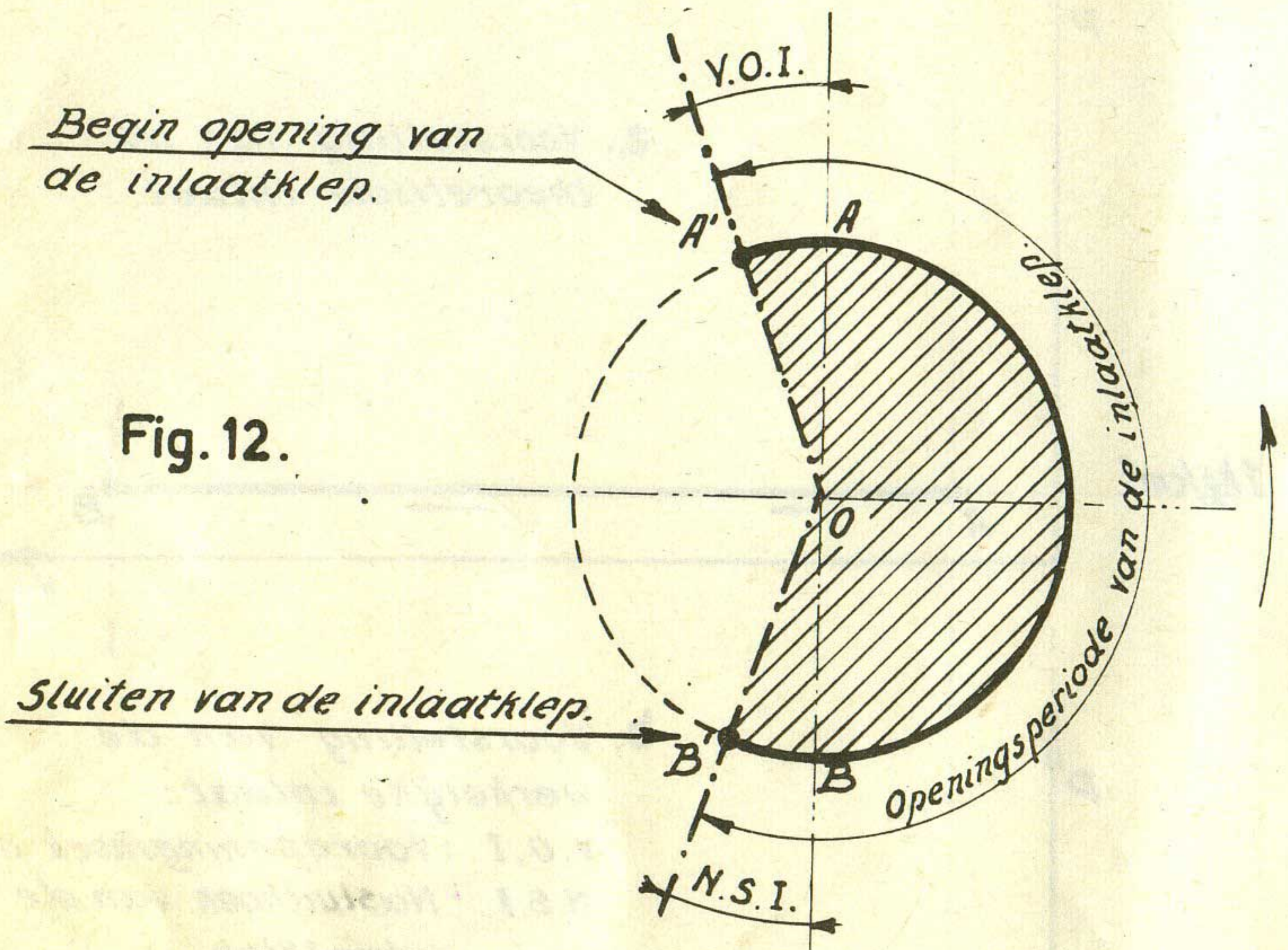
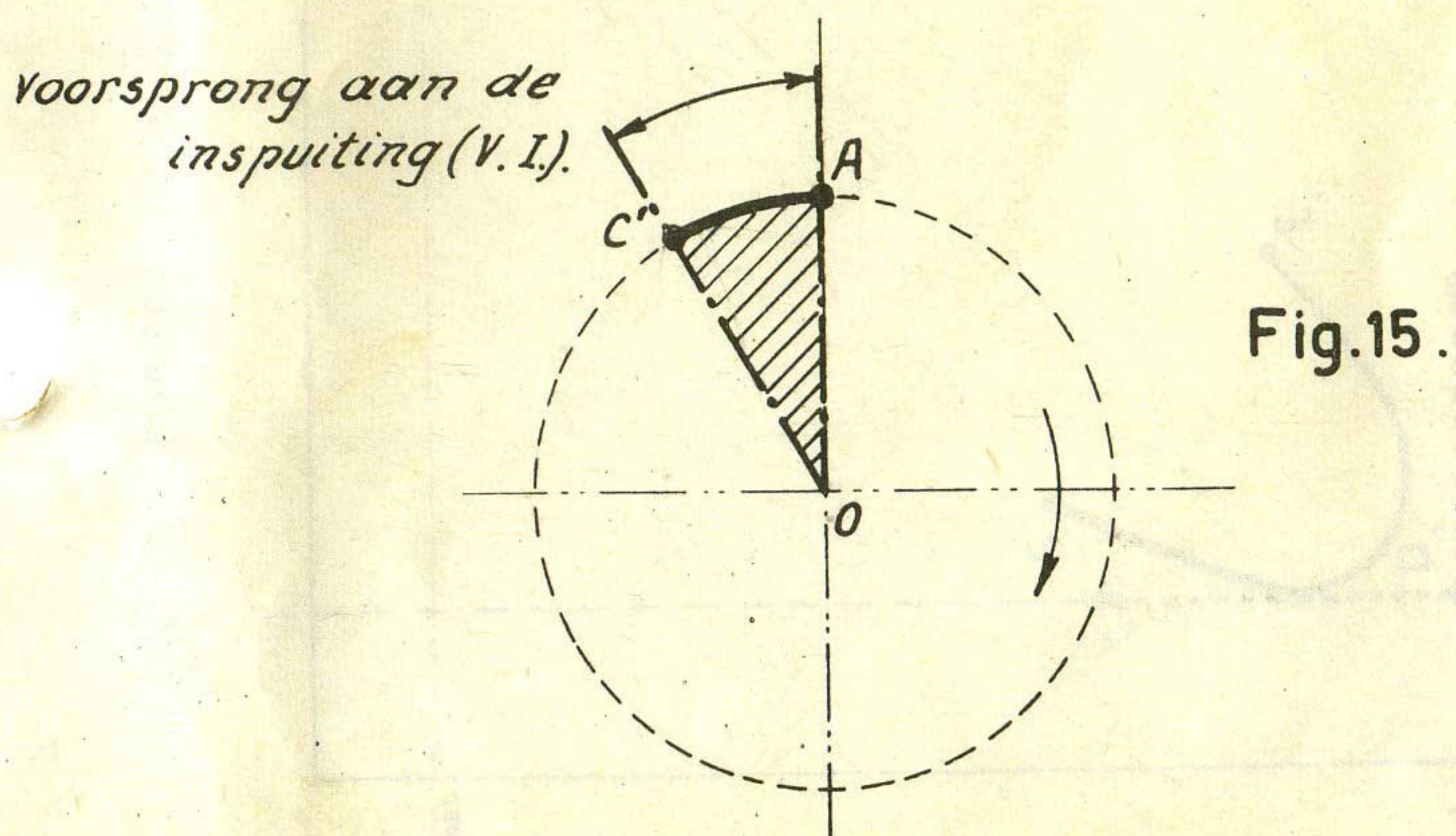
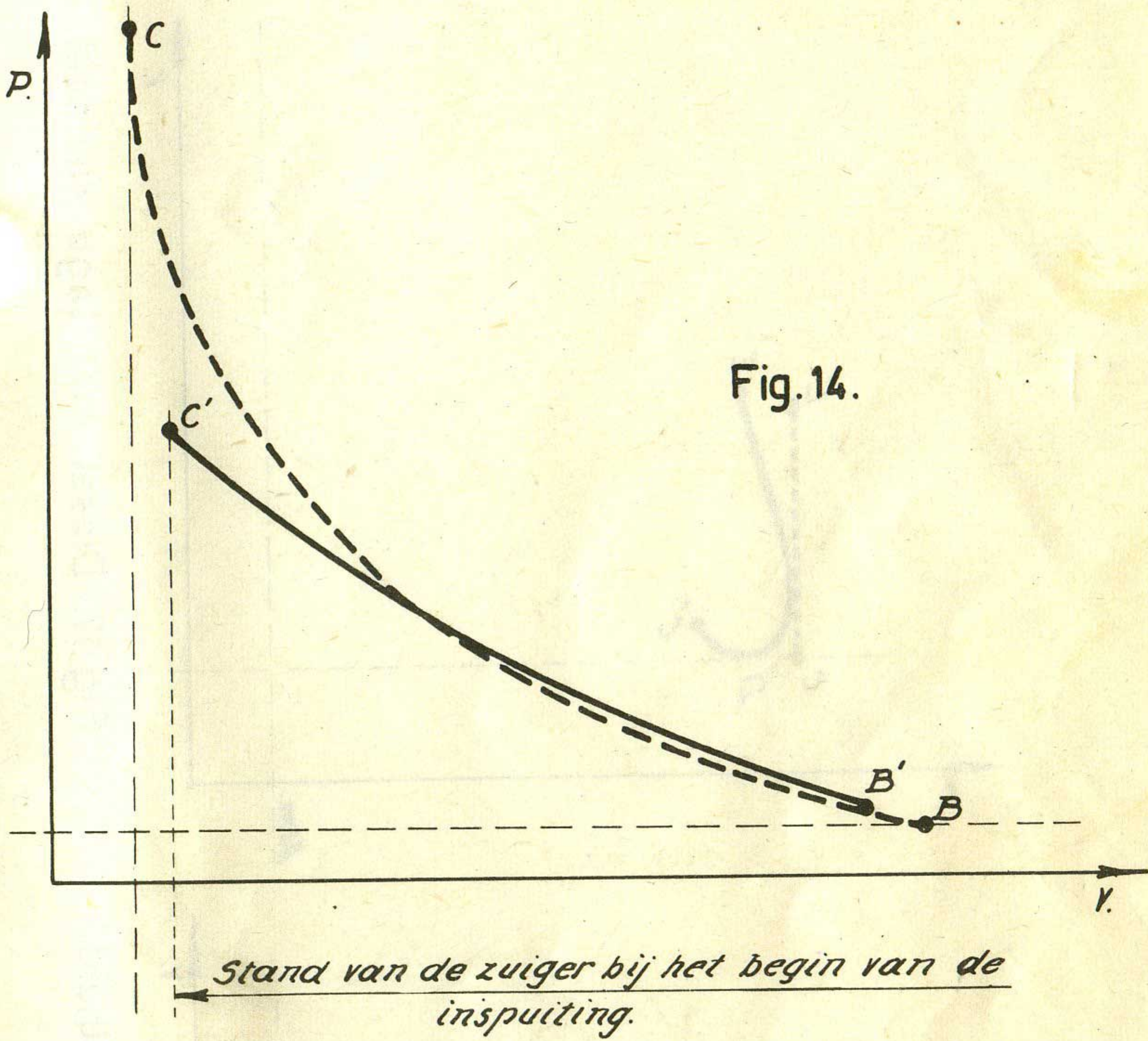


Fig.11. Inlaat.





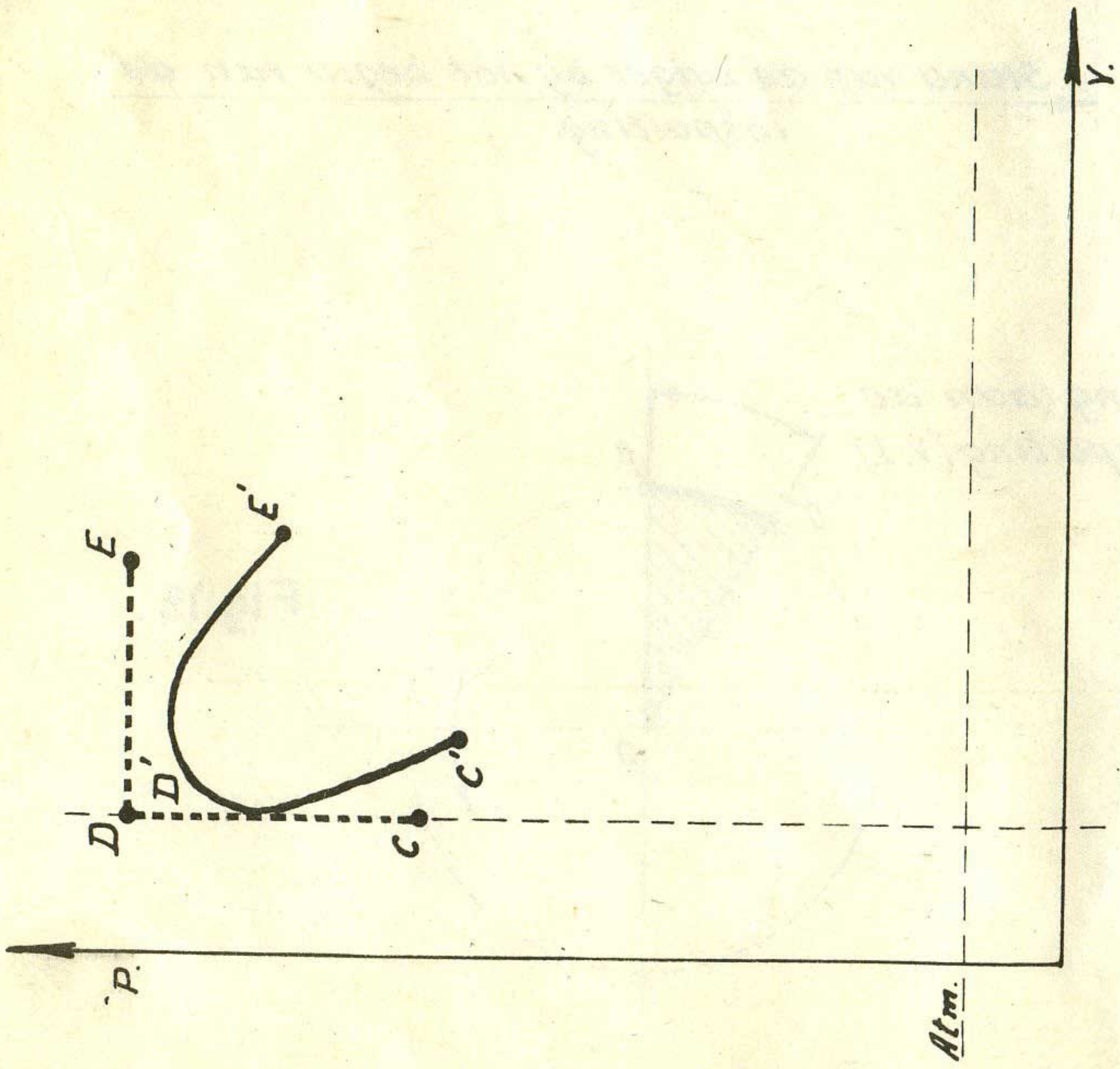


Fig.16. Diesel met grote snelheid.

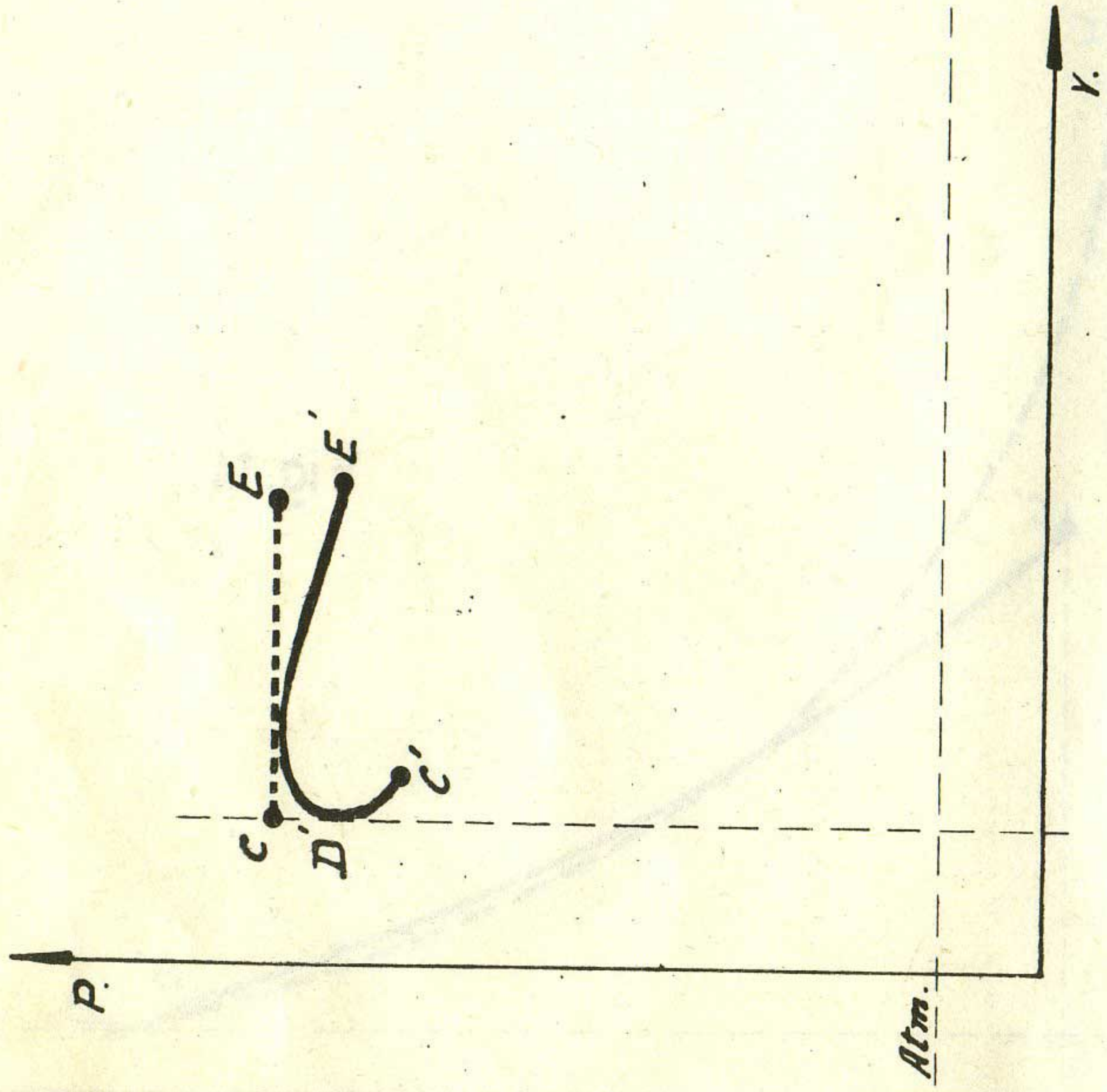


Fig.17. Diesel met lage snelheid.

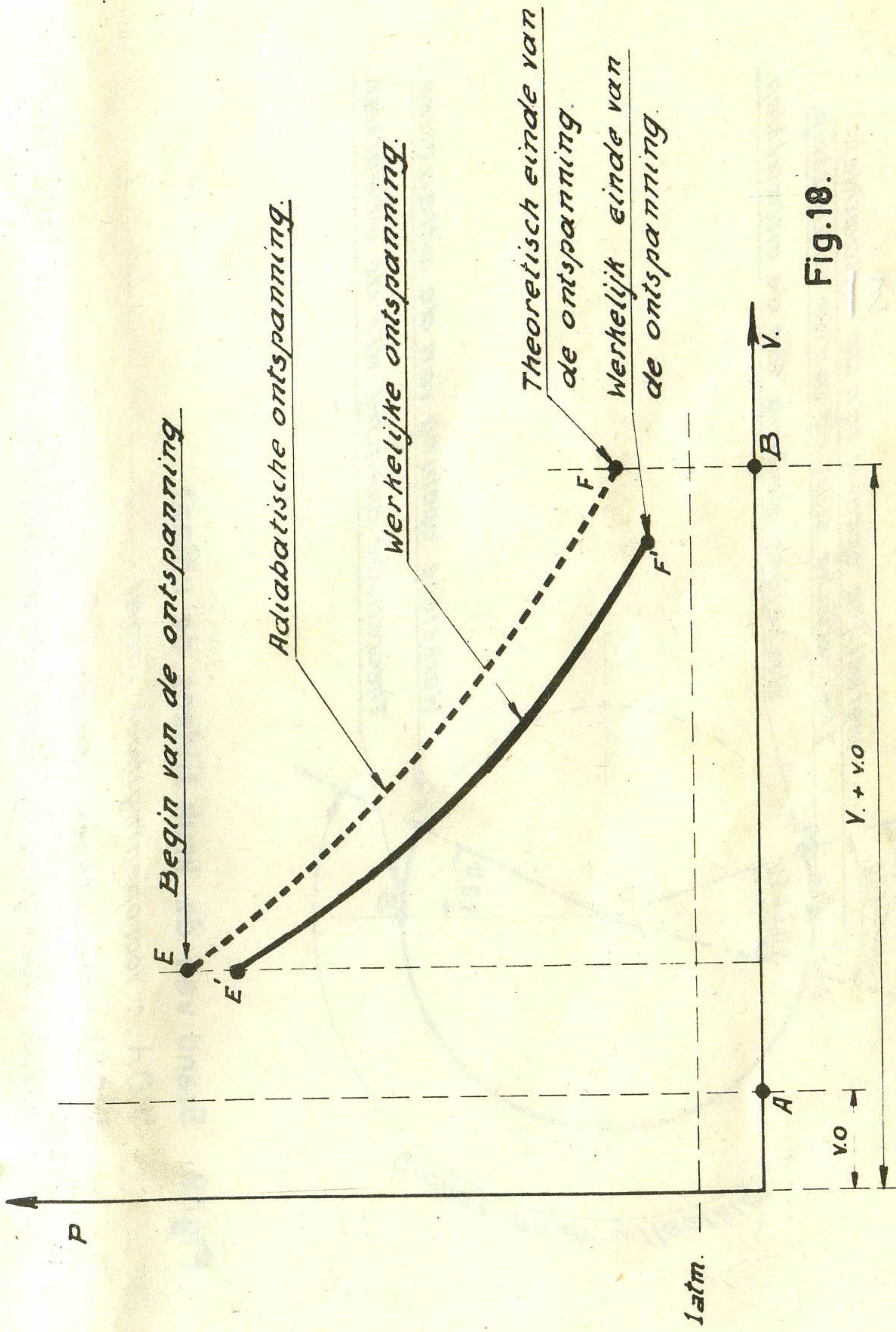


Fig.18.

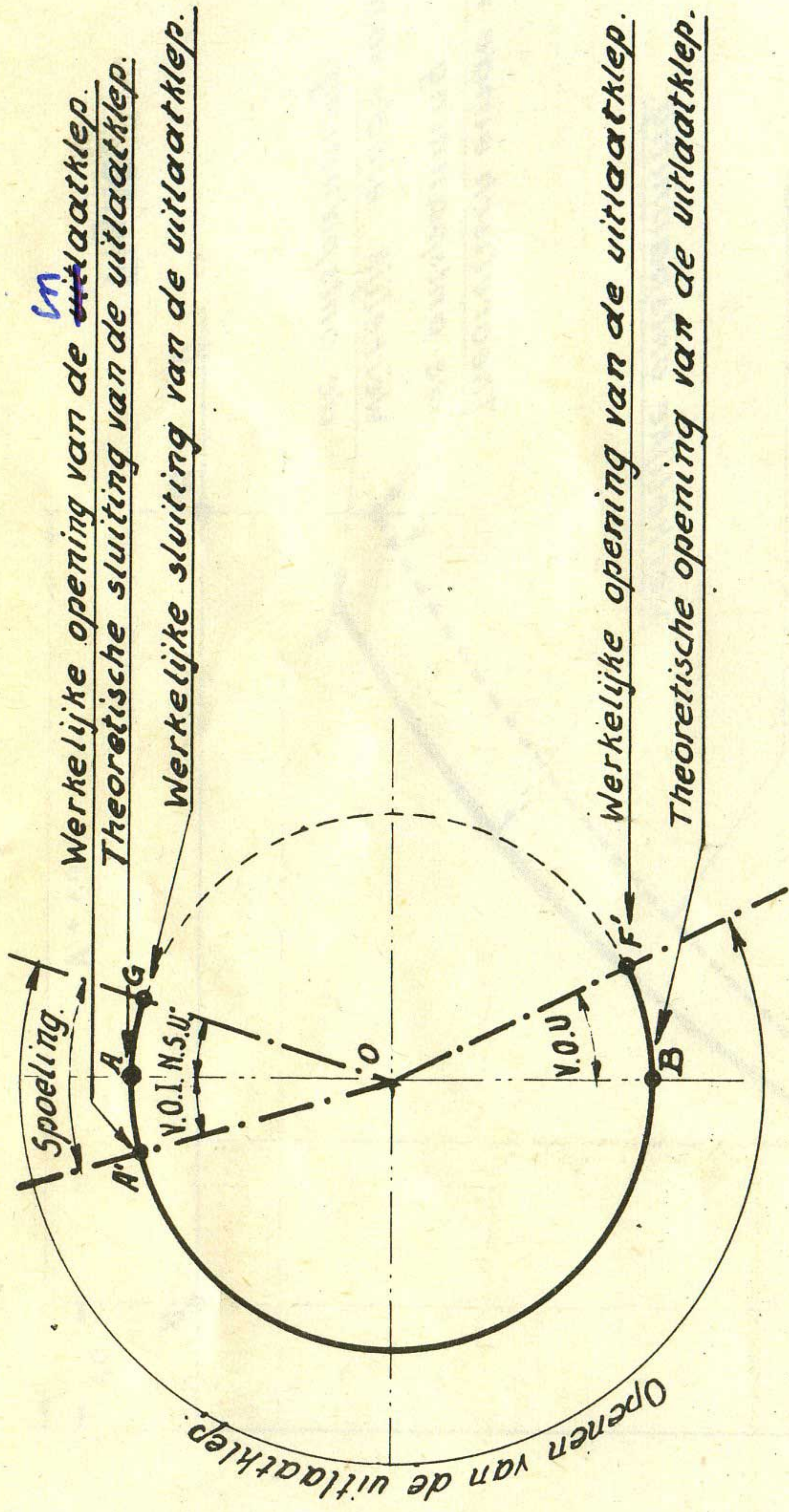


Fig.19. Stand van de kruk tijdens de uitlaat.

V.O.I. : Vooropeningshoek inlaat.

N.S.U. : Nasluithoek van de uitlaat.

V.O.U. : Vooropeningshoek van de uitlaat.

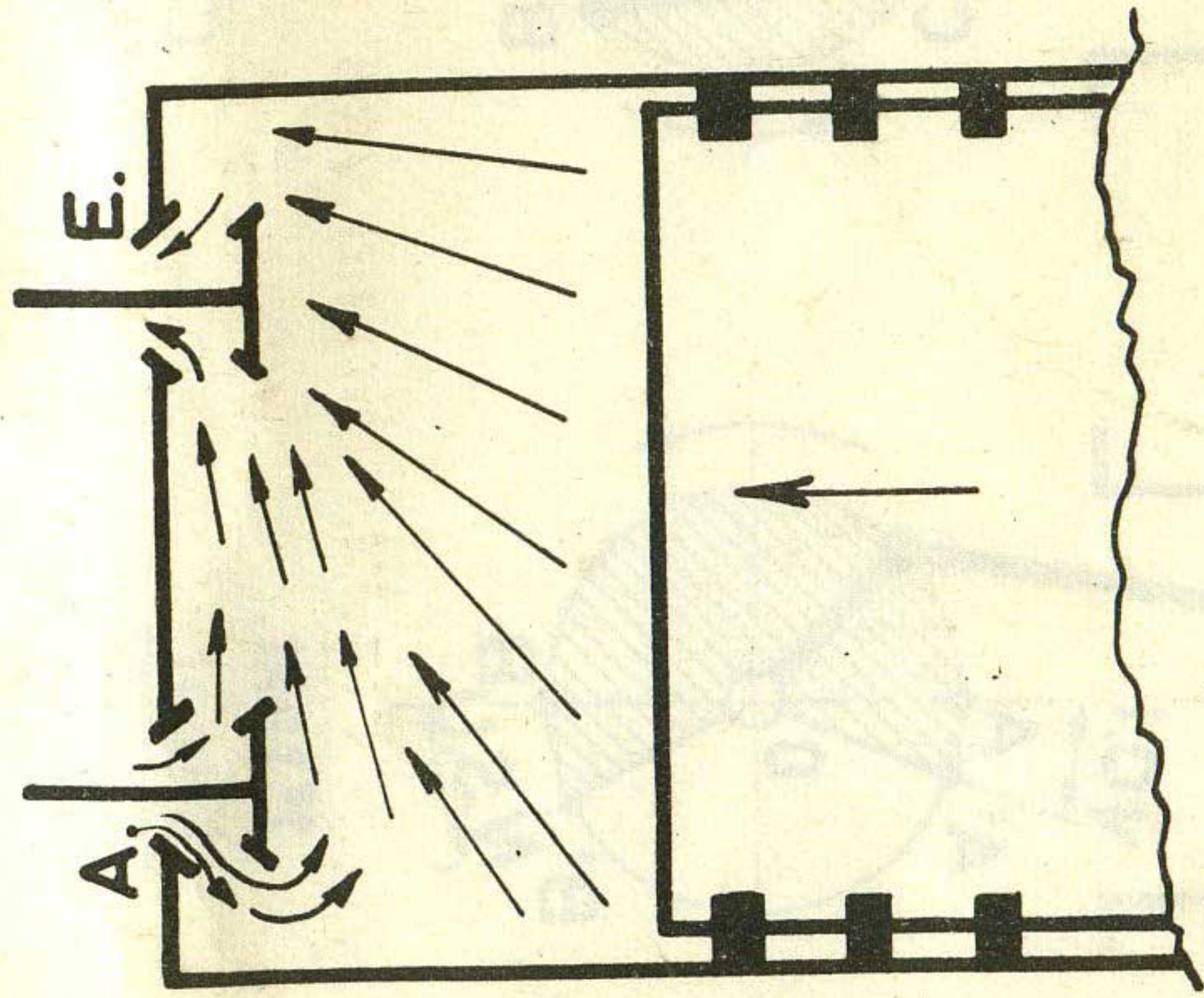


Fig. 20.

Principe van de spoeling van de cylinder.

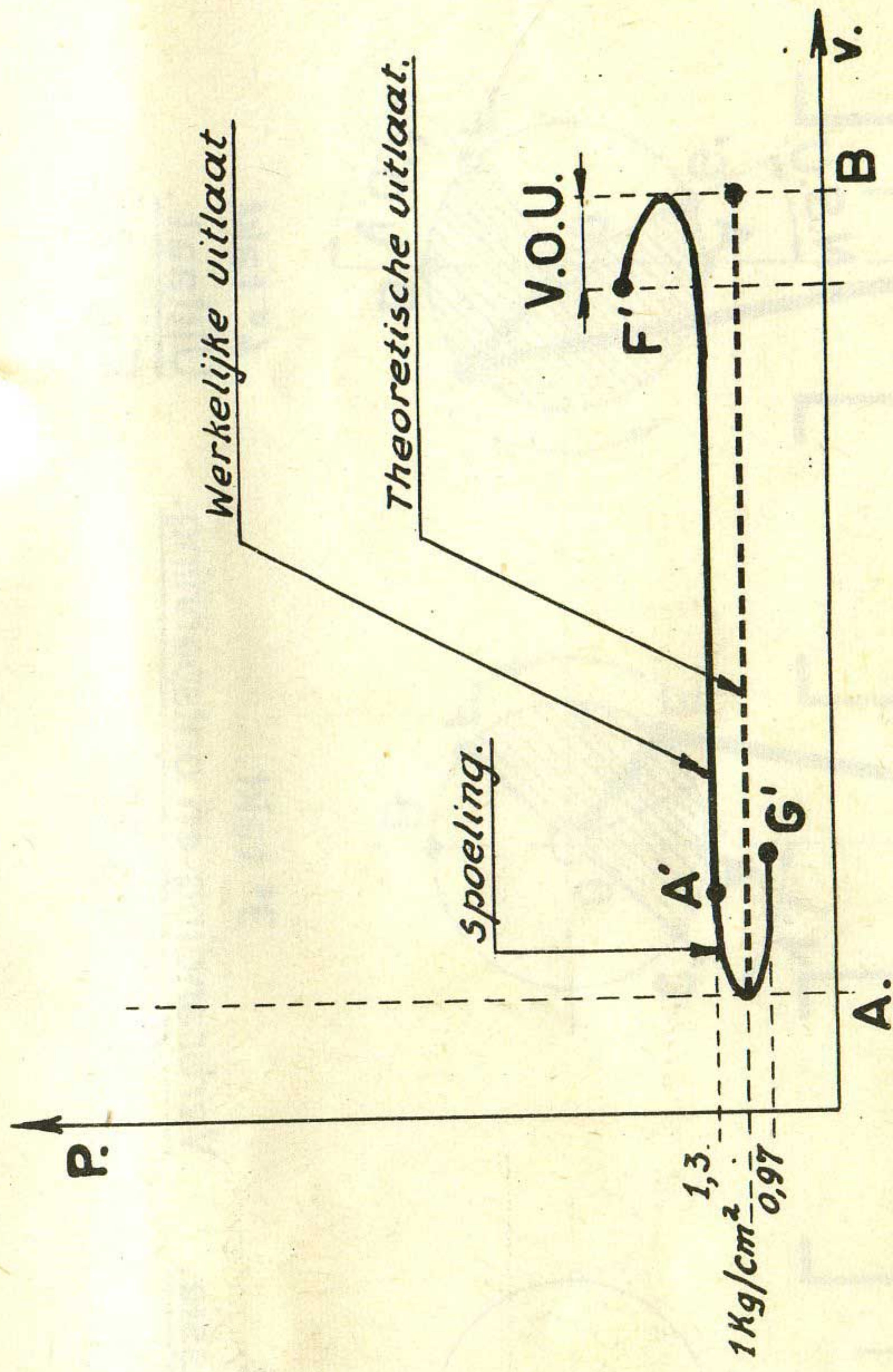
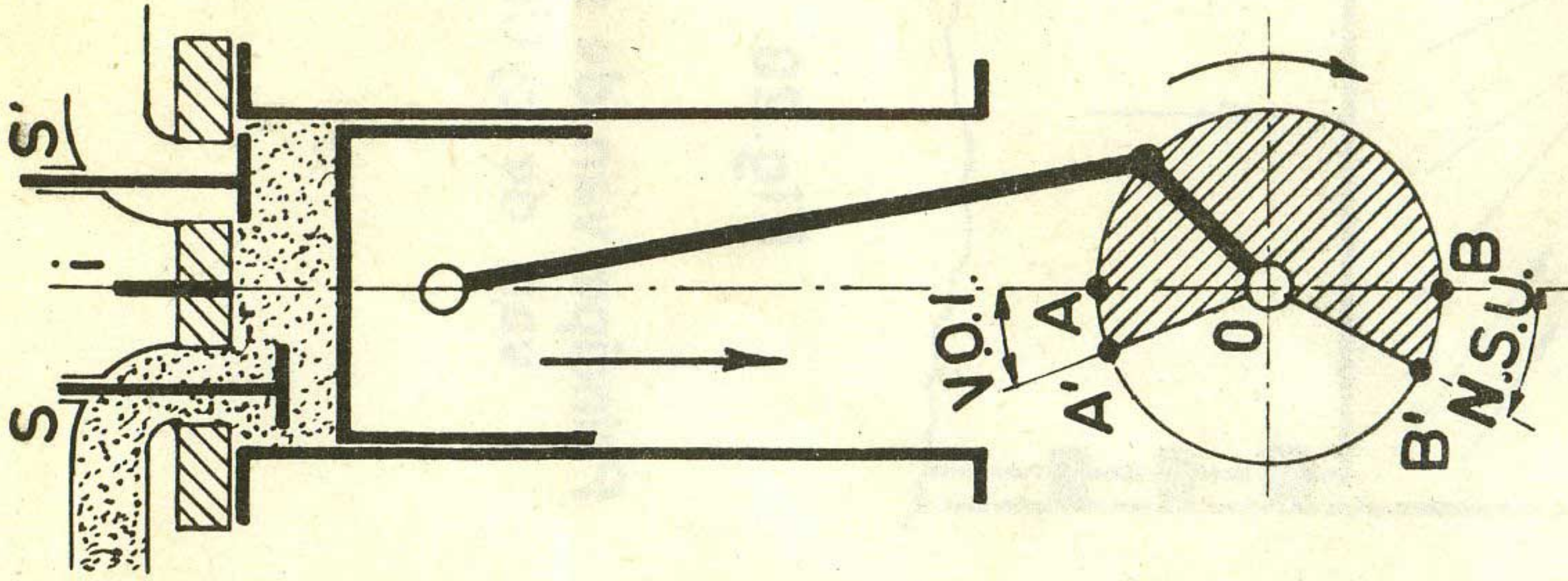


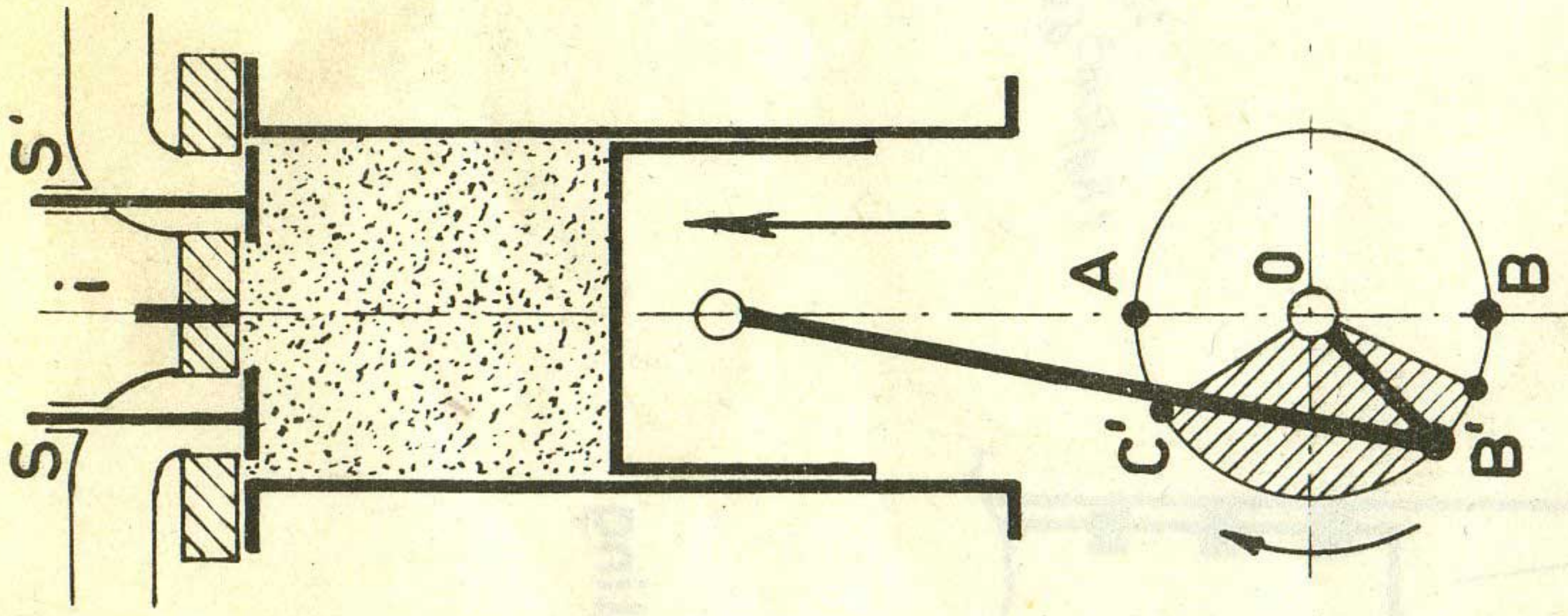
Fig. 21.

V.O.U.: Vooropeningshoek van de uitlaat.



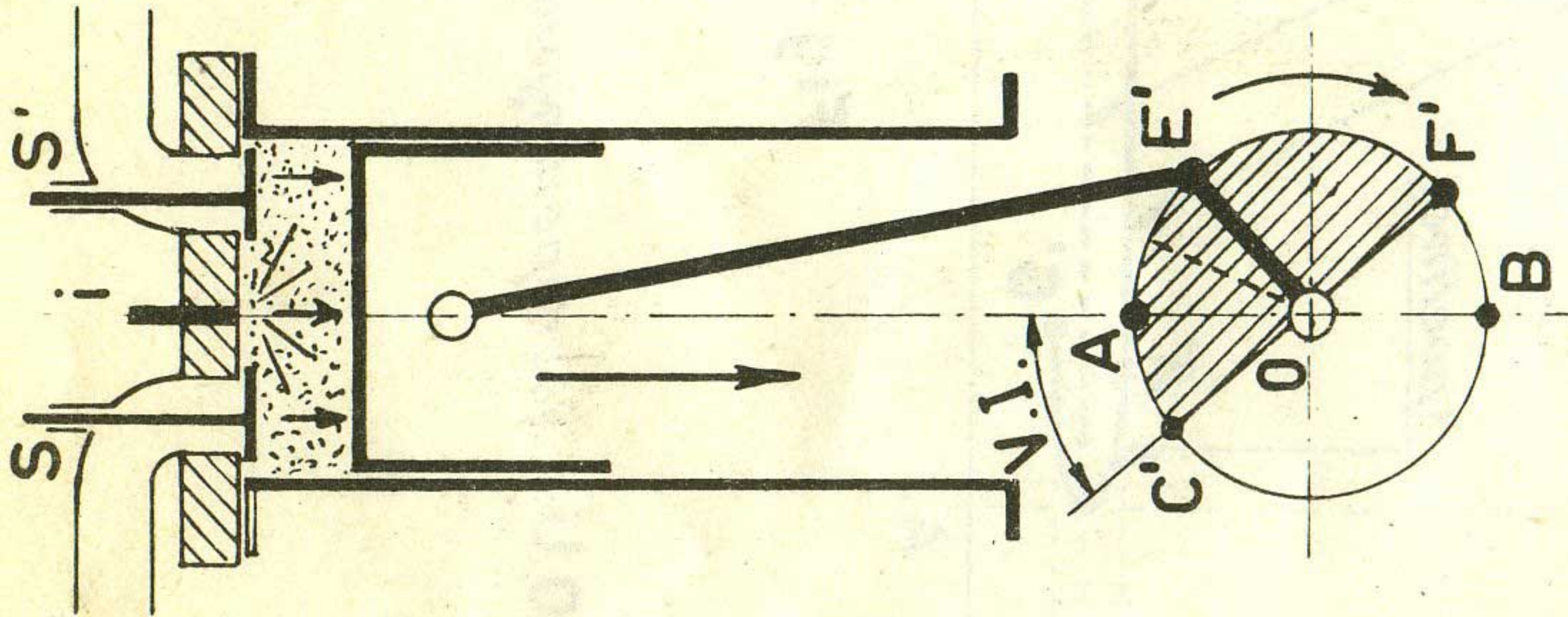
1^o takt.
Inlaat.

Fig. 22a.



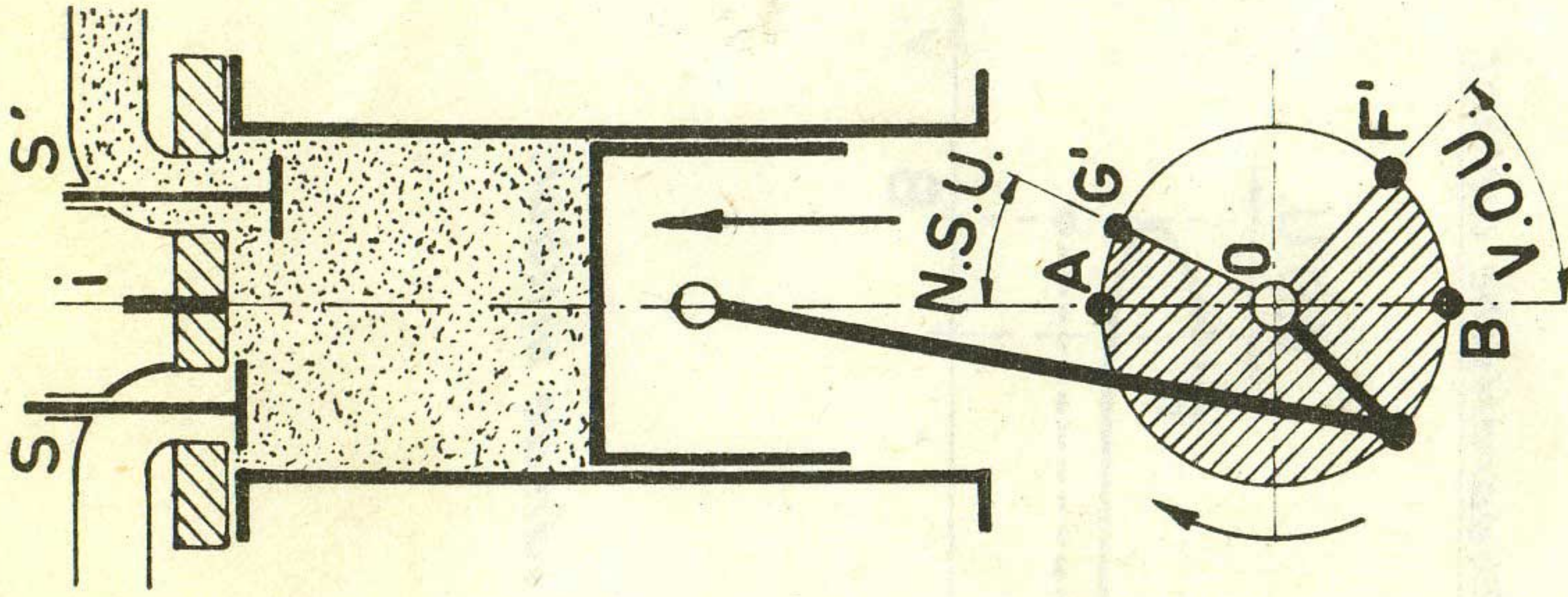
2^o takt.
Compressie.

Fig. 22b.



3^o takt.
Verbranding en ontspanning.

Fig. 22c.



4^o takt.
Uitlaat.

Fig. 22d.

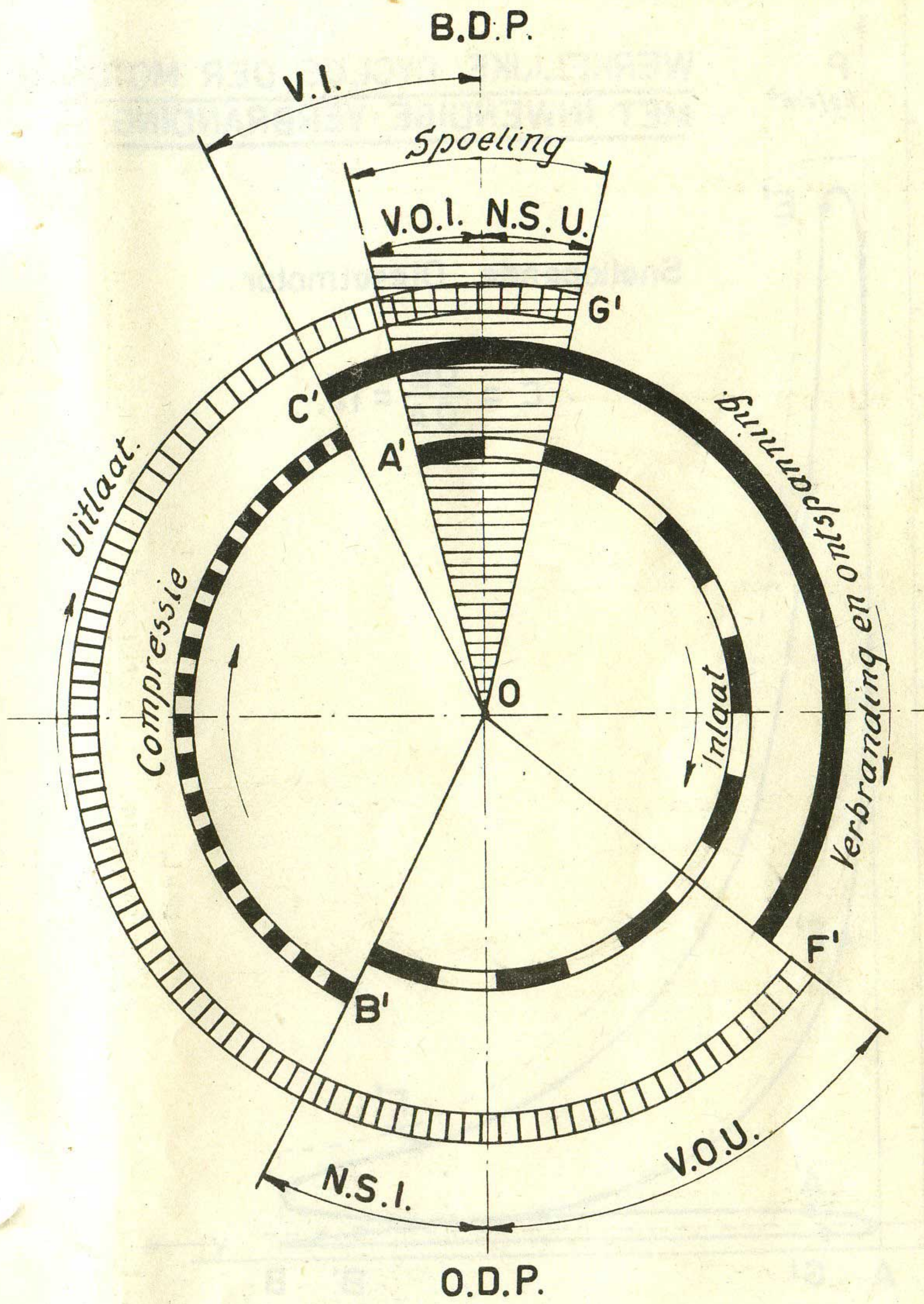


Fig. 23.

WERKELIJKE CYCLUS DER MOTOREN
MET INWENDIGE VERBRANDING.

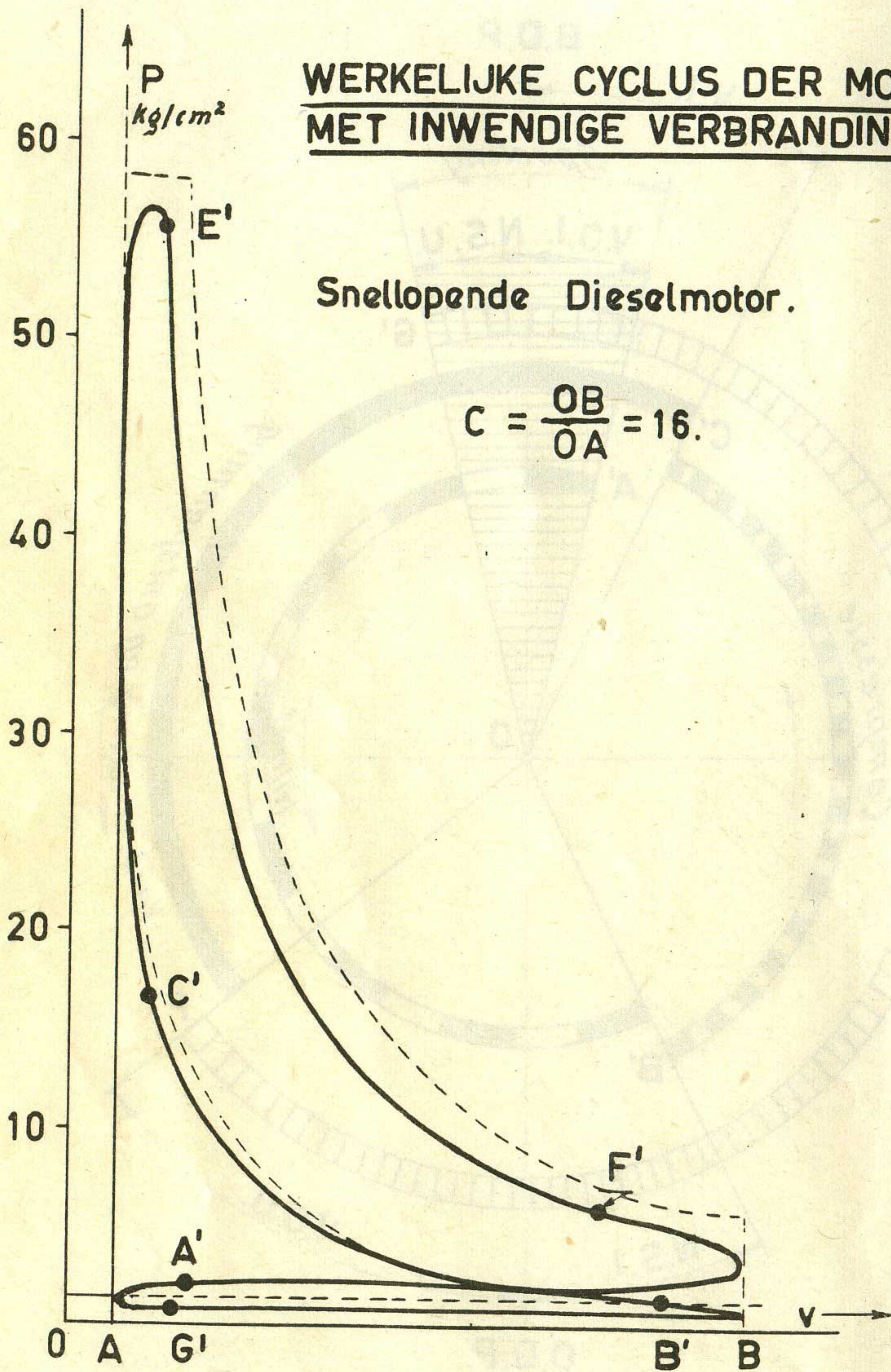


Fig. 24.

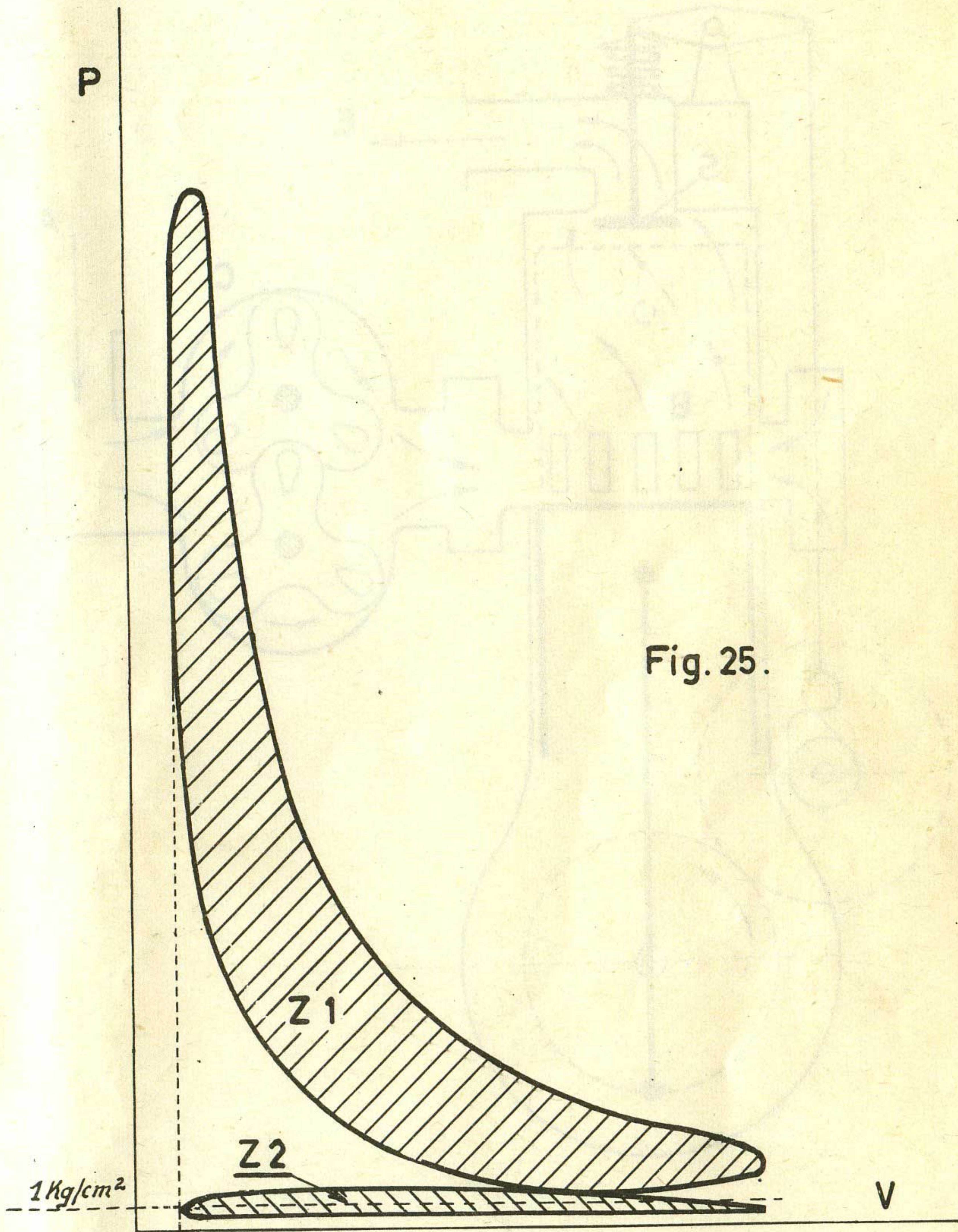


Fig. 25.

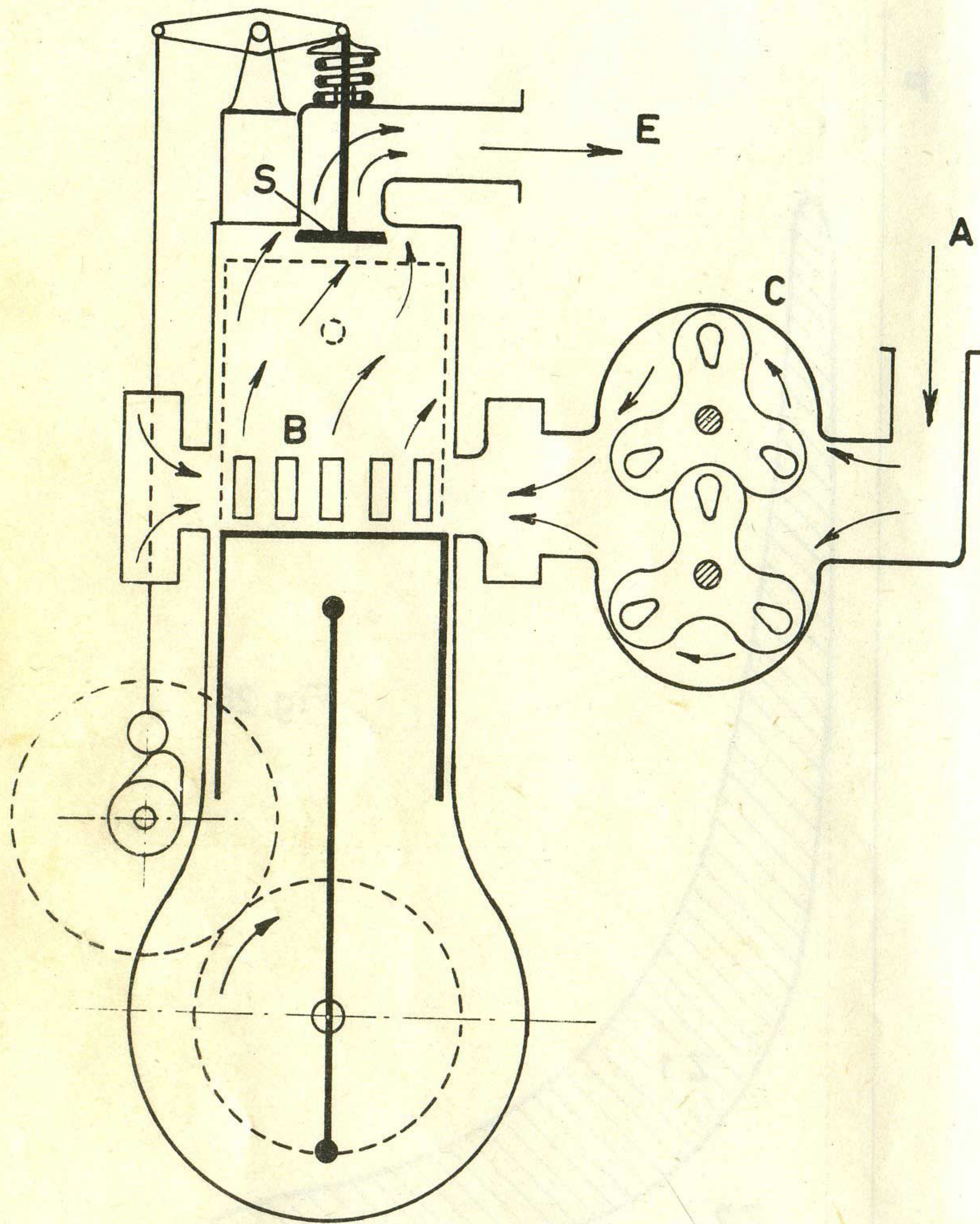


Fig. 26.

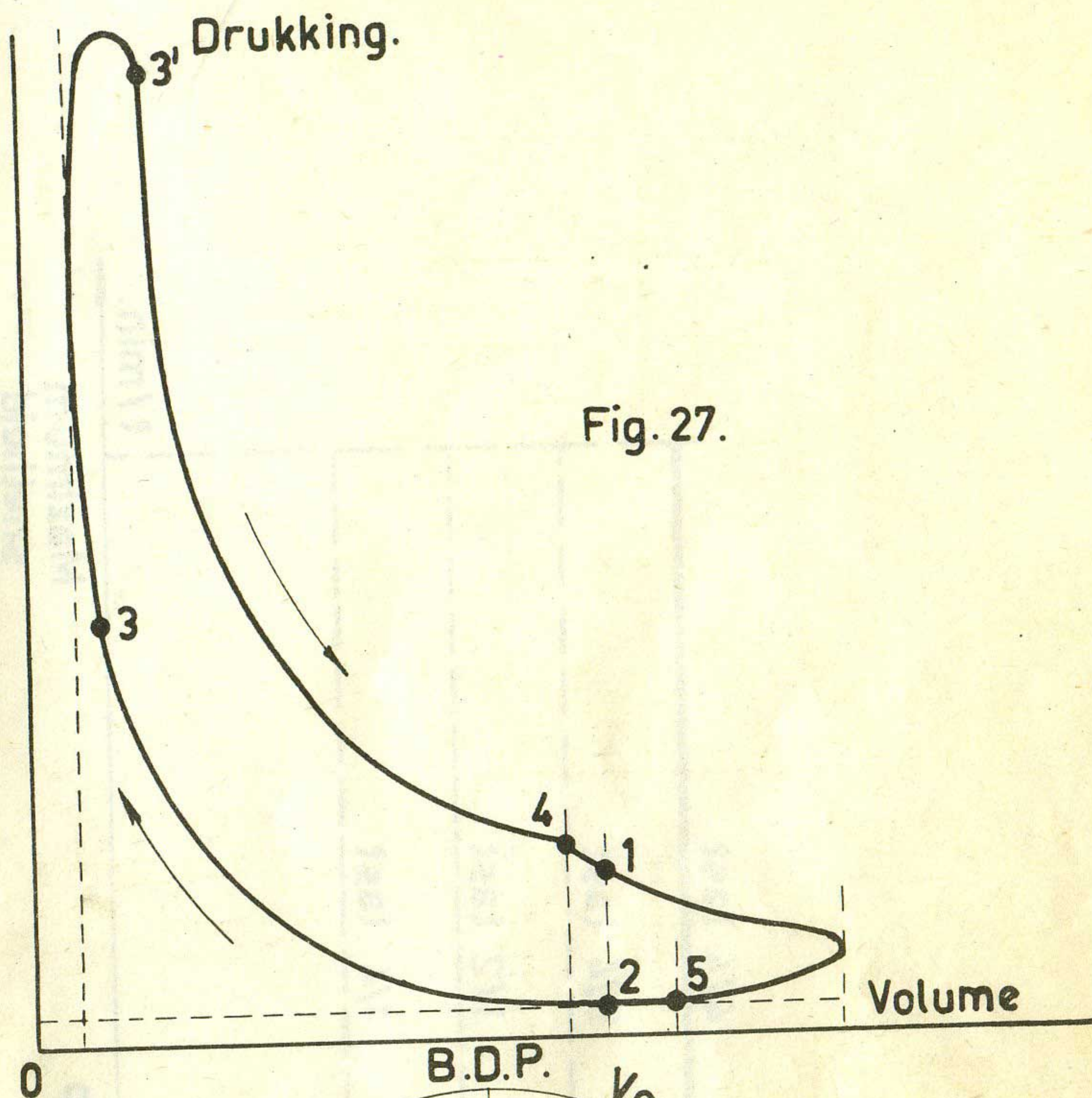
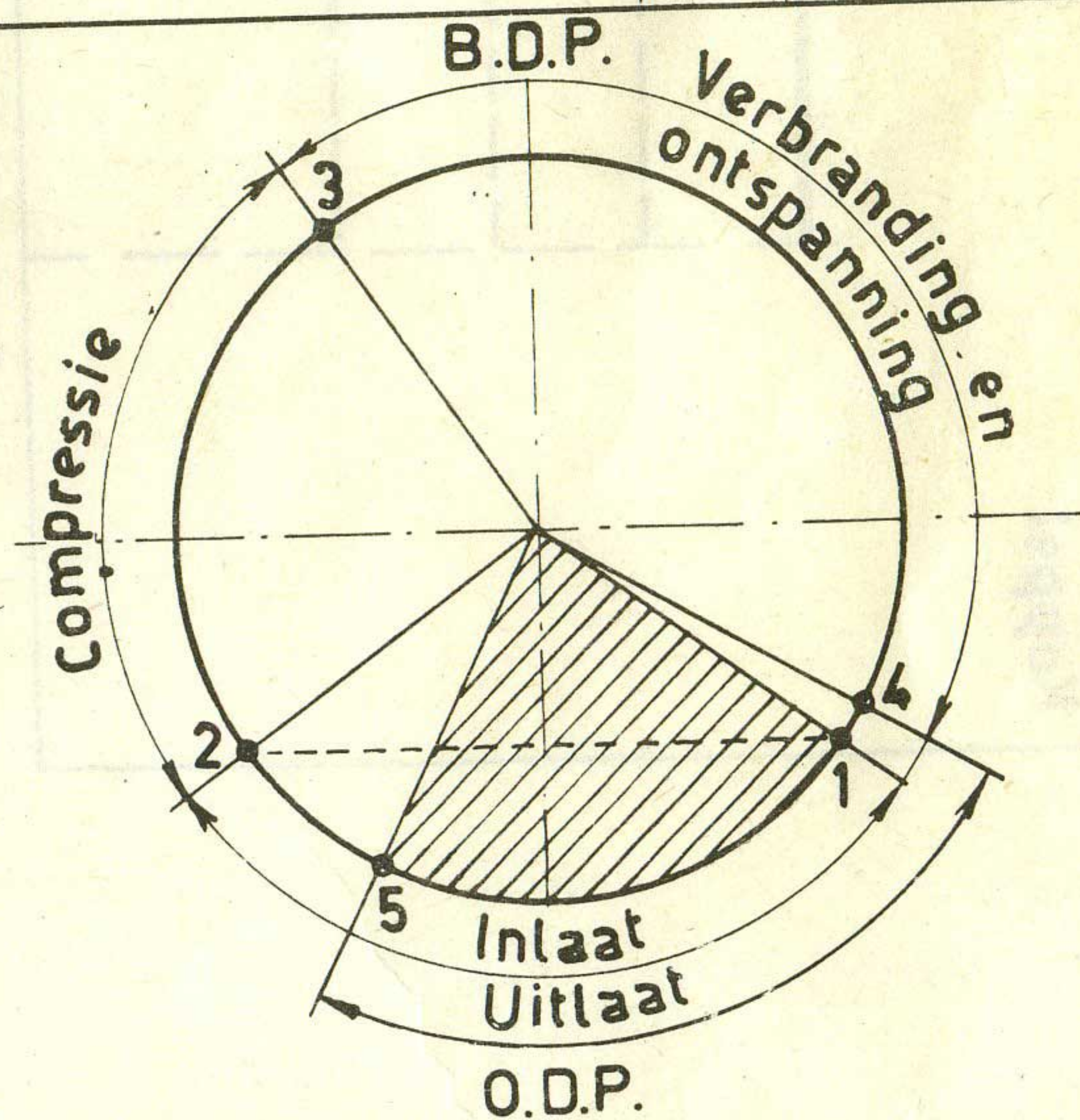


Fig. 27.



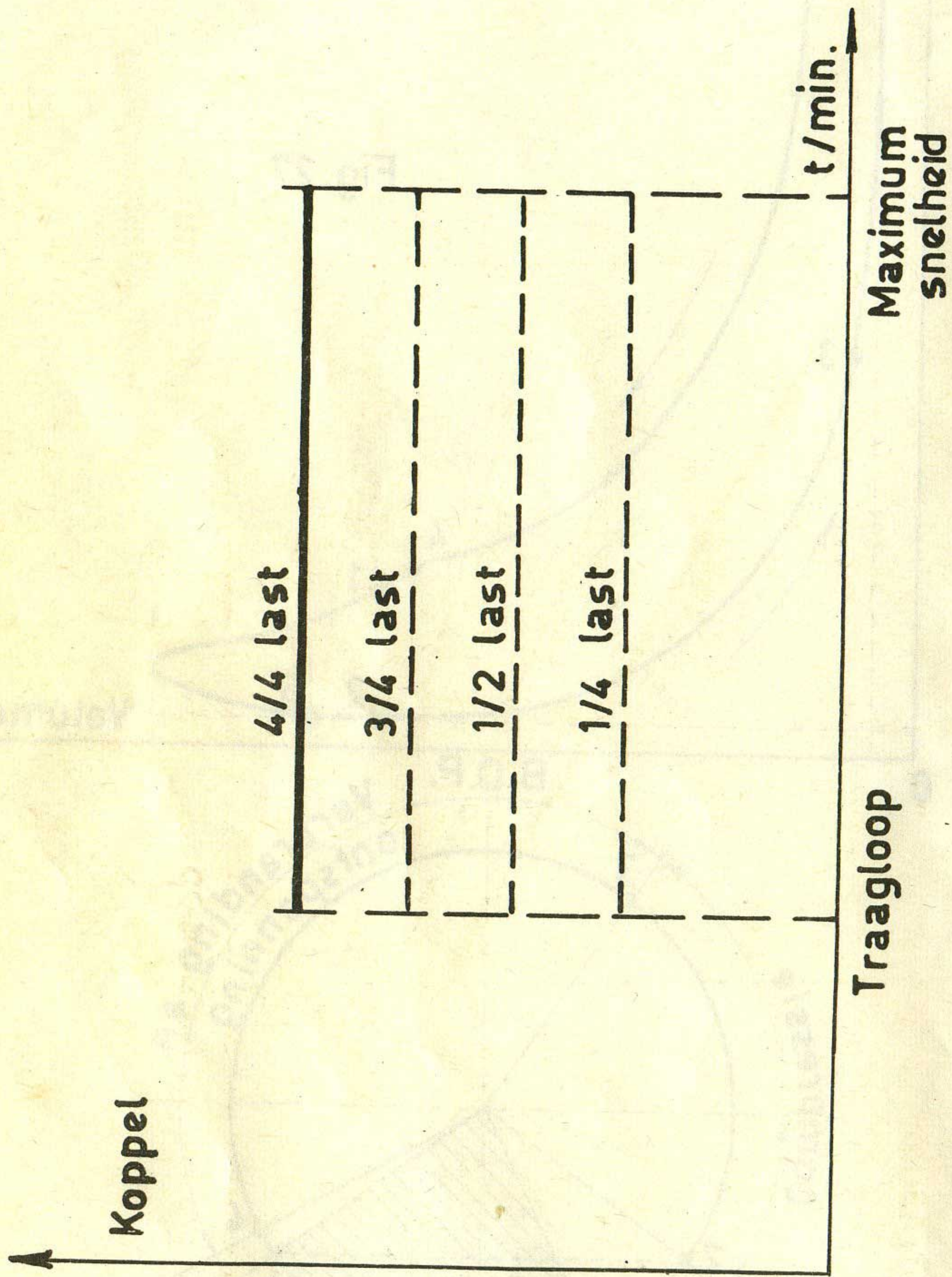


Fig. 28.

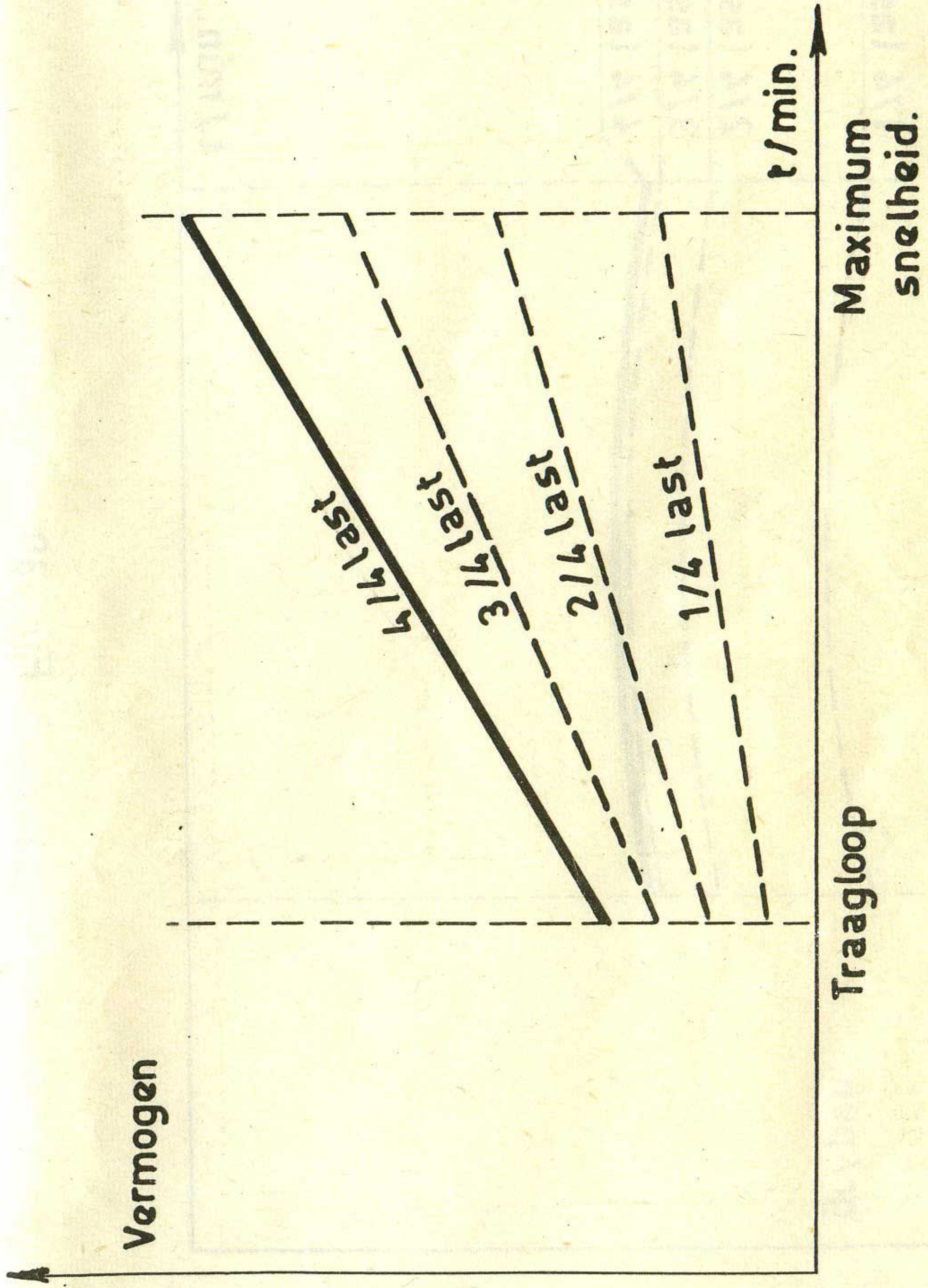


Fig. 29.

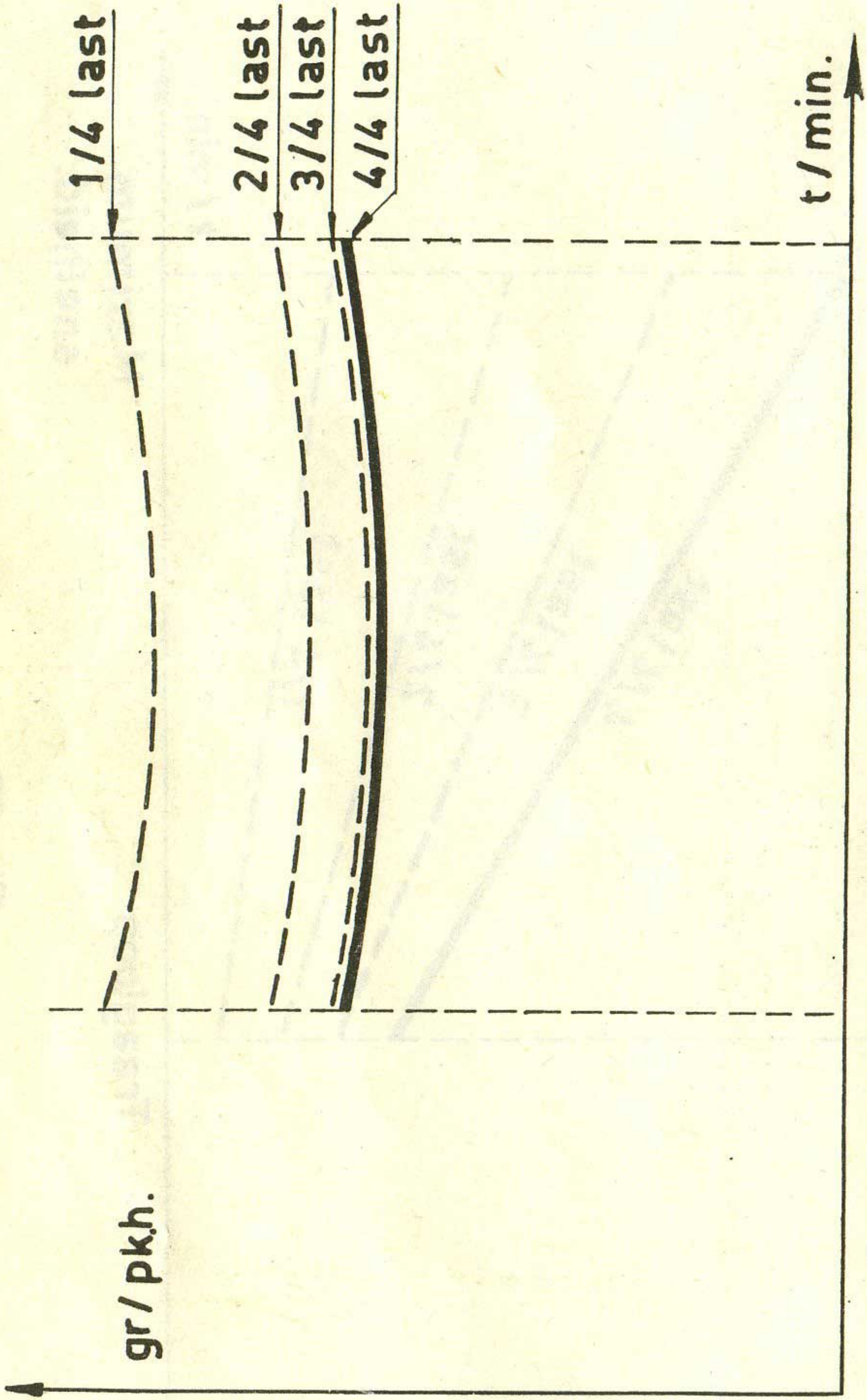


Fig. 30.

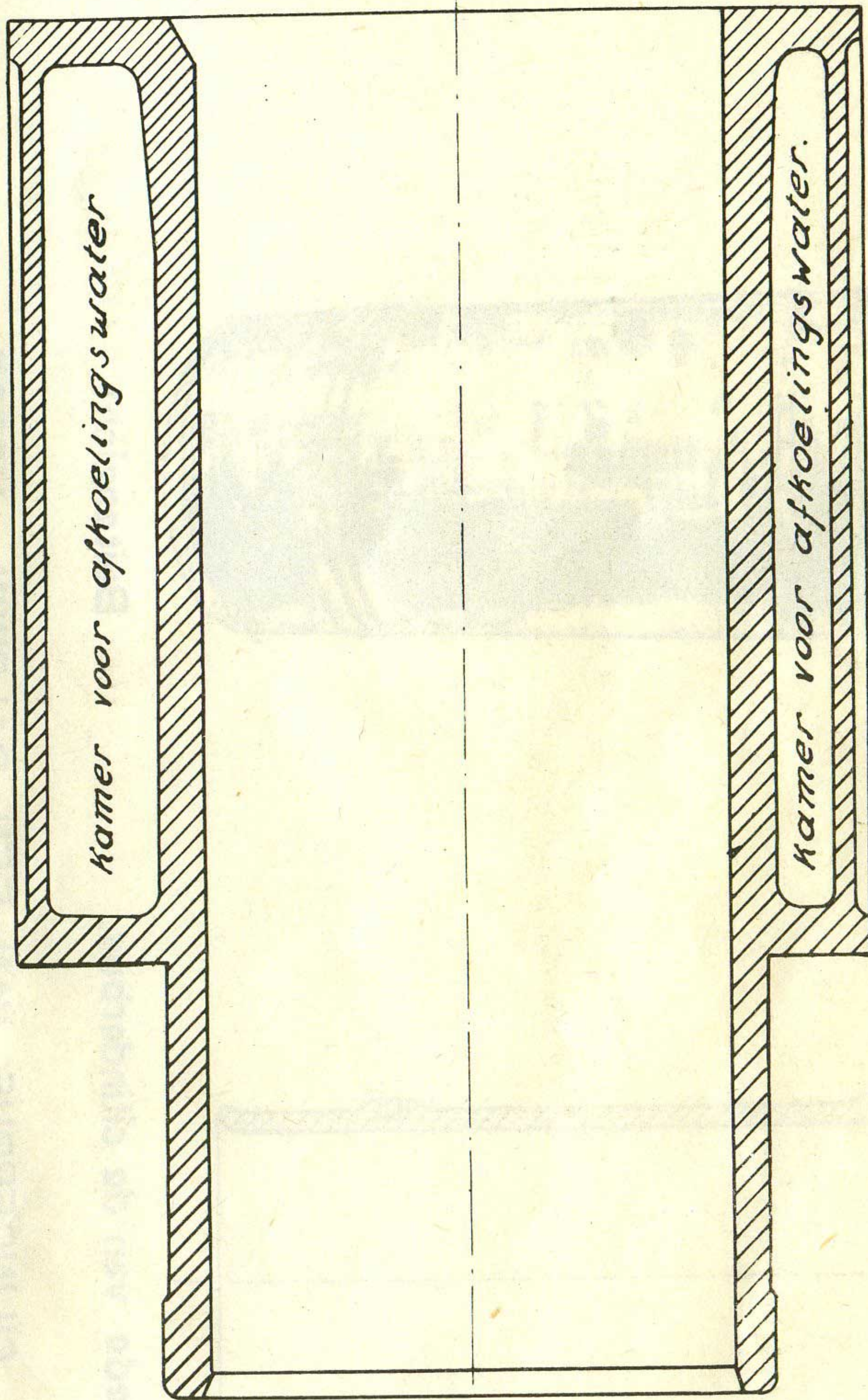
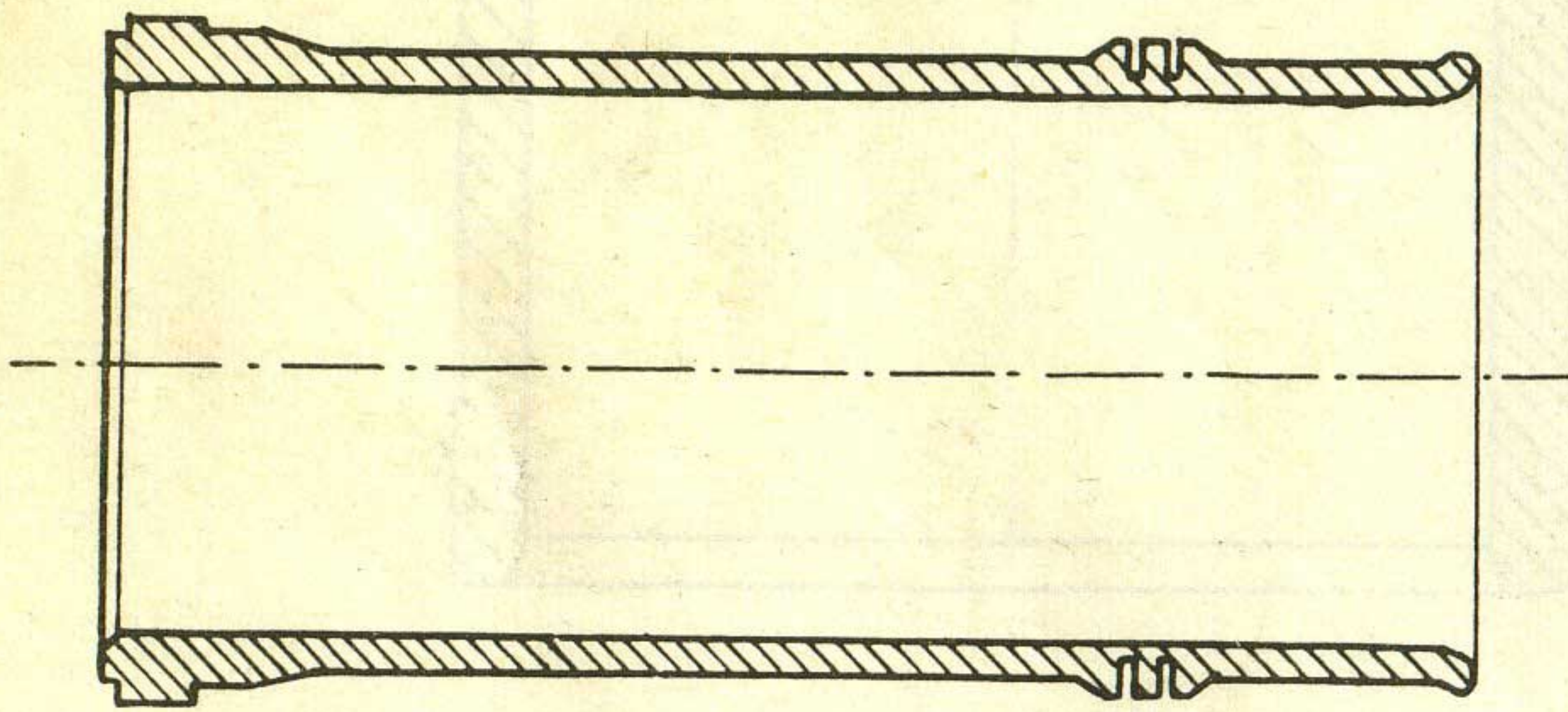


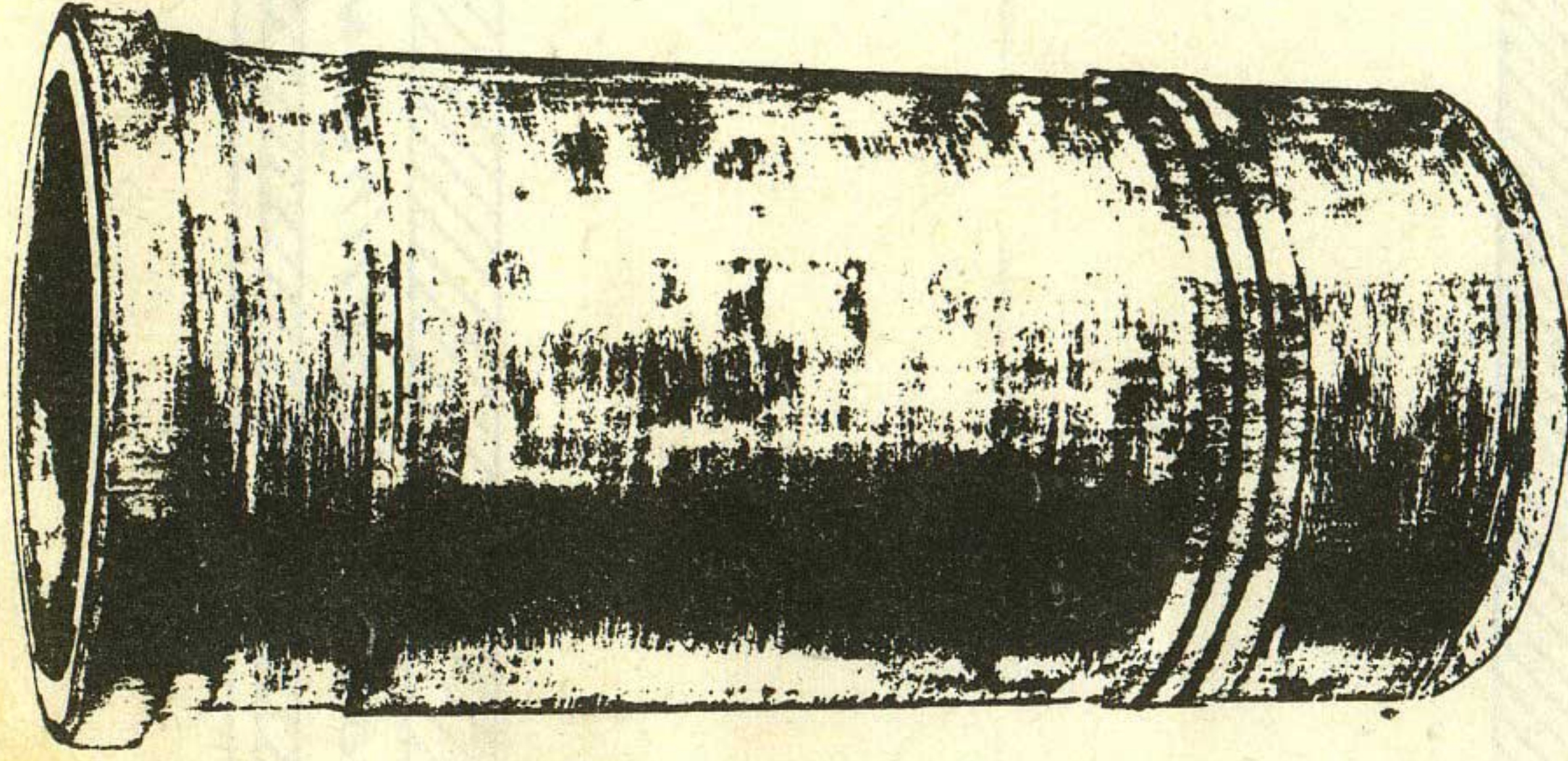
Fig. 31.

DOORSNEDE VAN EEN CILINDERBLOK VAN DE SEM MOTOR.

Motorwagens type 603.



Doorsnede van de cilinderbus.



Buitenzicht.

Fig.32. CILINDERBUS VAN EEN BALDWIN - MOTOR.

DE hl. type 201.

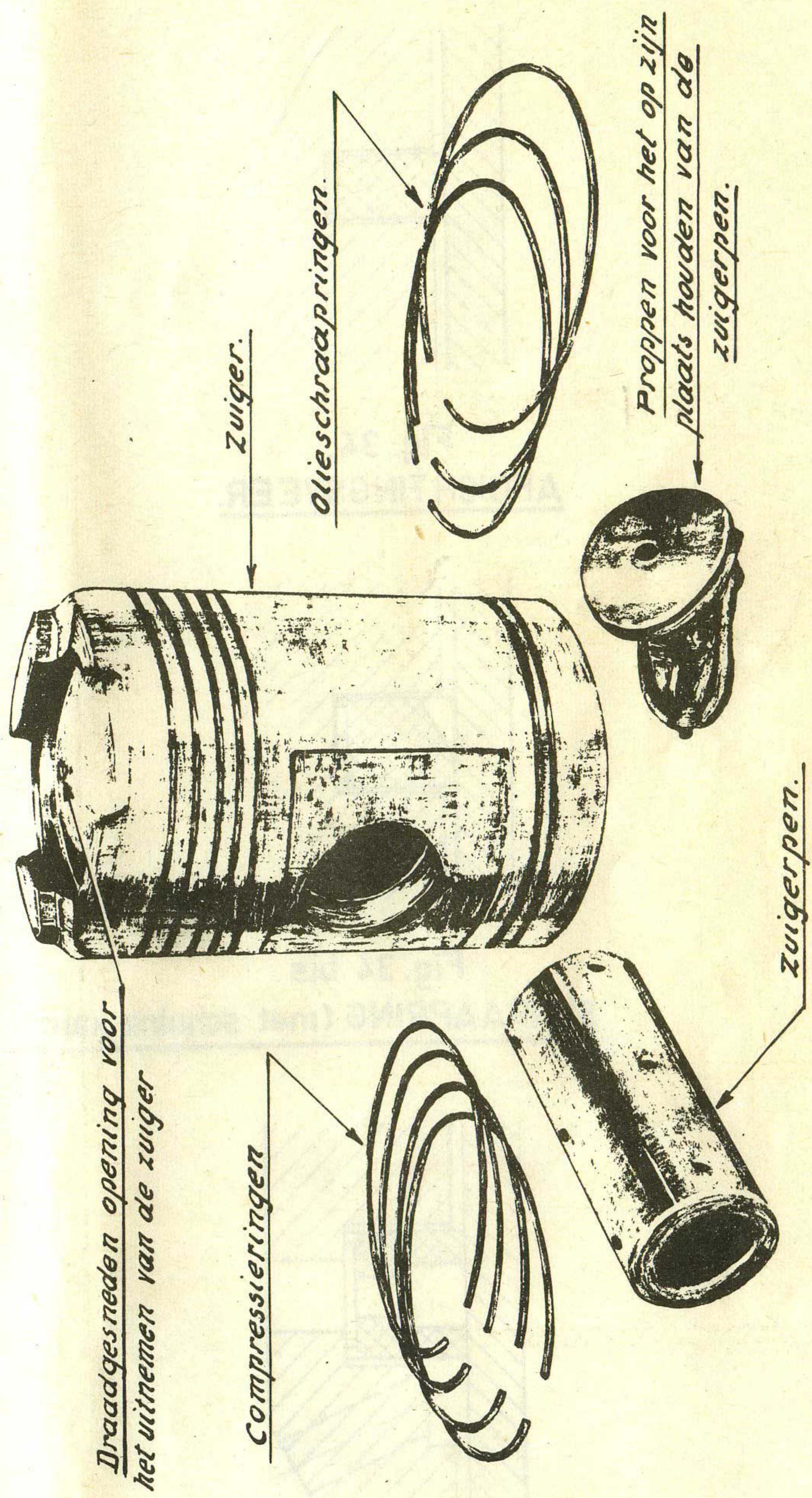


Fig. 33. ZUIGER EN RINGEN VAN DE BALDWIN - MOTOR.
DEhl. type 201.

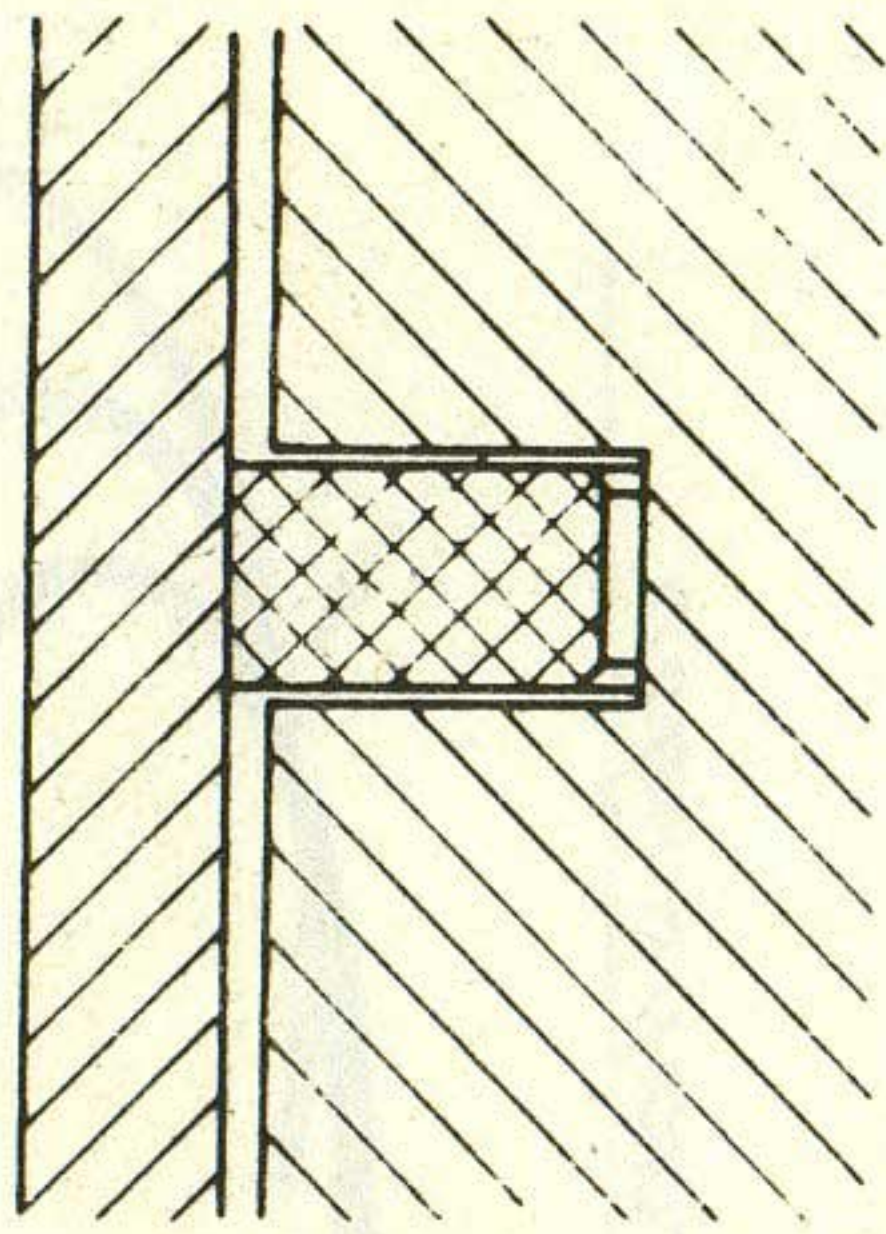


Fig. 34.
AFDICHTINGSVEER.

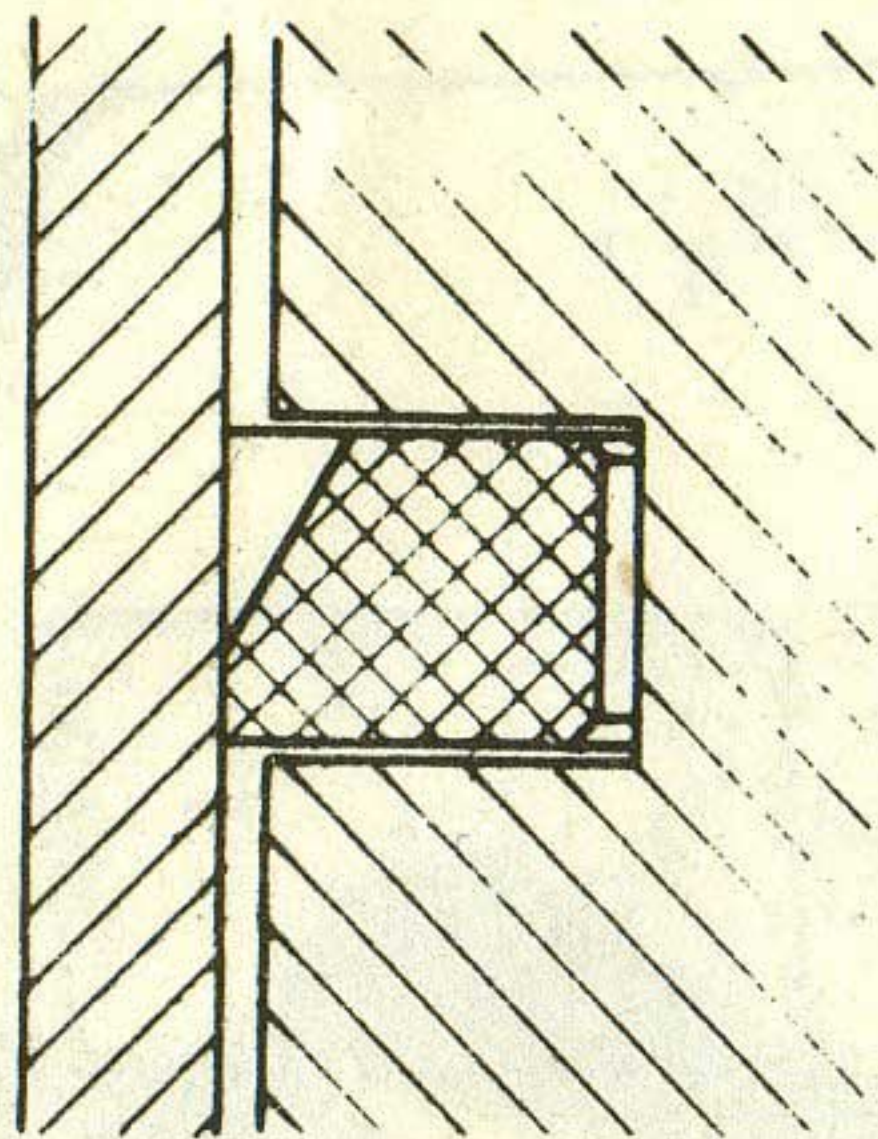


Fig. 34 bis.
SCHRAAPRING (met schuine kant).

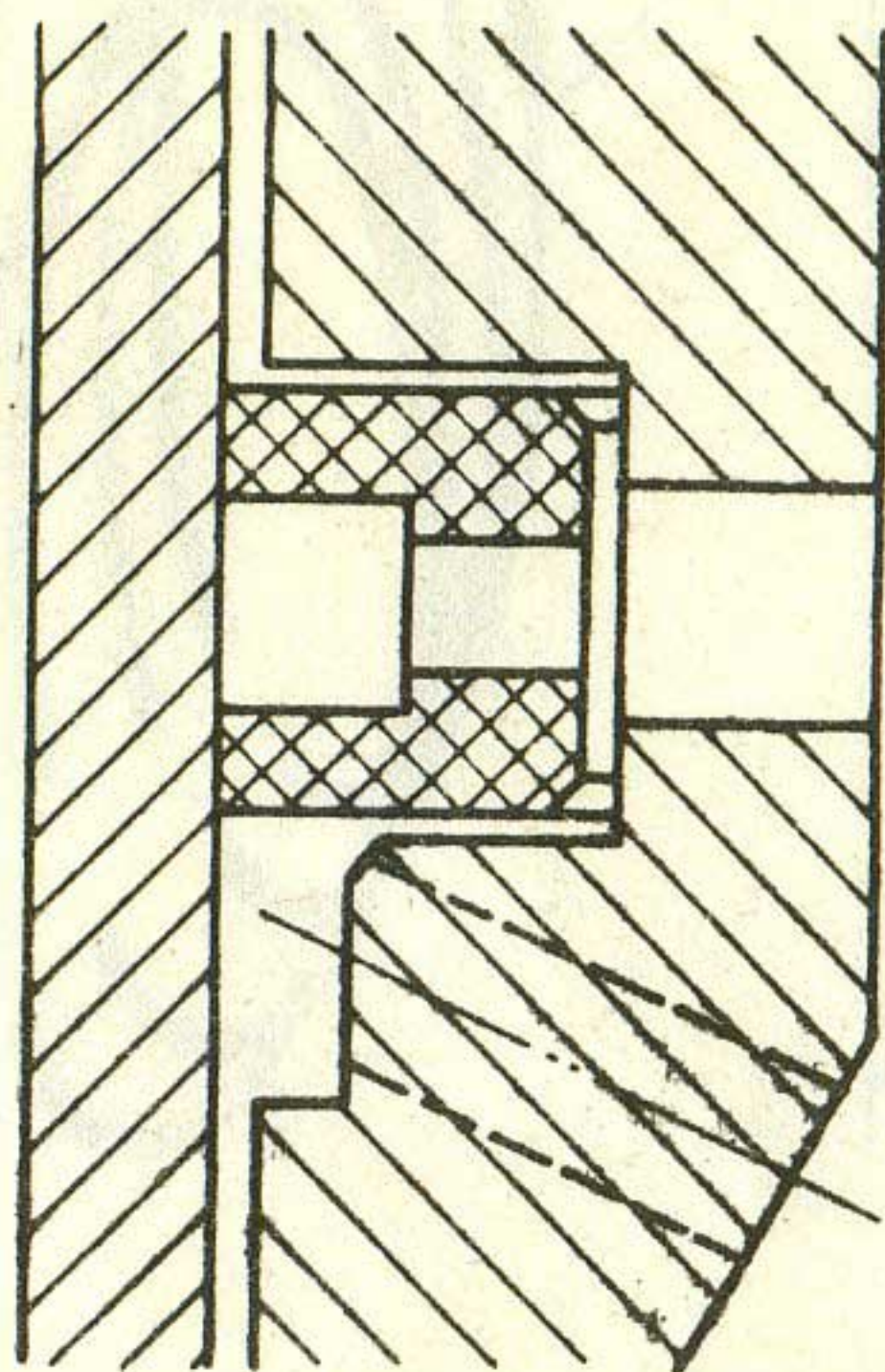
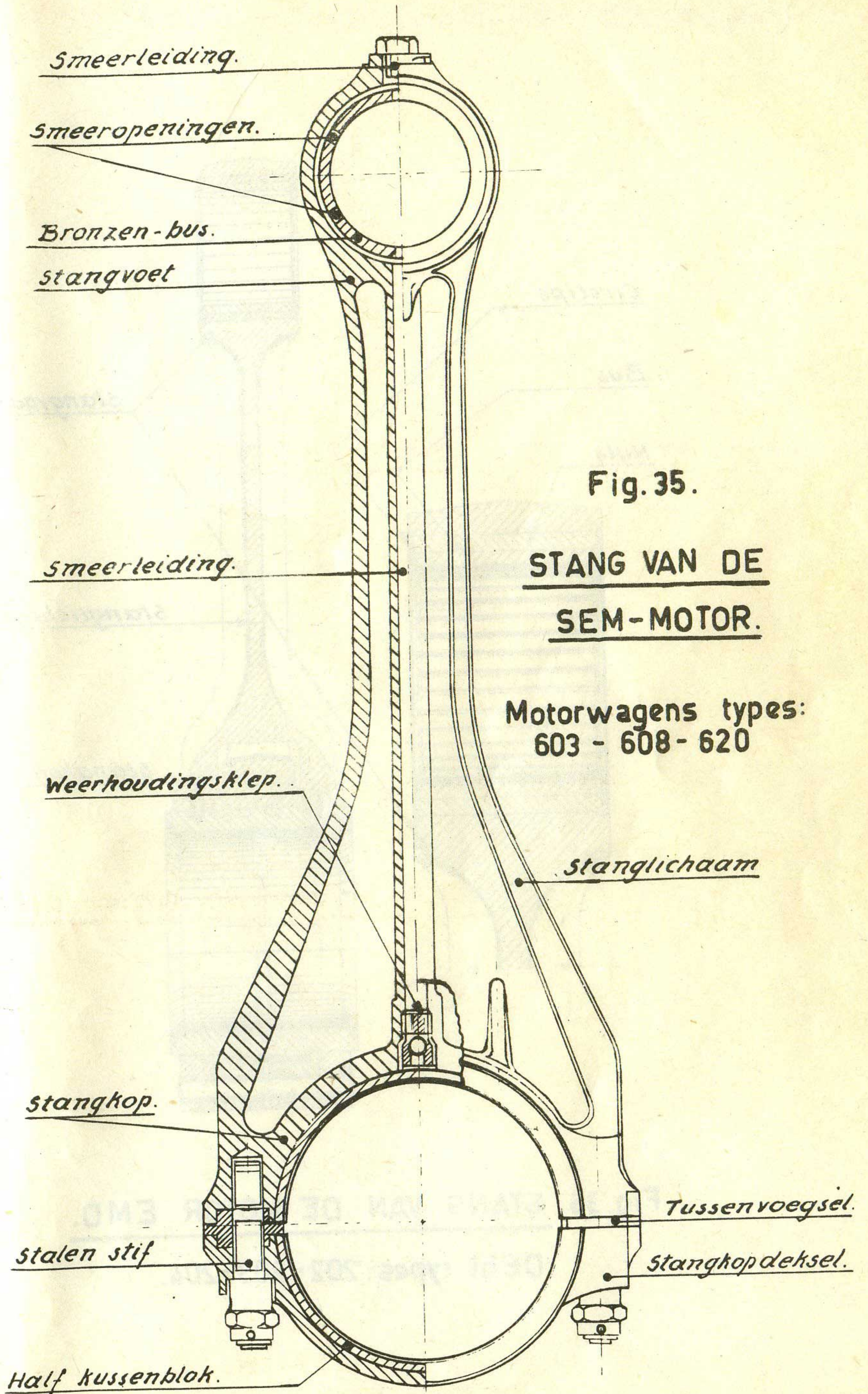


Fig. 34 ter.
SCHRAAPRING (geventileerd type).



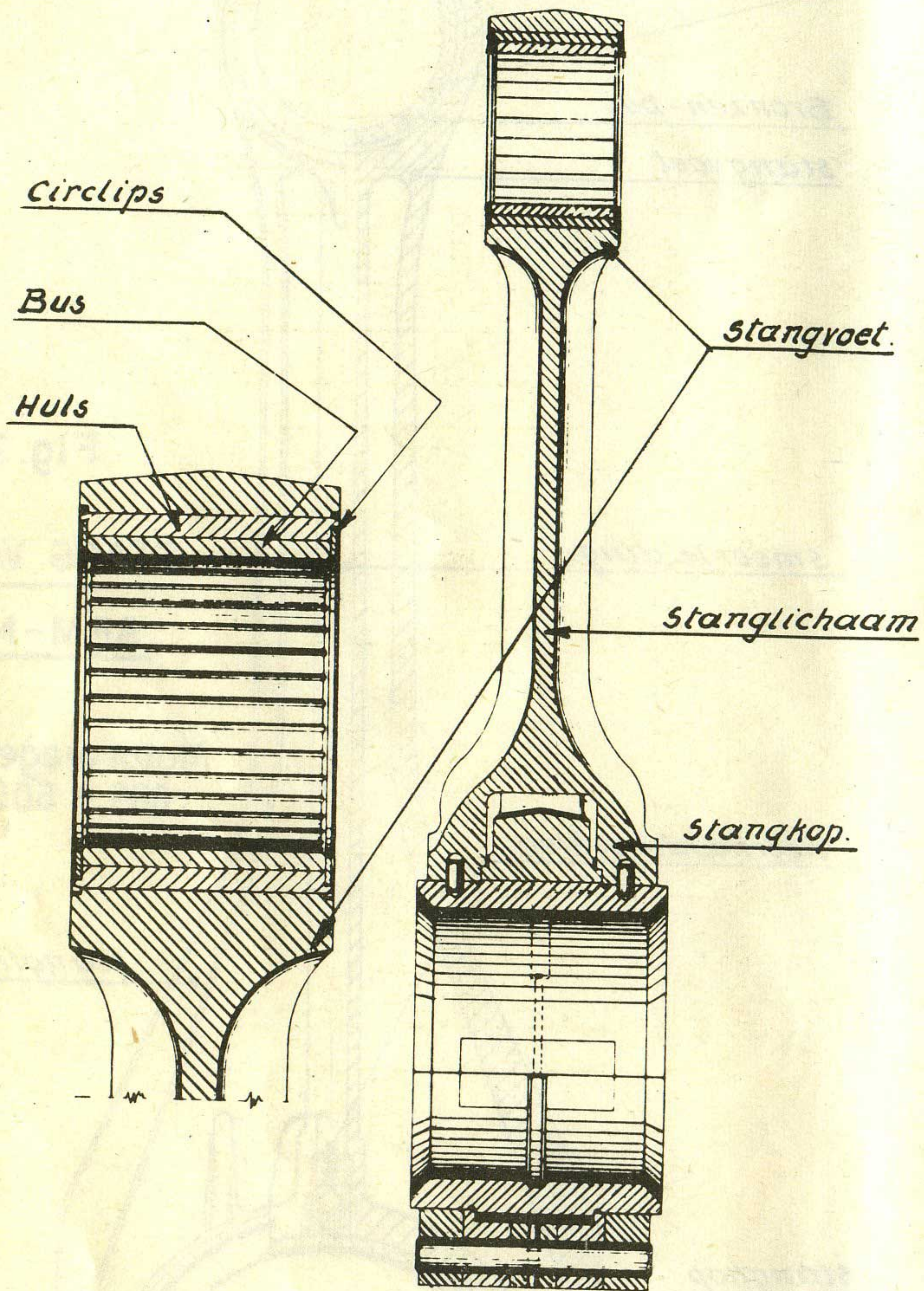


Fig. 36. STANG VAN DE MOTOR EMD.

DE hl. types: 202 - 203 - 204.

Kant trillingsdemper
(voorzijde).

Kant vliegwiel.
(achterzijde).

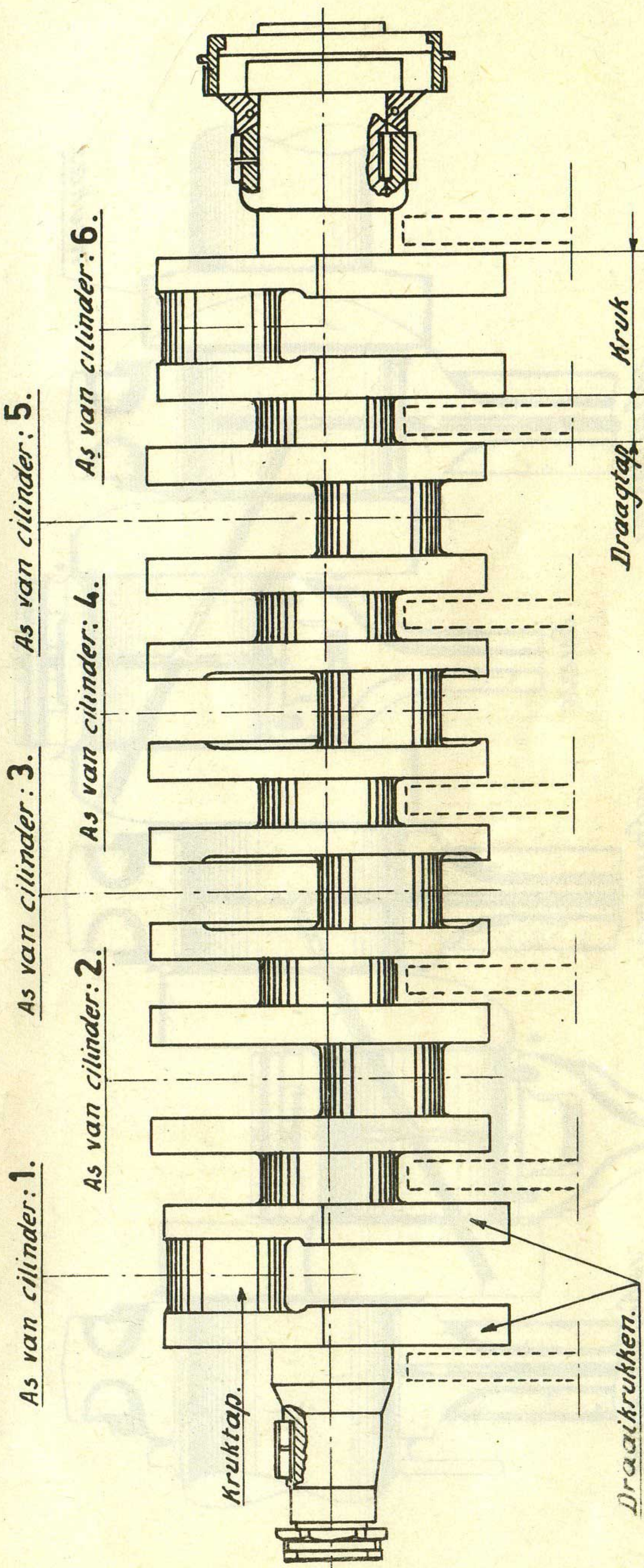


Fig.37. KRUKAS VAN DE SEM - MOTOR.
MET 6 CILINDERS.

Motorwagens type 603.

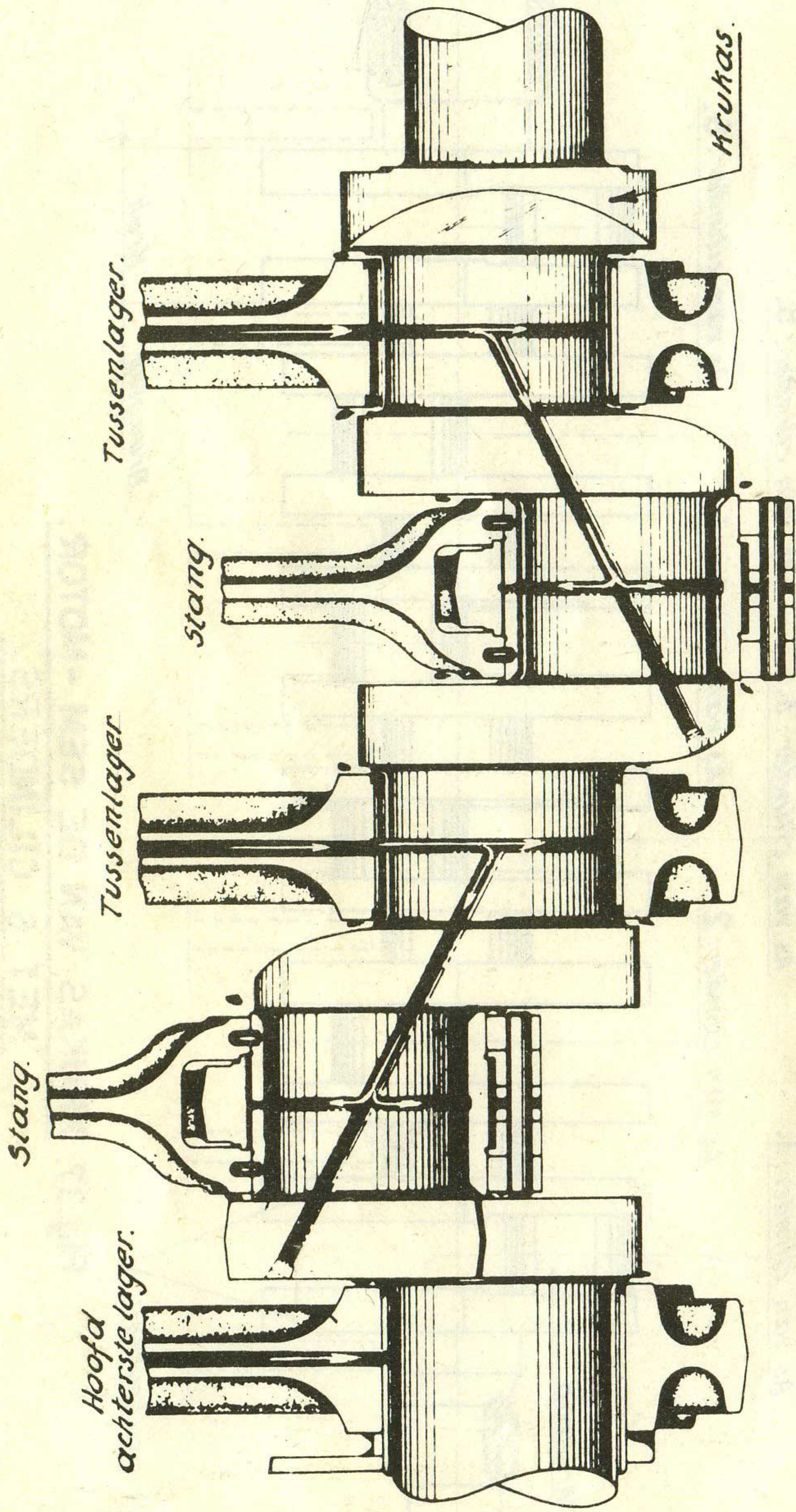


Fig. 38. KRUKAS VAN DE MOTOR EMD.

DE hl. types 202 - 203-204.

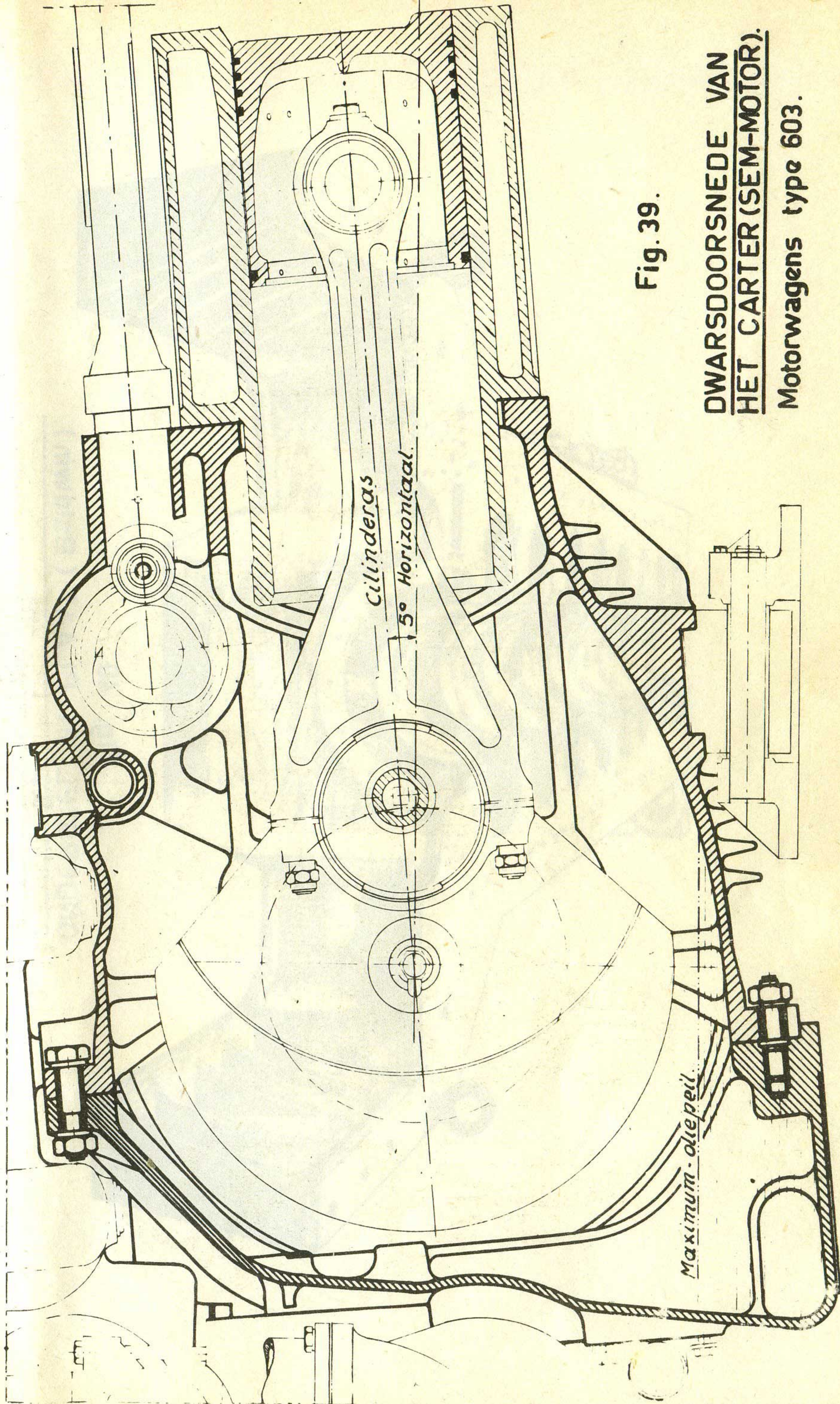


Fig. 39.

DWARSDOORSNEDE VAN
HET CARTER (SEM-MOTOR).
Motorwagens type 603.

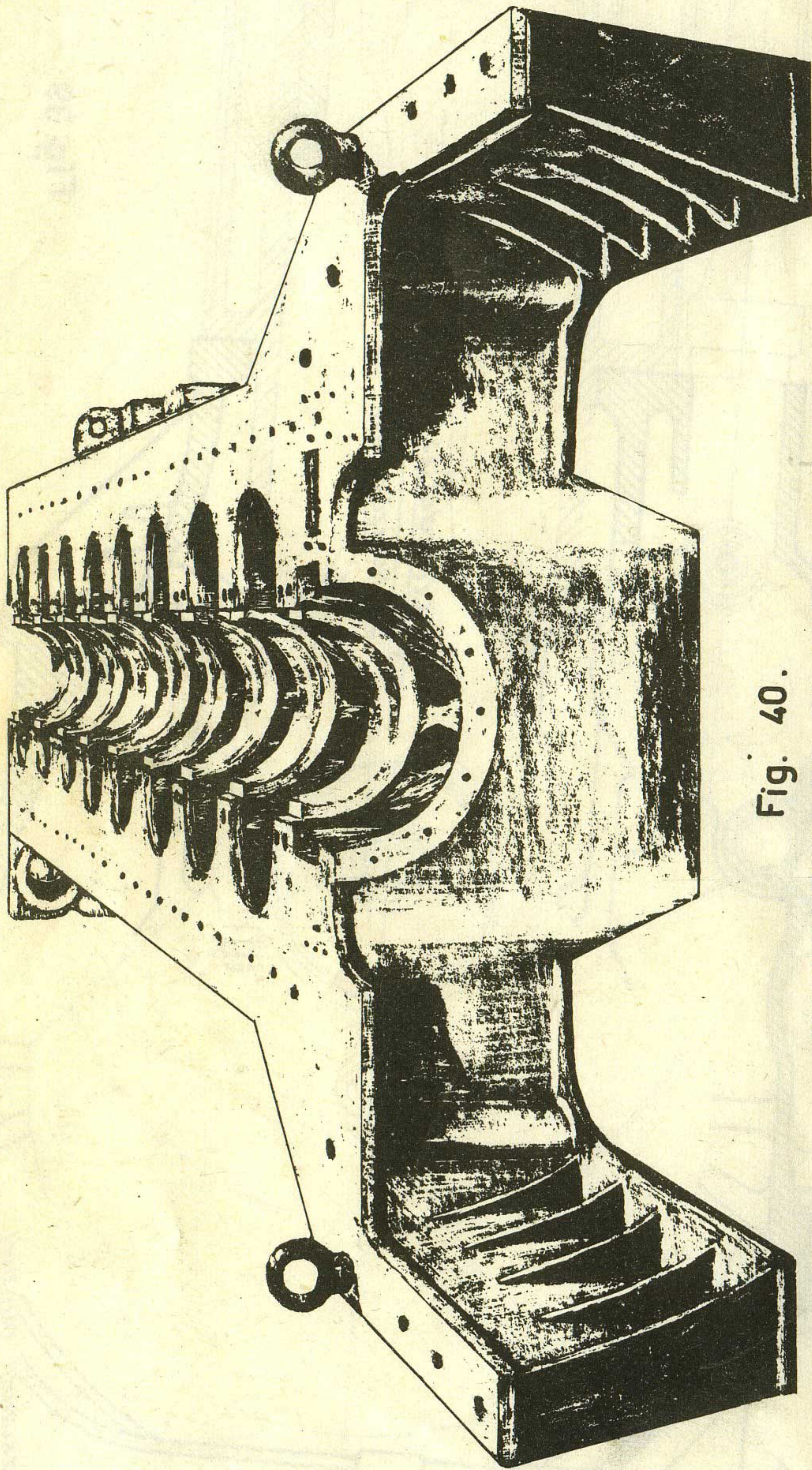


Fig. 40.

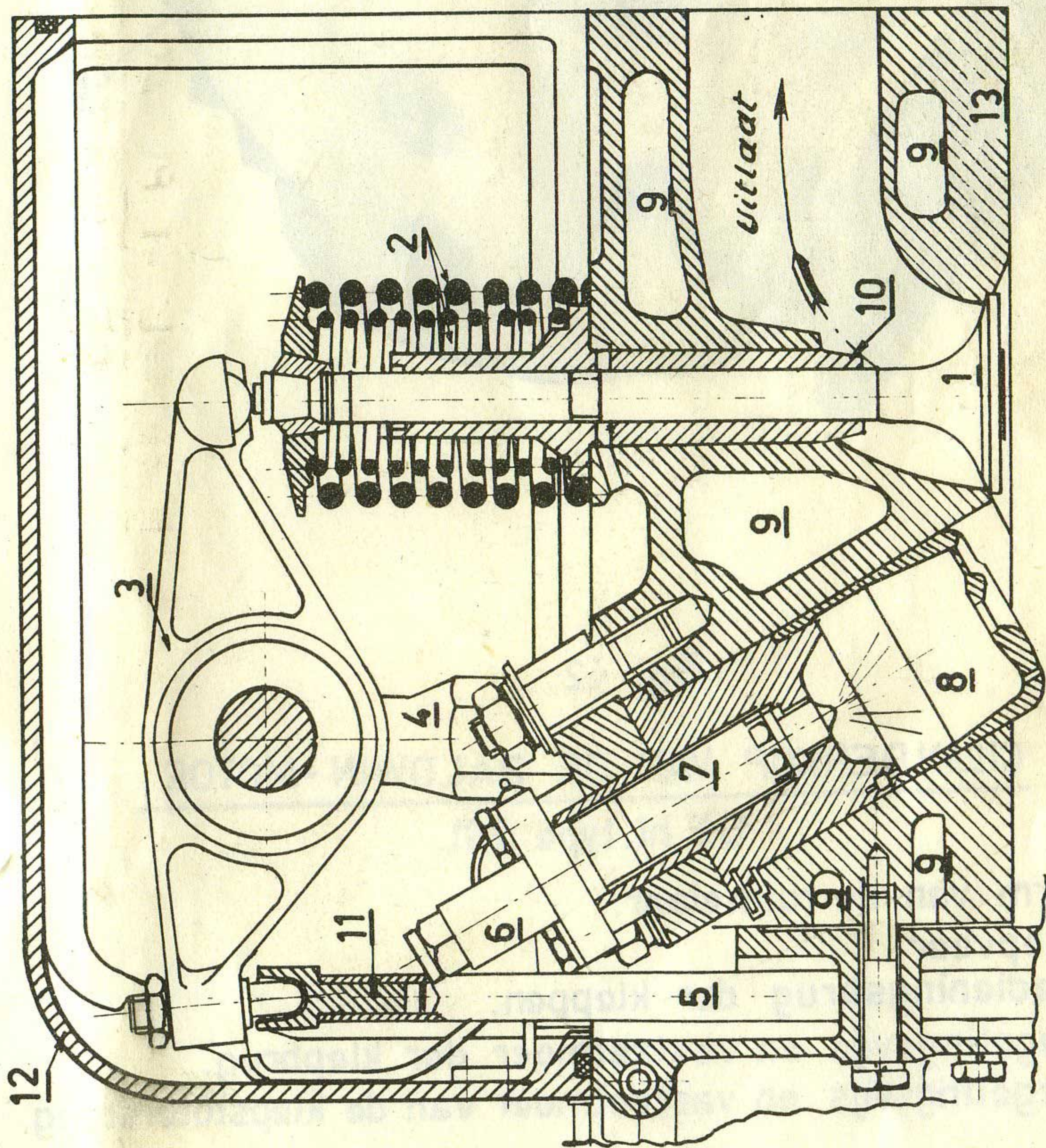
ONDERSTEL IN PLAAT (Baldwin).

DE hl. type: 201.

Fig. 41.

DWARSDOORSNEDE VAN
CILINDERKOP : SEM - MOTOR.

1. Klep.
2. Klepstelveren.
3. Tuimelaar.
4. Draagstuk van de bedieningshefboom.
5. Stootstang.
6. Inspuiterhouder.
7. Inspuiter.
8. Voorverbrandingskamer.
9. Kamer voor waterafkoeling.
10. Klepgeleider.
11. Taatspot.
12. Deksel van de cilinderkop.
13. Cilinderkop.



Motorwagens types: 603-608-620.

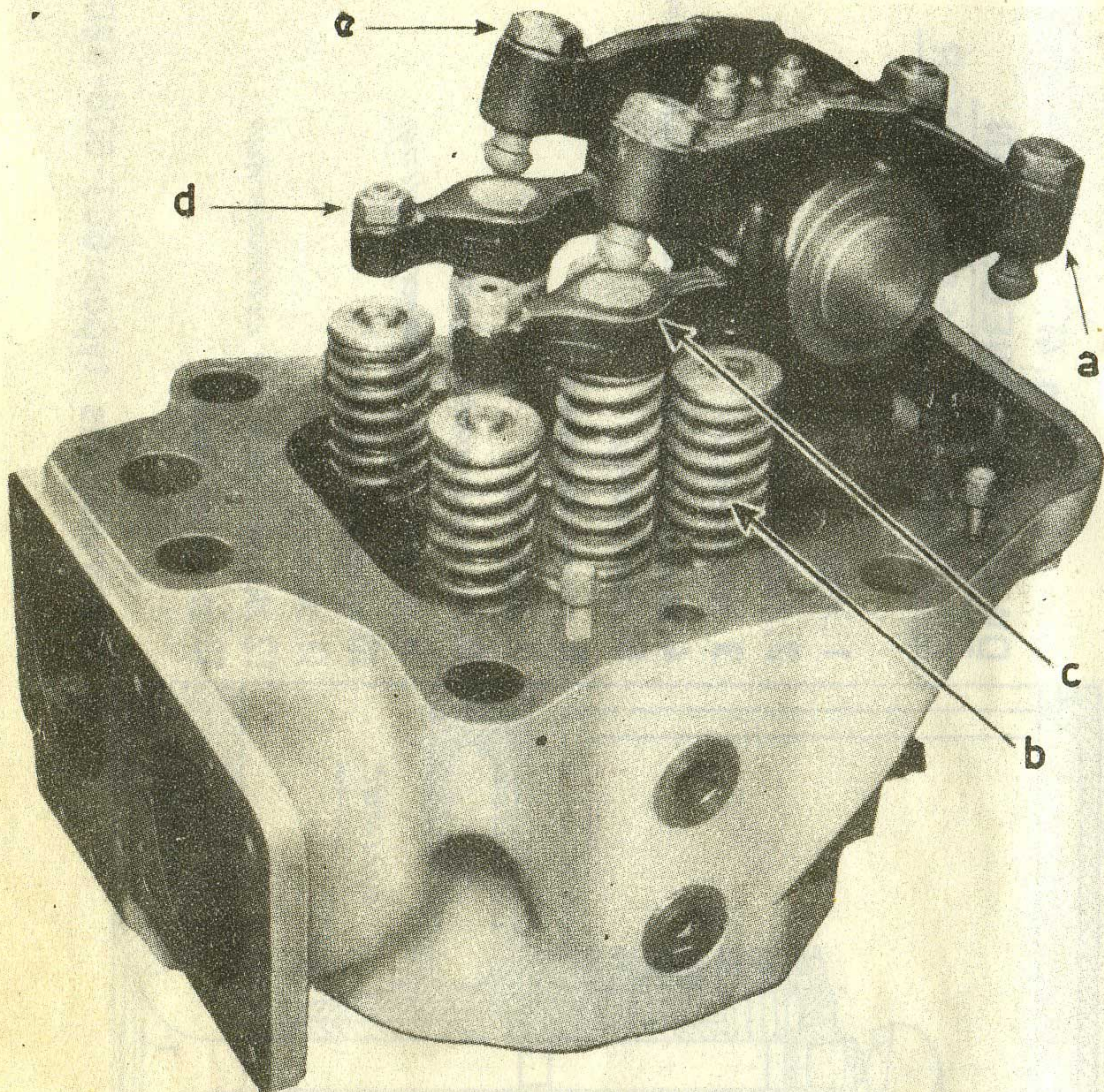


Fig. 42.

CILINDERKOP VAN DE BALDWIN-MOTOR.

DE hl. type 201.

- a. Arm van de tuimelaar.
- b. Klepveer.
- c. Bedieningsbrug der kleppen.
- d. Regelingsvijs en vastzetmoer der klepbrug.
- e. Regelingsvijs en vastzetmoer van de klepstoterstang.

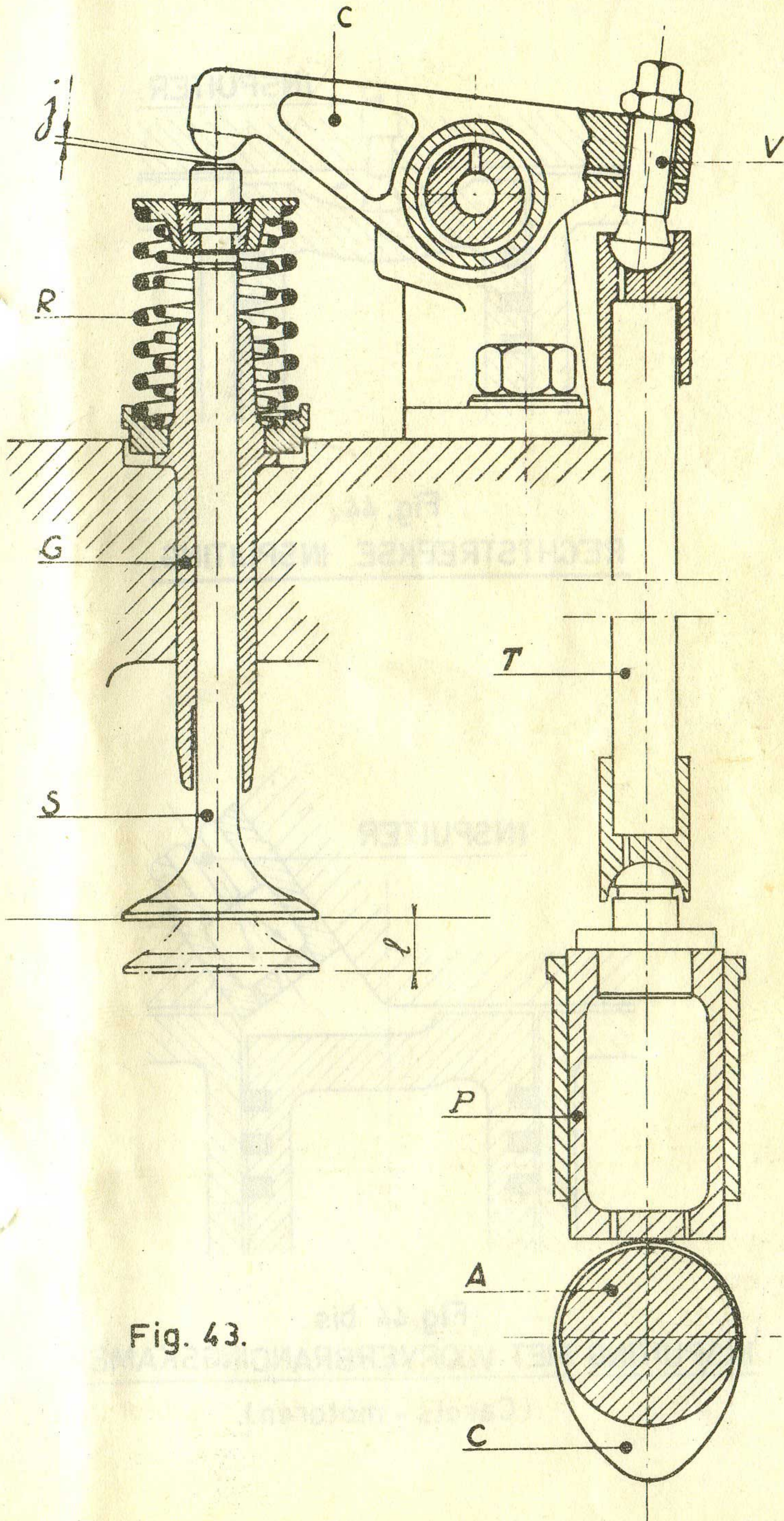


Fig. 43.

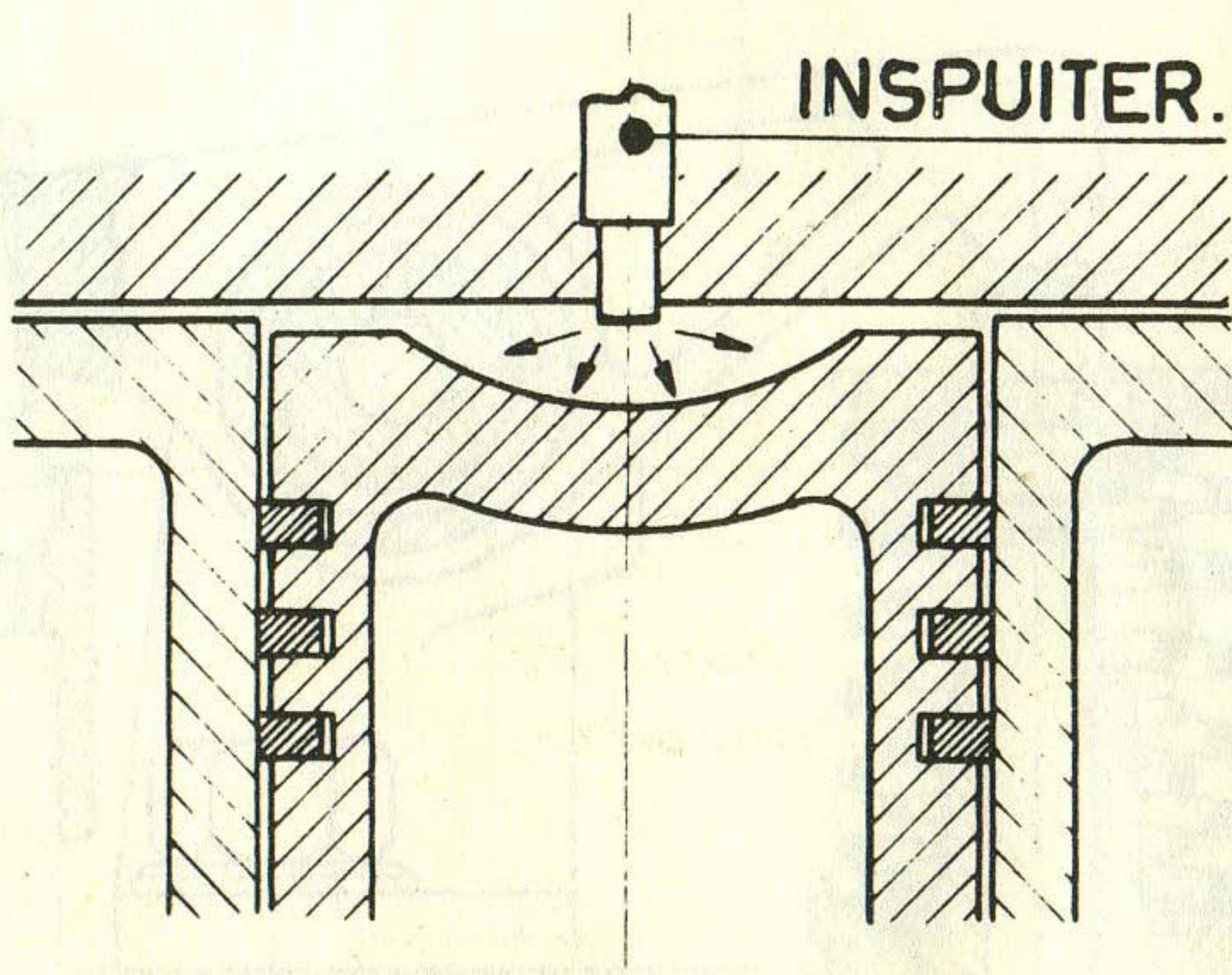


Fig. 44.
RECHTSTREEKSE INSPUITING.

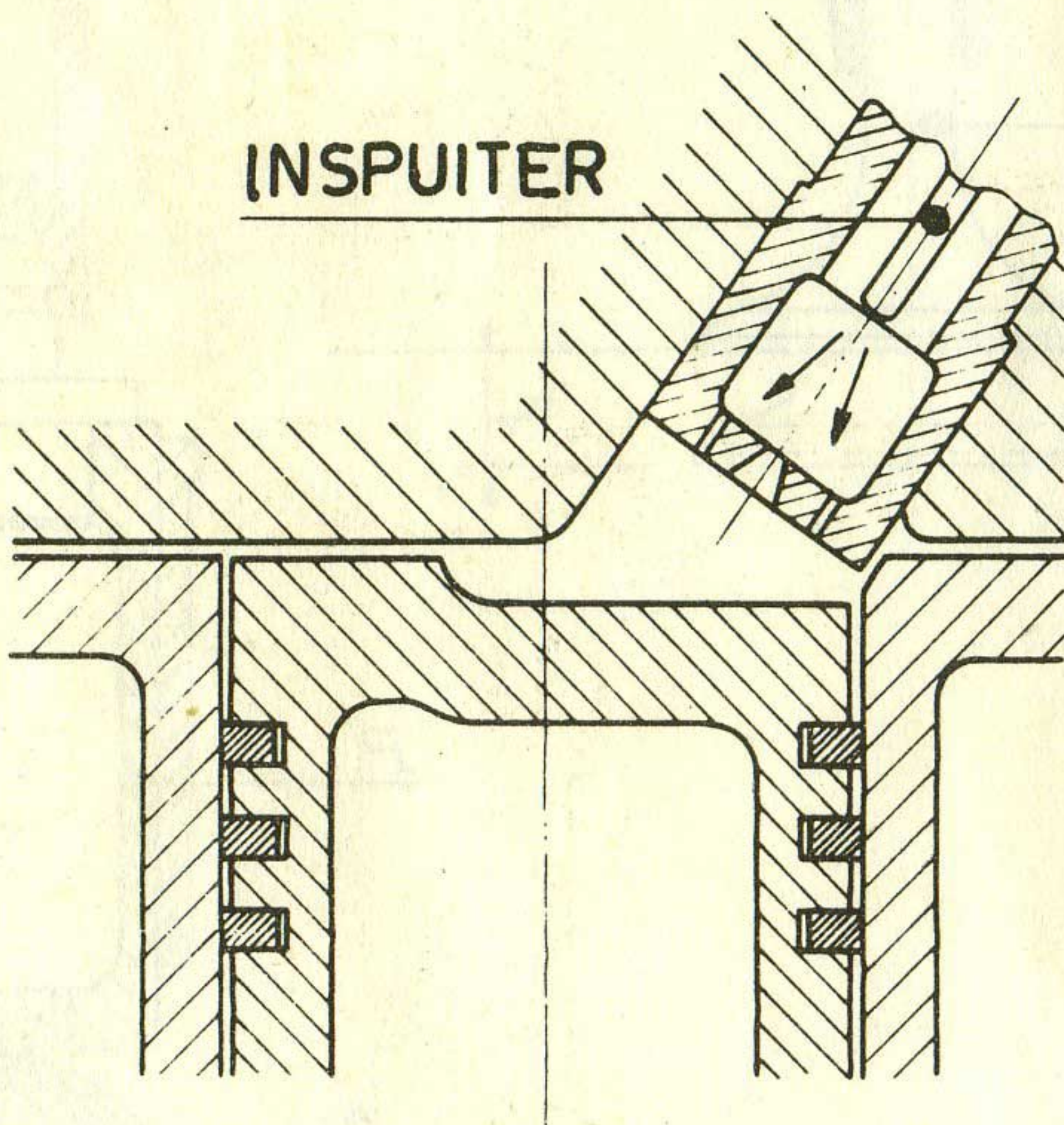


Fig. 44 bis.
INSPUITING MET VOORVERBRANDINGSKAMER.
 (Carels - motoren).

INSPUITPOMP BOSCH.

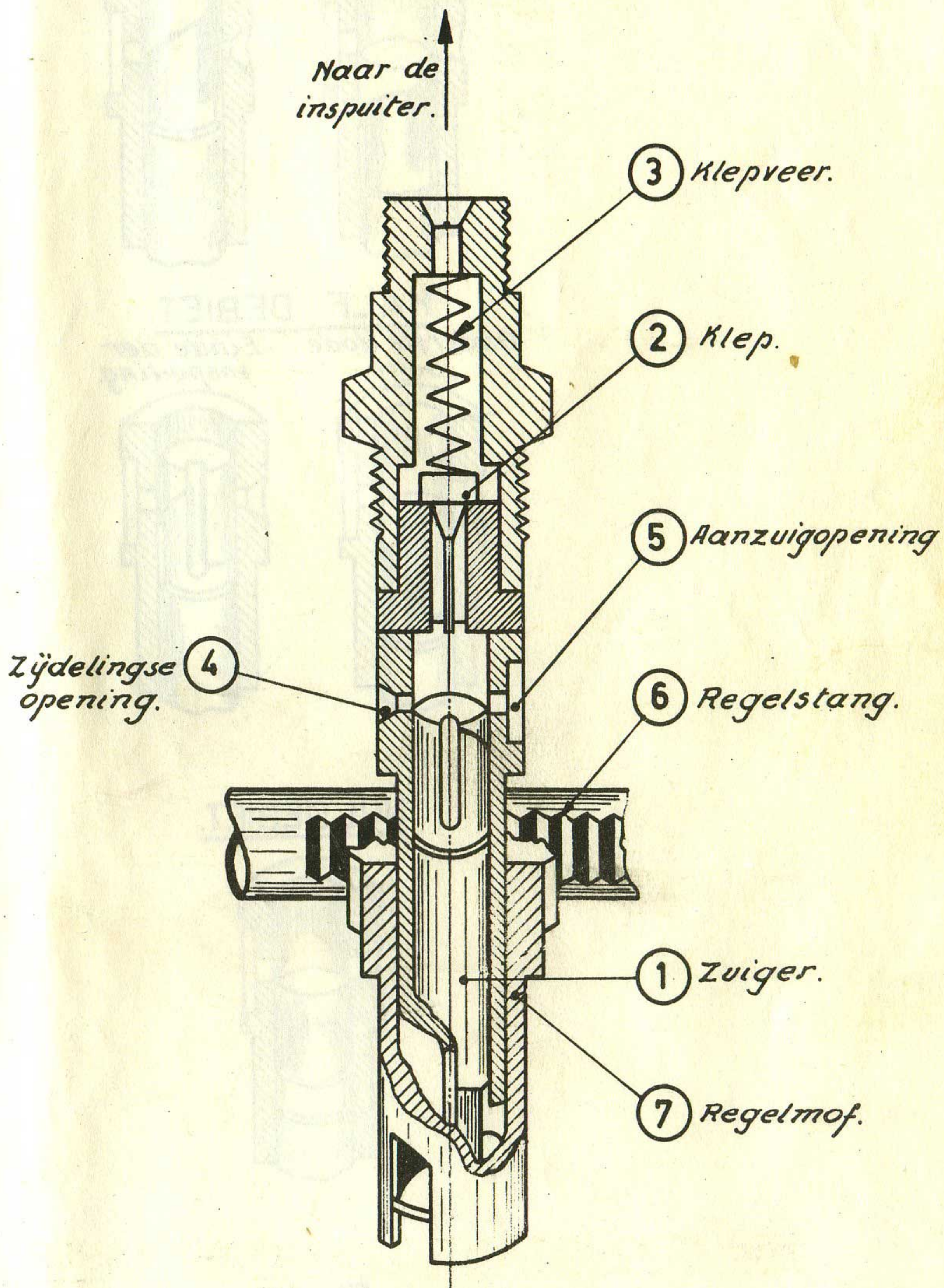
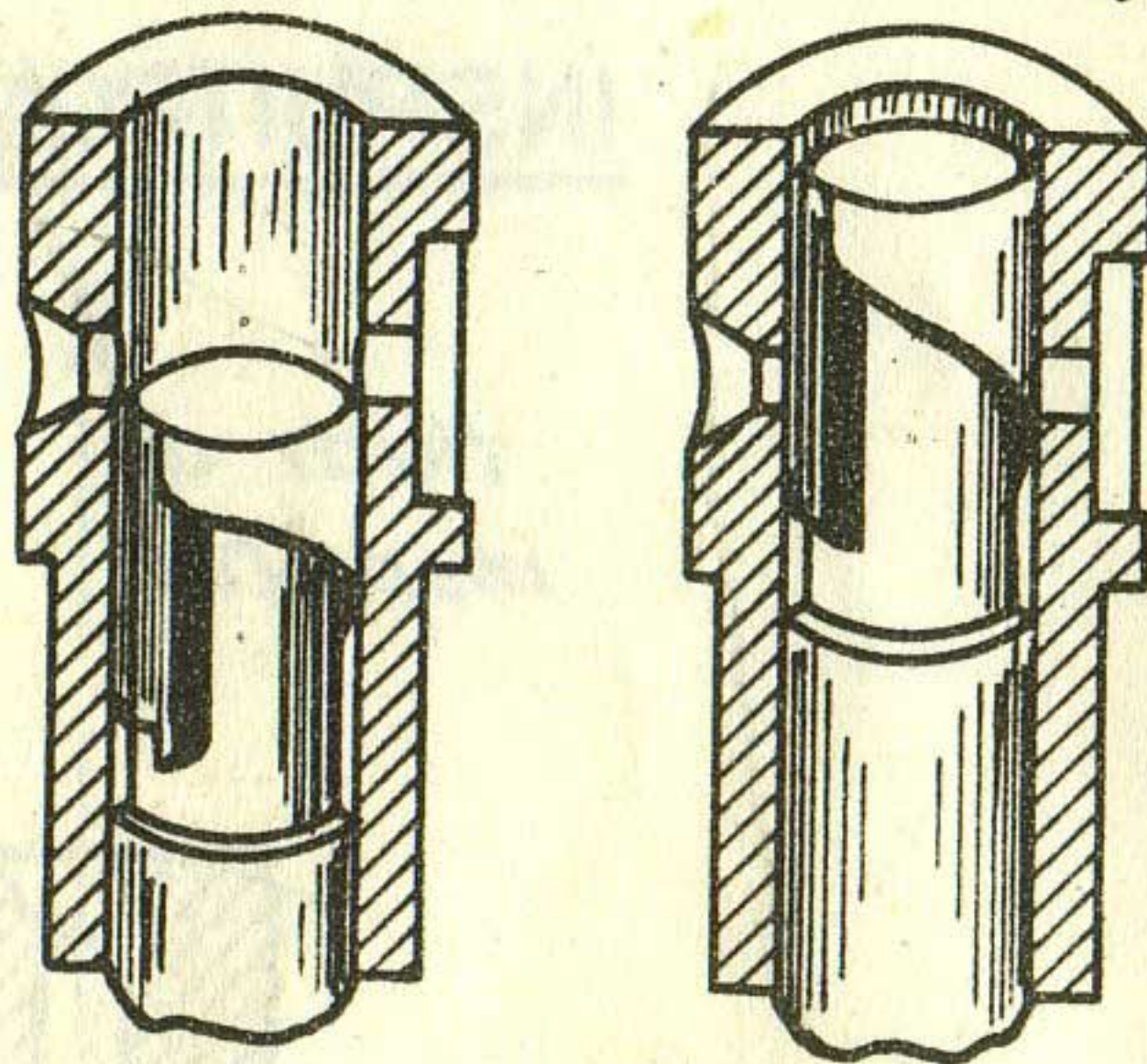


Fig. 45.

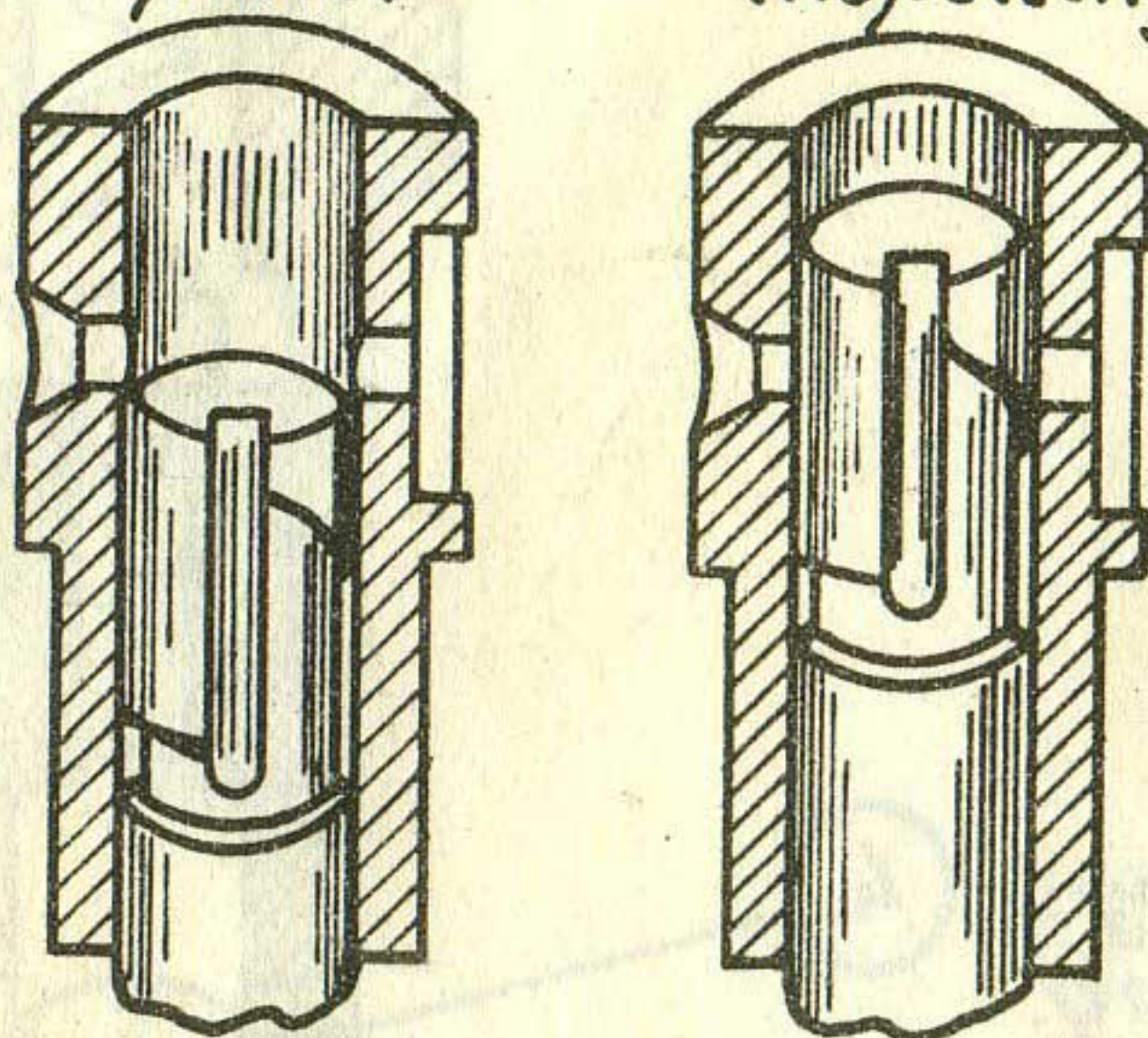
VOL DEBIET.

Onderste dode punt. *Einde der inspuiting.*



HALF DEBIET.

Onderste dode punt. *Einde der inspuiting.*



NUL DEBIET.

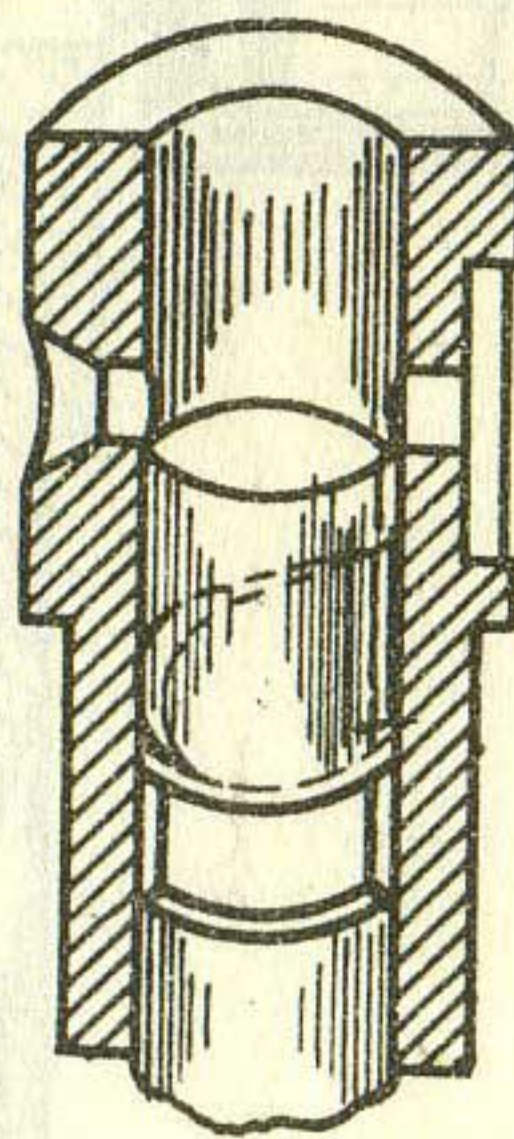


Fig. 46.

INSPUITER BOSCH (Brossel motor).

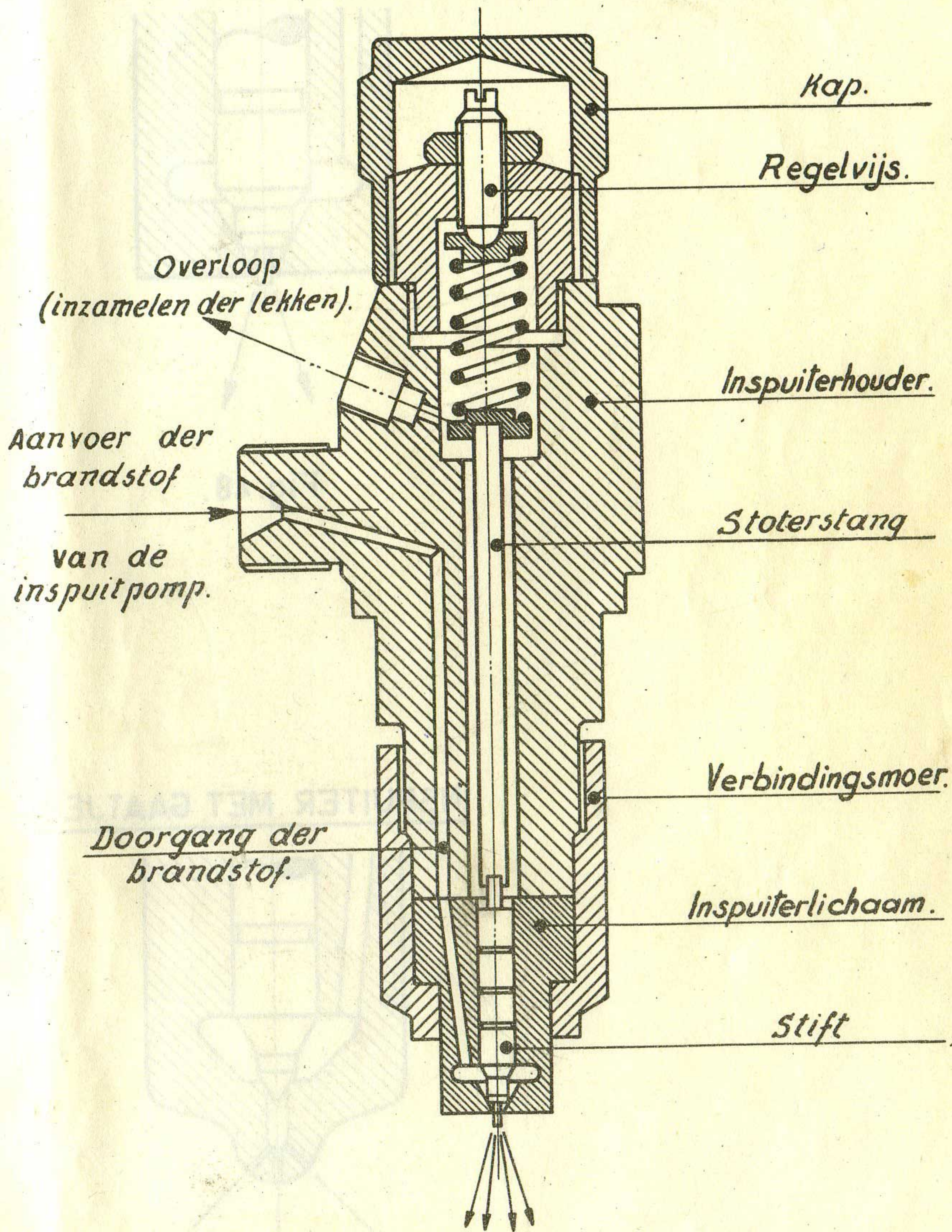


Fig. 47.

INSPUITER MET TAP.

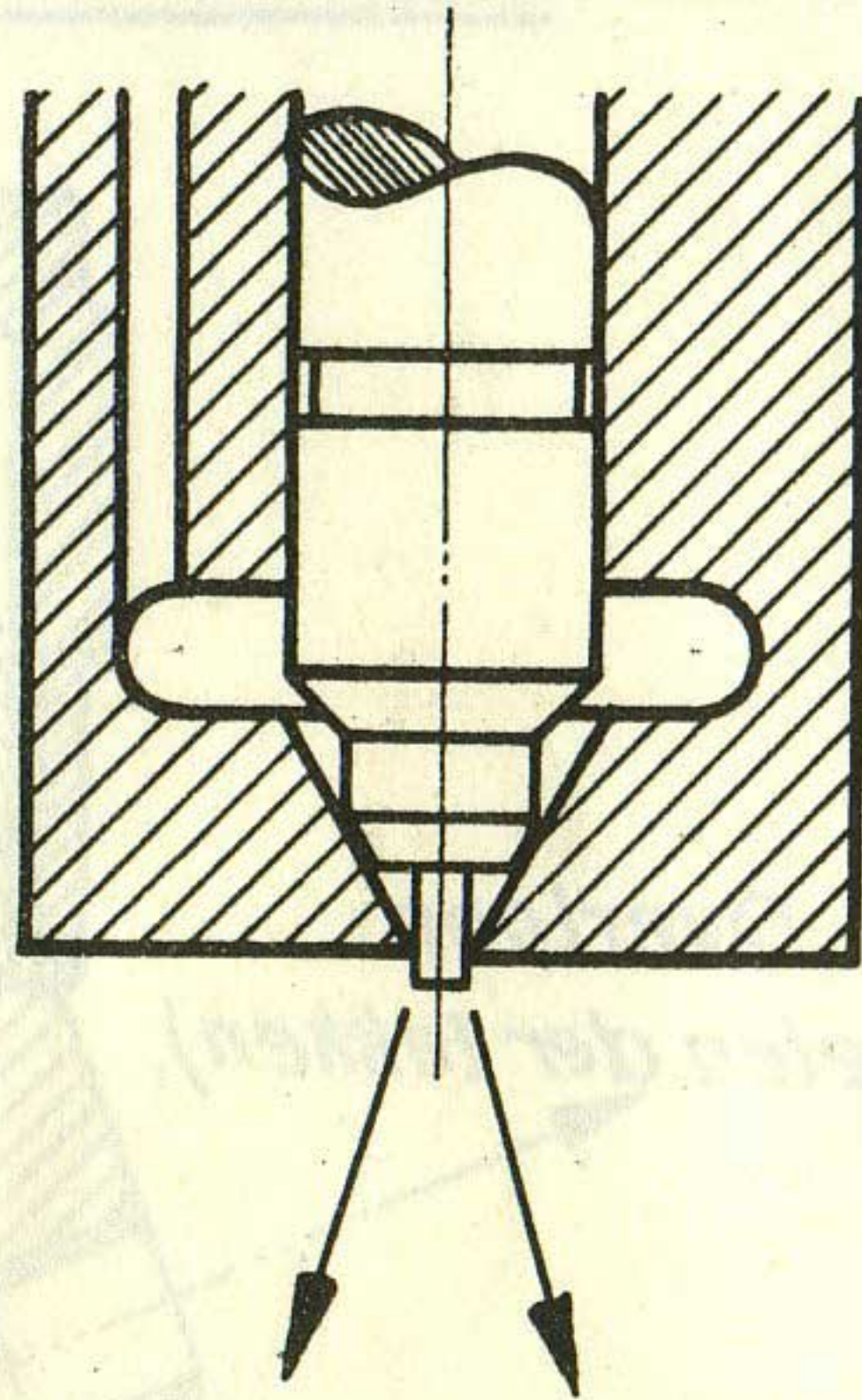


Fig. 48.

INSPUITER MET GAATJES.

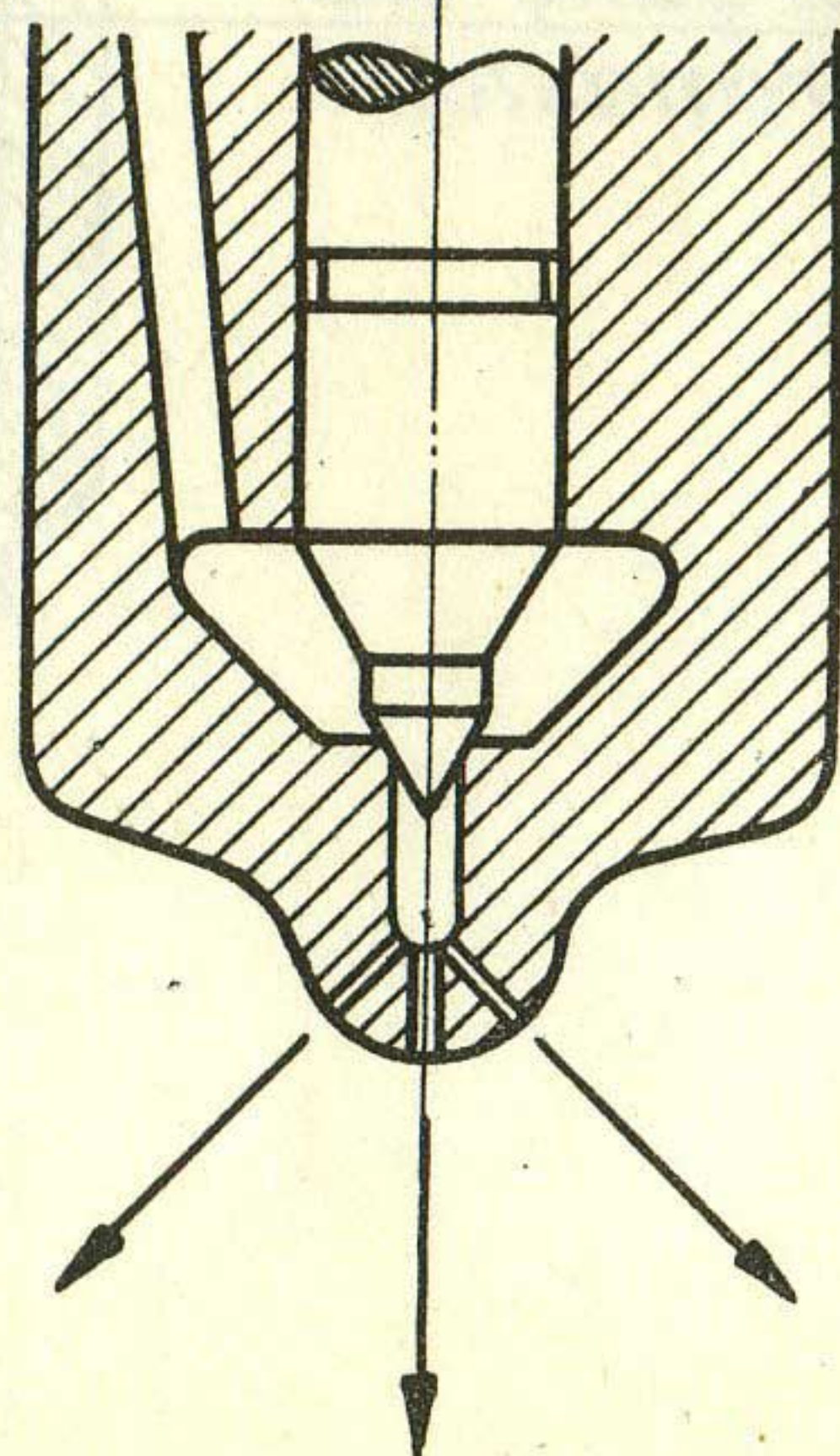


Fig. 49.

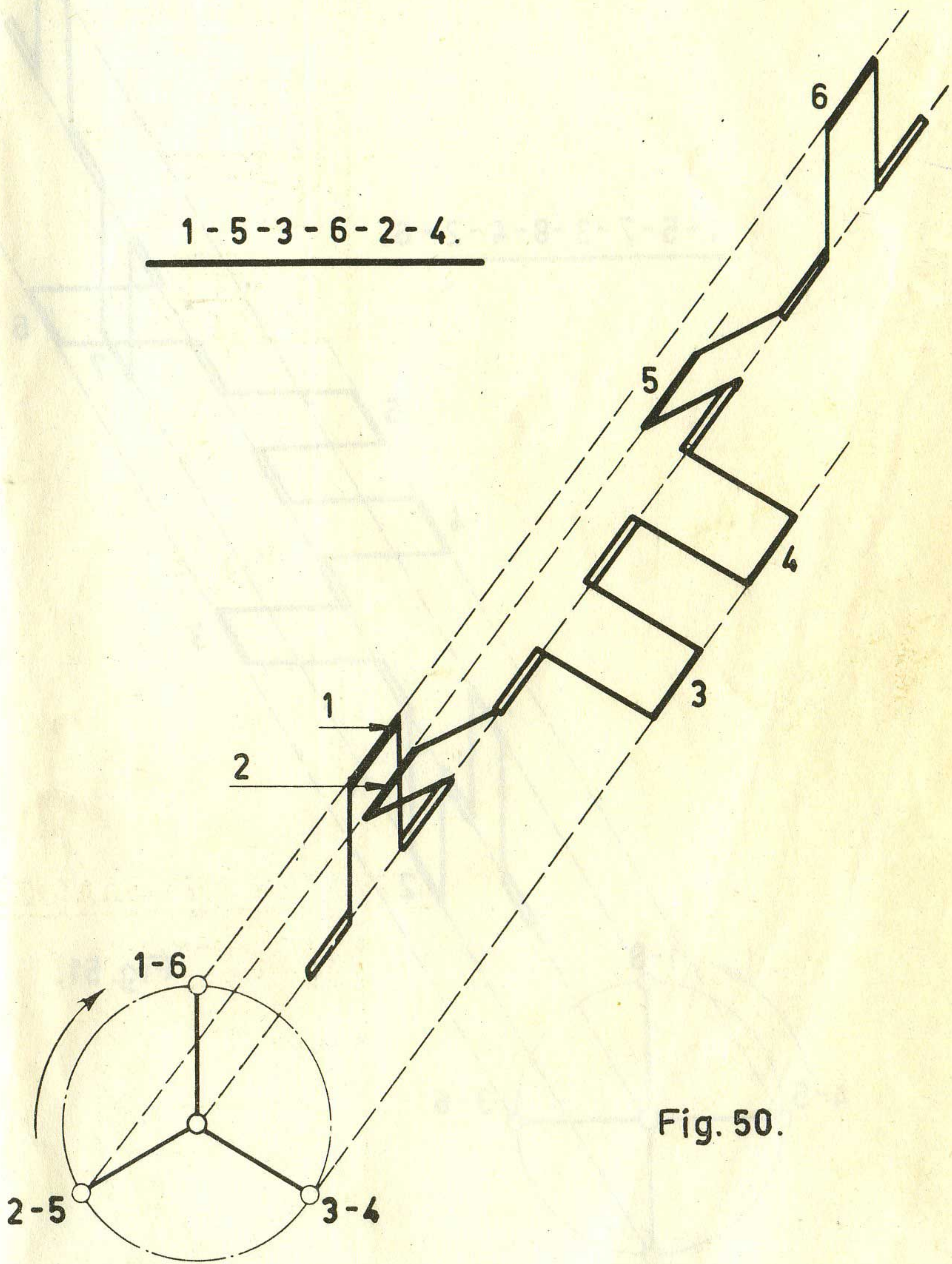
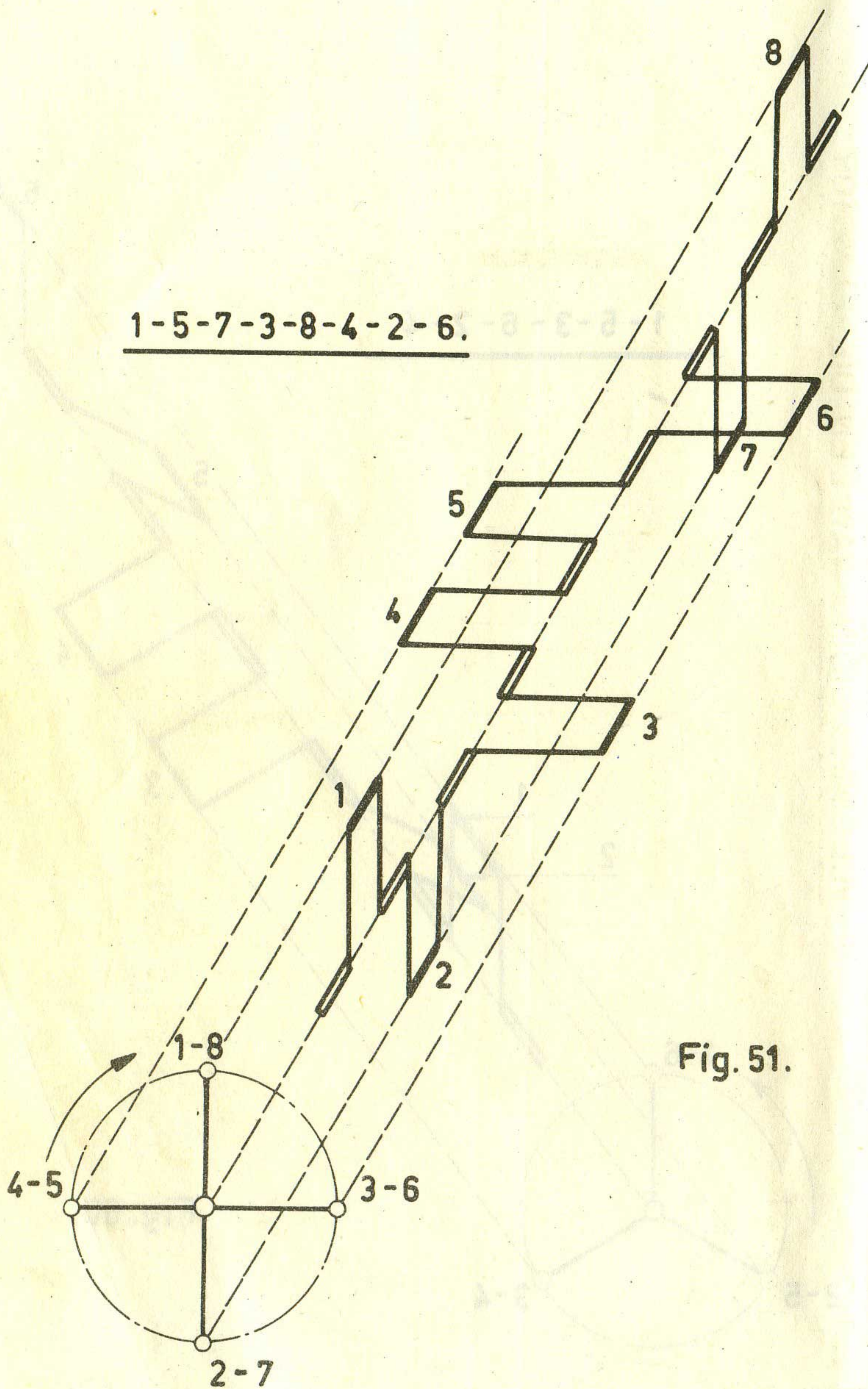


Fig. 50.



VOEDINGSLEIDING VAN EEN DIESELMOTOR.

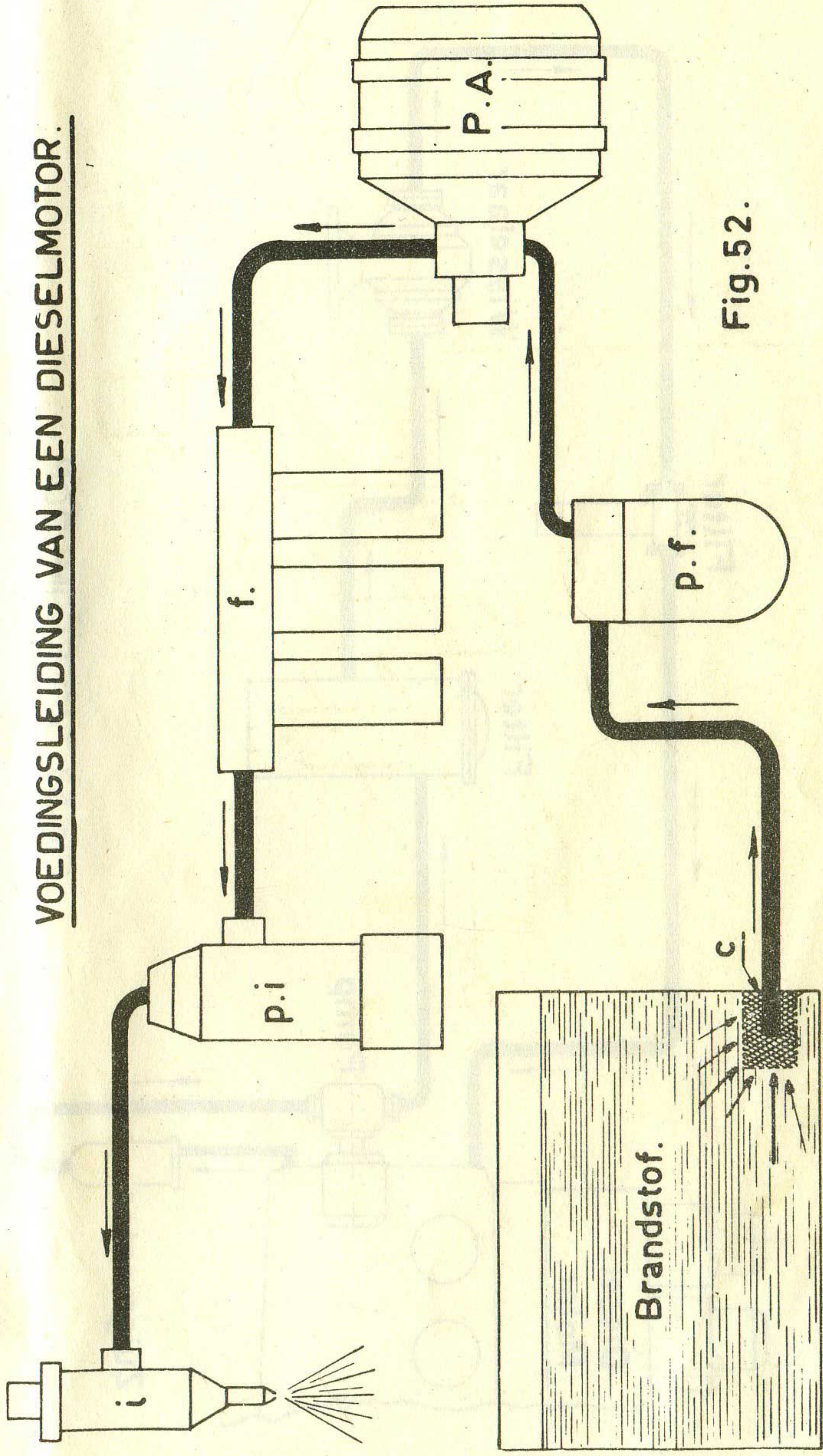


Fig.52.

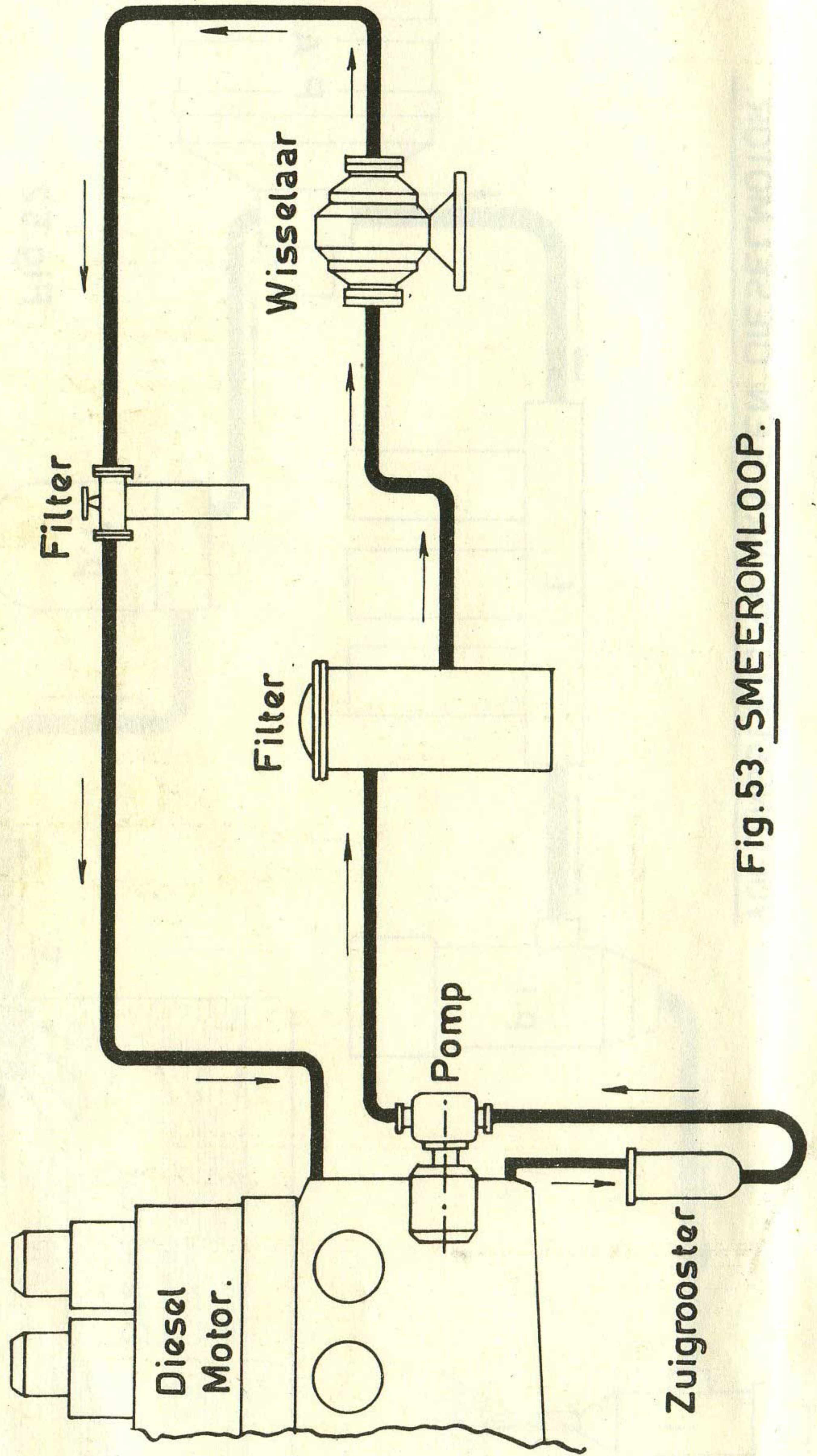


Fig. 53. SMEEROMLOOP.

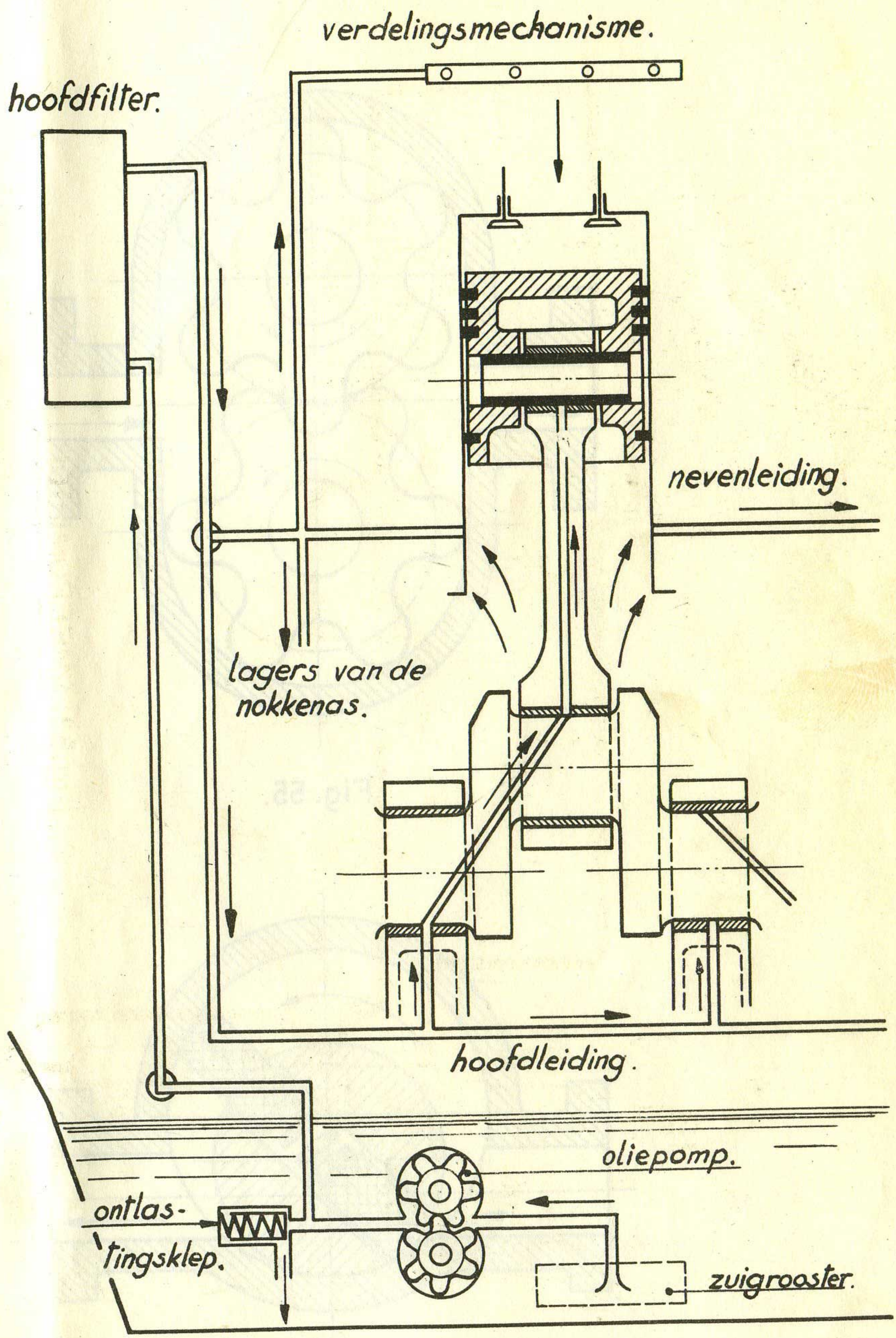


Fig. 54.

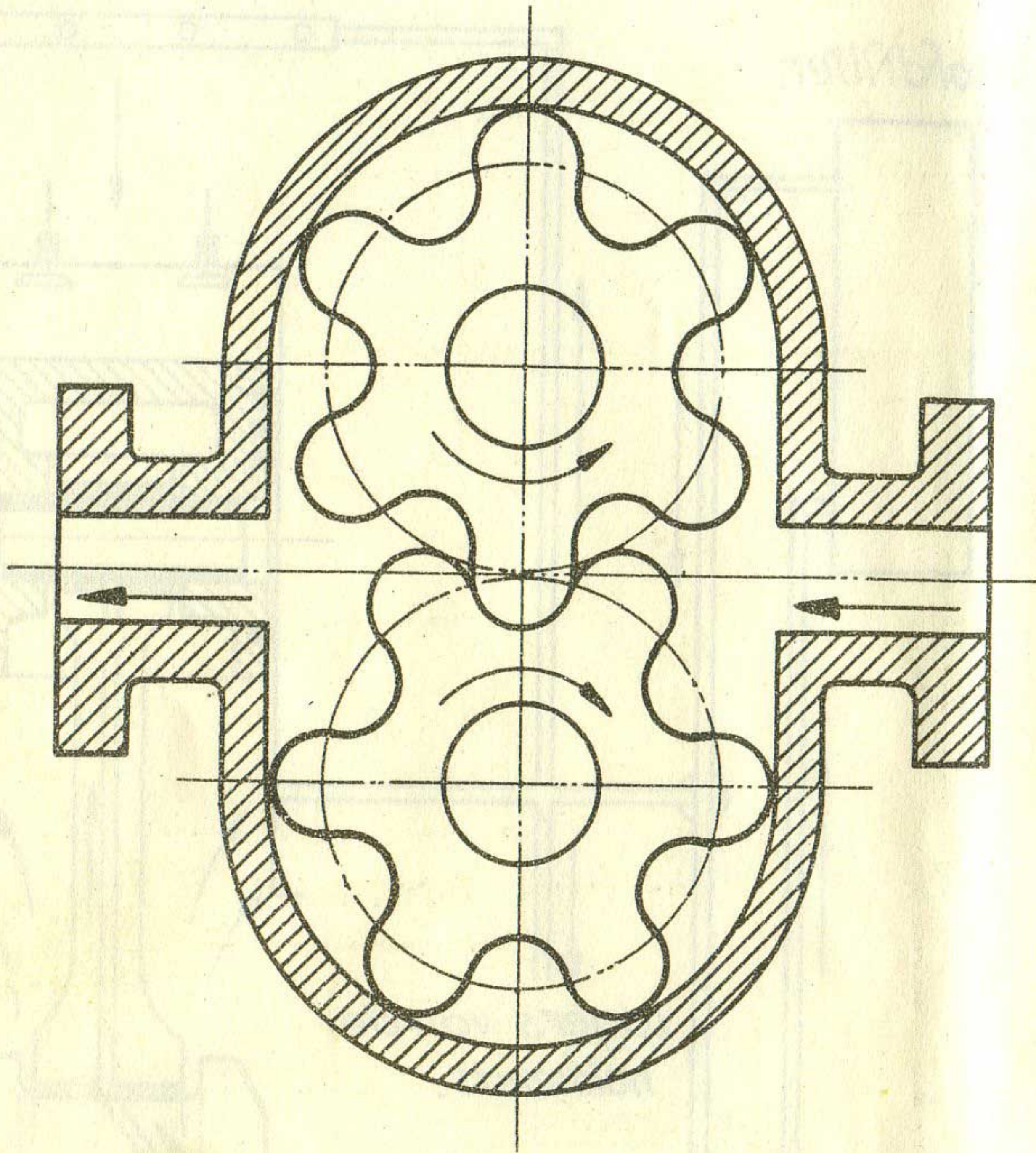


Fig. 55.

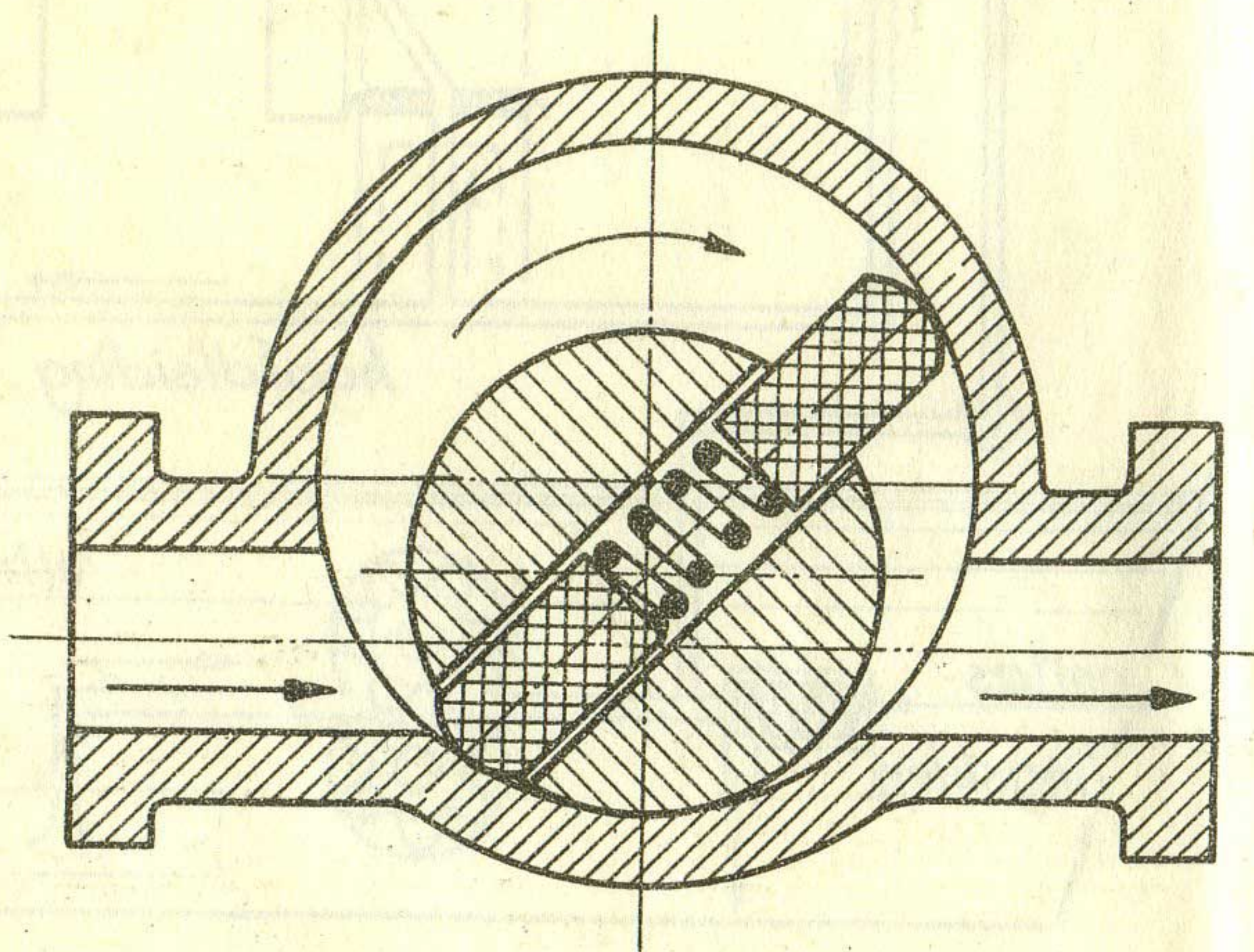


Fig. 56.

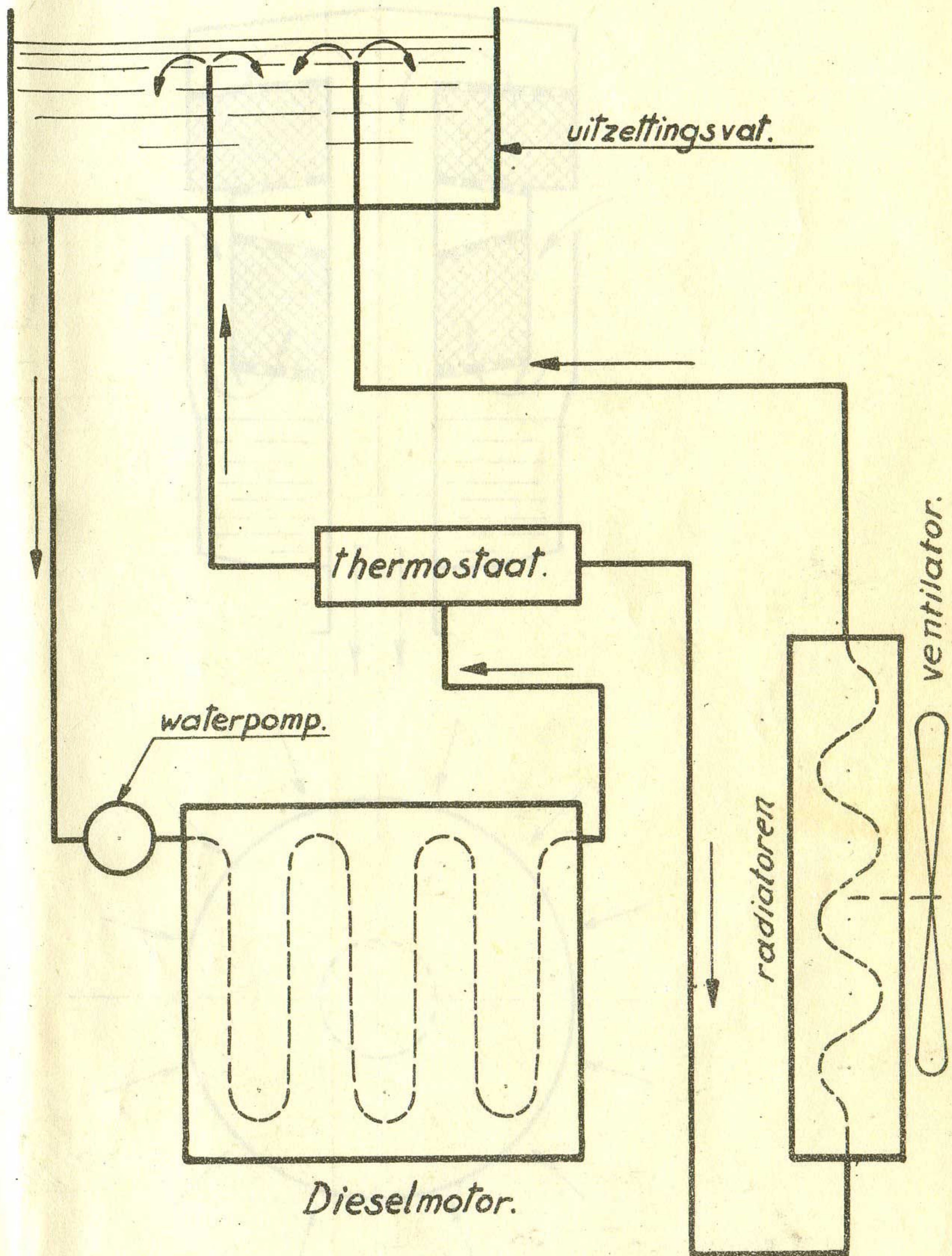


Fig57. SCHEMA VAN AFKOELING BIJ MIDDEL
VAN WATEROMLOOP MET BY - PASS
THERMOSTAAT.

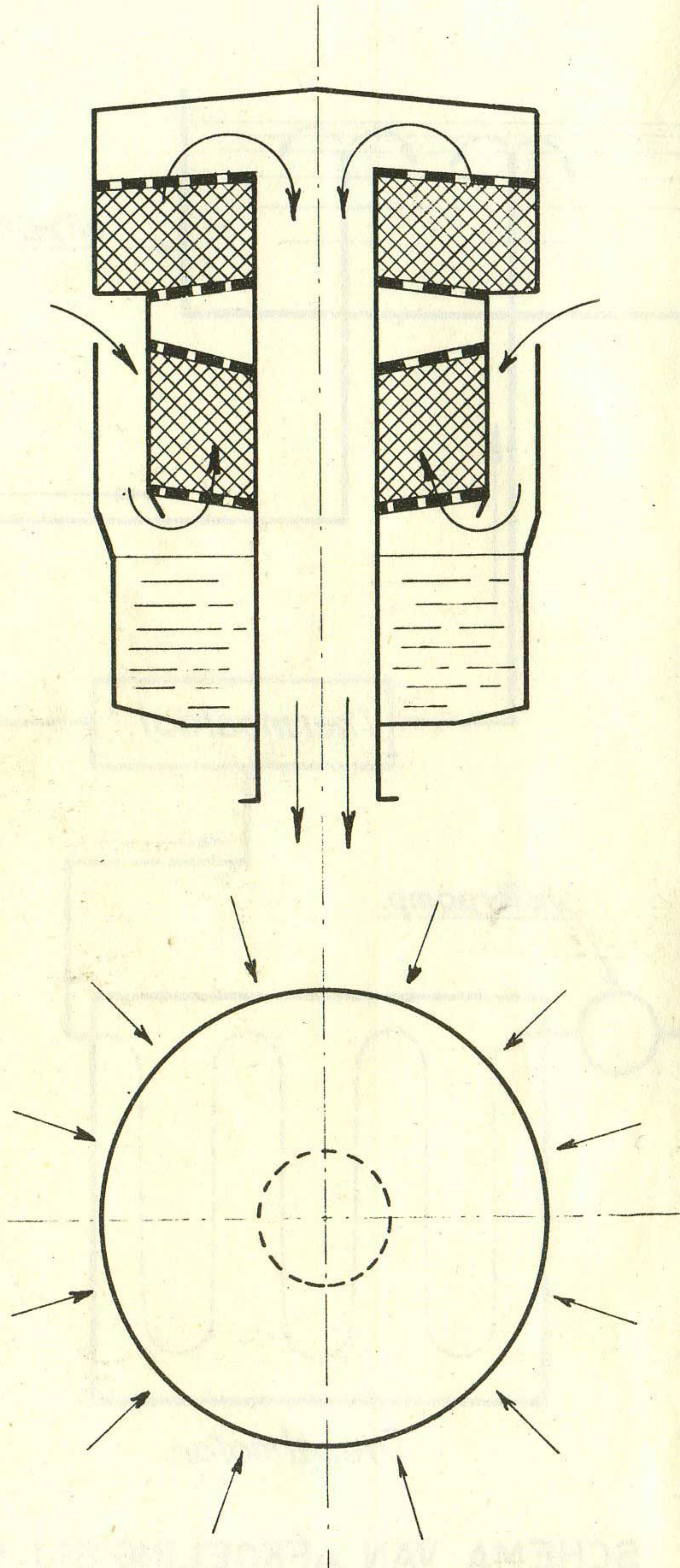


Fig. 58.

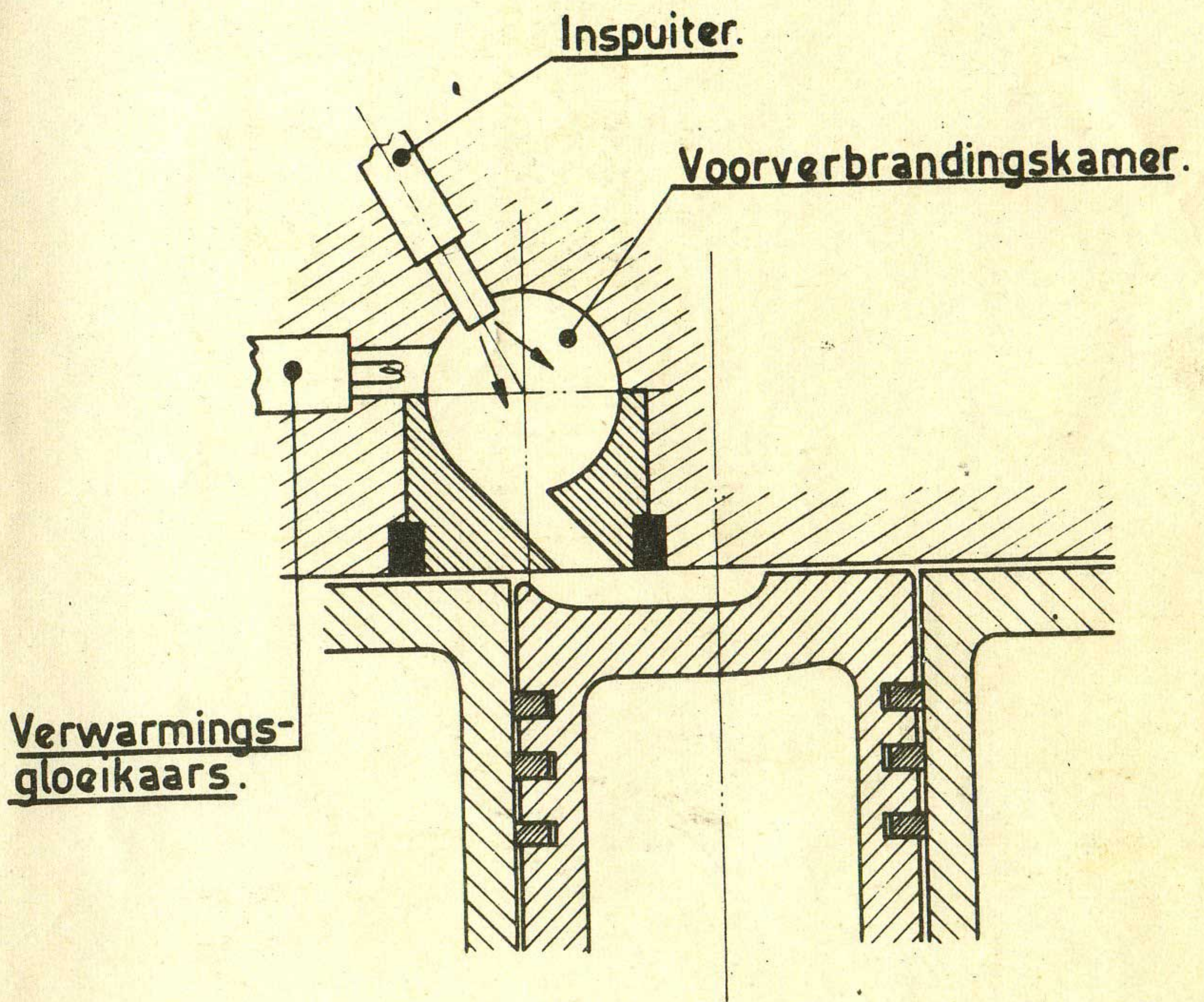


Fig. 59.

