

SCHIP EN WERF

14-DAAGS TIJDSCHRIFT, GEWIJD AAN SCHEEPSBOUW, SCHEEPVAART EN HAVENBELANGEN

ORGAAN VAN

DE VEREENIGING VAN TECHNICI OP SCHEEPVAARTGEBIED
DE CENTRALE BOND VAN SCHEEPSBOUWMEESTERS IN NEDERLAND
HET INSTITUUT VOOR SCHEEPVAART EN LUCHTVAART
HET NEDERLANDSCH SCHEEPSBOUWKUNDIG PROEFSTATION

IN „SCHIP EN WERF” IS OPGENOMEN HET MAANDBLAD „DE TECHNISCHE KRONIEK”

REDACTIE:

Ir J. W. HEIL w. i., Prof. dr ir W. P. A. VAN LAMMEREN,
ir G. DE ROOIJ s. i., Prof. ir L. TROOST en G. ZANEN

Redactie-adres:

Heemraadssingel 194, Rotterdam, Telefoon 52200

ERE-COMITÉ:

A. F. BRONSING, Oud-Directeur der N.V. Stoomvaart-Maatschappij „Nederland”, Amsterdam; N. W. CONIJN, Directeur Werf „Gusco” Firma A. F. Smulders, Schiedam; ir M. H. DAMME, Directeur der N.V. Werkspoor, Amsterdam; ir M. EIKELBOOM, Oud-Directeur Van Nievelt, Goudriaan & Co's Stoomvaart Mij., Rotterdam; J. W. B. EVERTS, Lid van de Raad van Bestuur der Koninklijke Paketvaart Maatschappij, Amsterdam; P. GOEDKOOP Dzn., Directeur Nederlandsche Dok- en Scheepsbouw-Maatschappij (v.o.f.), Amsterdam; M. C. KONING, Lid van de Raad van Bestuur der Kon. Paketvaart Mij., Amsterdam; Prof. ir B. C. KROON, Hoogleraar aan de Technische Hoogeschool; W. H. DE MONCHY, Directeur der Holland-Amerika Lijn, Rotterdam; C. POT, Oud-Directeur der N.V. Electrotechn. Industrie v/h W. Smit & Co., Slikkerveer; F. G. STORK, Directeur der N.V. Kon. Machinefabriek Gebr. Stork & Co., Hengelo; W. VAN DER VORM, Directeur der N.V. Scheepvaart & Steenkolen Maatschappij, Rotterdam; ir H. C. WESSELING, Commissaris der N.V. Koninklijke Maatschappij „De Schelde”, Vlissingen; S. VAN WEST, Directeur der N.V. Dok- en Werf-Maatschappij „Wilton-Fijenoord”, Schiedam.

Jaar-Abonnement (bij vooruitbetaling) f 16,—, buiten Nederland f 20,—, losse nummers f 1,—

UITGEVERS: WYT-ROTTERDAM

Telefoon 35250 (6 lijnen), Telex 21403, Postrekening 58458, Pieter de Hoochweg 111

Redactie-adres: Heemraadssingel 194, Rotterdam, Telefoon 52200

MEDEWERKERS:

J. BAKKER, ir V. BARAKOVSKY, ir L. W. BAST, ir W. VAN BEELEN, Prof. dr ir C. B. BIEZENO, W. VAN DER BORN, Prof. dr ir W. F. BRANDSMA, ir A. H. TEN BROEK, ir B. E. CANKRIEN, P. F. DE DECKER, ir C. A. P. DELLAERT, L. F. DERT, J. P. DRIESSEN, G. FIGEE, ir W. GERRITSEN, TH. VAN DER GRAAF, J. F. GUGELOT, F. C. HAANEBRINK, P. INTVELD, Prof. ir H. E. JAEGER, ir J. JANSZEN, ir M. C. DE JONG, ir C. KAPSENBERG, J. VAN KERSEN, Prof. dr ir J. J. KOCH, ir H. J. KOOY Jr, ir W. KROPHOLLER, ir W. H. KRUYFF, Prof. ir A. J. TER LINDEN, ir G. J. LYKLAMA à NIJEHOLT, dr ir W. M. MEIJER, ir J. C. MILBORN, J. J. MOERKERK, ir A. J. MOLLINGER, dr ir W. J. MULLER, A. A. NAGELKERKE, Ing. L. VAN OUWERKERK J.M.zn., ir J. S. PEL, J. C. PEEK, ir K. VAN DER POLS, B. POT, mr dr ir A. W. QUINT, ir W. H. C. E. RÖSINGH, ir J. ROTGANS, ir D. T. RUYSS, C. J. RIJNEKE, ir W. P. G. SARIS, ir R. F. SCHELTEMA DE HEERE, ir A. M. SCHIPPERS, dr P. SCHOENMAKER, ir R. SMID, ir H. C. SNETHLAGE, Ing. C. A. TETTELAAR, Prof. ir E. J. F. THIERENS, ir J. W. VAN DER VALK, C. VERMEY, C. VEROLME, ir J. VERSCHOOR, Ing. E. VLIIG, A. H. H. VOETELINK, IJ. L. DE VRIES, J. W. WILLEMSSEN, ir J. H. WILTON, mr J. WITKOP, Prof. ir C. M. VAN WIJNGAARDEN, ir A. H. IJSSELMUIDEN.

EENENTWINTIGSTE JAARGANG

Overnemen van artikelen enz. is zonder toestemming van de uitgevers verboden

21 MEI 1954 — No. 11

EEN NIEUW TYPE STORK TWEETACT SCHEEPSDIESELMOTOR MET GELIJKSTROOMSPOELING EN DRUKVULLING

Voordracht, gehouden voor de afdeling „Rotterdam” van de Vereniging van Technici op Scheepvaartgebied op 18 Februari 1954, door de heer E. A. van der Molen, chef constructeur van de afdeling dieselmotoren van de Koninklijke Machinefabriek Gebr. Stork & Co. N.V. te Hengelo (O.)

(Vervolg van pag. 284)

Met de nieuwe motor werden eerst proeven gedaan zonder drukvulling. Hiermede werden gunstige resultaten verkregen. Het brandstofverbruik bleek lager te zijn dan dat van de dubbelwerkende motoren, nl. bij vollast slechts ca. 155 gr/epkh, zie fig. 15.

Dank zij het feit, dat bij de constructie van de motor rekening was gehouden met de eisen, die voor de drukvulling worden gesteld, was de spoeldruk van de motor zonder drukvulling opmerkelijk laag, nl. slechts 0,08 kg/cm². Dit verklaart dan ook het lage brandstofverbruik.

Toen de proefnemingen met de motor zonder drukvulling beëindigd waren, werden de drukvulgroepen aangebouwd.

In het constructie-stadium hadden wij rekening gehouden met verschillende mogelijkheden van samenwerking van de drukvulgroepen met de zuigerspoelpomp. De motor is zó gebouwd, dat de drukvulgroepen in serie zouden kunnen werken met de spoelpomp van normale afmetingen of met een spoelpomp van kleinere afmetingen. Het was namelijk van te voren niet met zekerheid te bepalen, of de motor met de drukvulgroepen alleen zou kunnen starten en met kleine belasting zou kunnen lopen, daar dit laatste bij de ééncyliner proefmotor niet mogelijk bleek te zijn.

In dit verband is het interessant te vermelden, dat in het boek „Scavenging of two-stroke cycle Diesel engines” van de Amerikaanse professor Schweitzer, geschreven in 1949, de volgende zinsnede voorkomt over tweetaktmotoren met turbo-blowers:

„During starting or at low load operation, the turboblower will not provide the necessary charging pressure; therefore the machine is unable to start”.

Hoewel Professor Schweitzer een erkende autoriteit is op het gebied van tweetaktmotoren, hebben wij het gewaagd onze proeven met drukvulling te beginnen met geheel buiten werking gestelde spoelpomp. Sinds 1949 is er namelijk een zeer snelle ontwikkeling gaande op dit gebied.

De verwachting, dat de motor met de drukvulgroepen wel zou willen starten, werd bewaarheid. Wat het langzaam draaien betreft, werden deze zelfs ruimschoots overtroffen. Het bleek namelijk mogelijk te zijn de motor onbelast te laten draaien met slechts 18 omw./min. Hierbij is de uitlaat van de motor onzichtbaar.

Daar de proeven met drukvulling, waarbij de spoellucht uitsluitend werd geleverd door de drukvulgroepen, zo gunstig zijn verlopen, zijn de voorgenomen proeven met in serie geschakelde zuigerspoelpomp achterwege gebleven.

De goede resultaten moeten worden toegeschreven aan verschillende gunstige omstandigheden:

- 1e. Het stootsysteem van de drukvulling, dat bij deze motor in de perfectie is toegepast.
- 2e. Het snelle openen der kleppen, verkregen door de 4 uitlaatkleppen.
- 3e. De toepassing van 4 drukvulgroepen, waardoor de uitlaandleidingen tussen de motor en de turbine kort zijn en een kleine inhoud krijgen.

Het stootsysteem

Zowel bij de drukvulling van viertaktmotoren als van tweetaktmotoren kan worden gewerkt volgens twee verschillende systemen, nl. het gelijkdrukstelsel en het stootsysteem.

Bij het gelijkdrukstelsel is tussen de motor en de turbine een receiver aangebracht, waarin een min of meer gelijkmatige druk heerst. Bij het stootsysteem wordt er daarentegen naar gestreefd de uitlaandleidingen tussen motor en turbine een kleine inhoud te geven, zodat

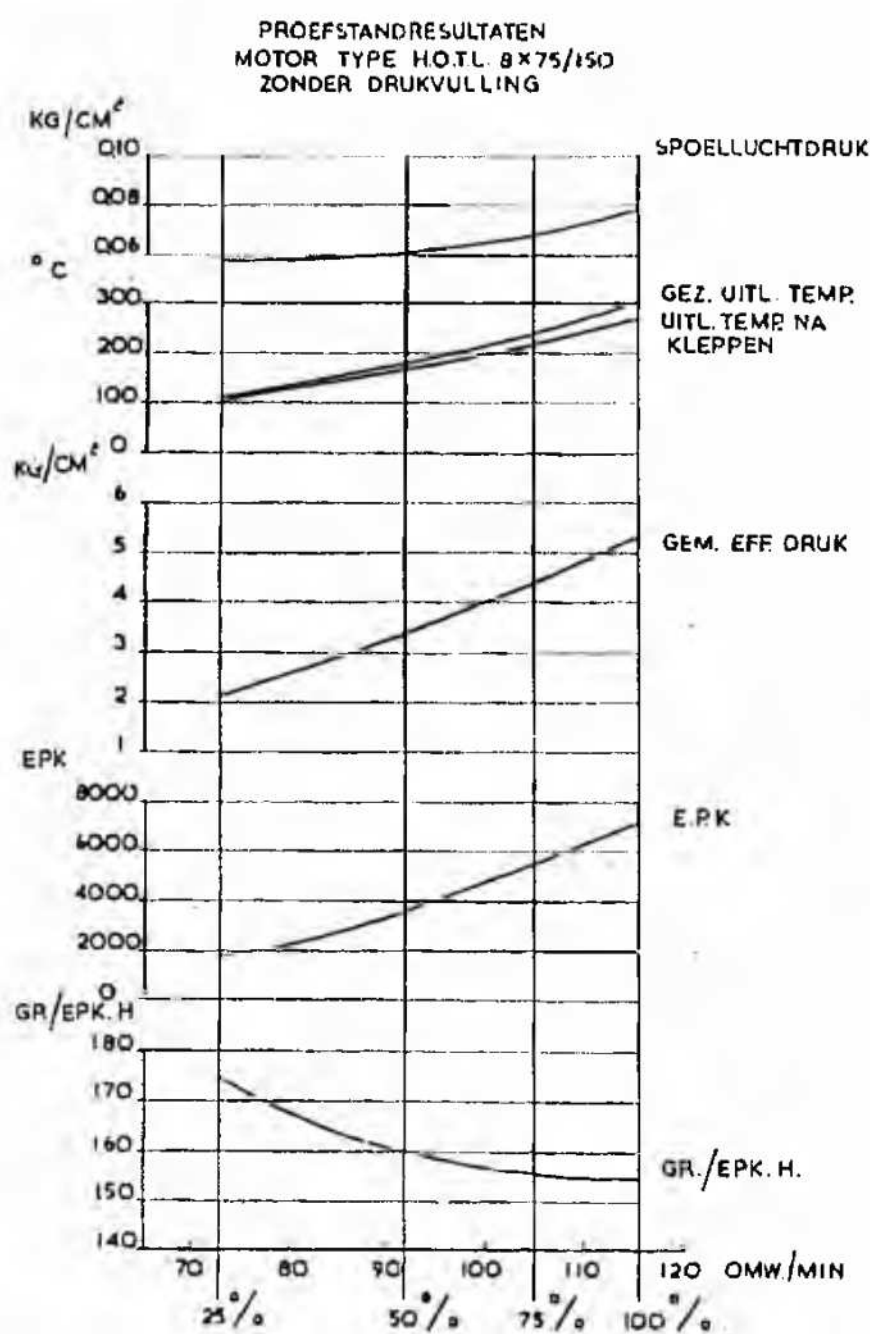


Fig. 15. PROEFSTANDRESULTATEN ZONDER DRUKVULLING

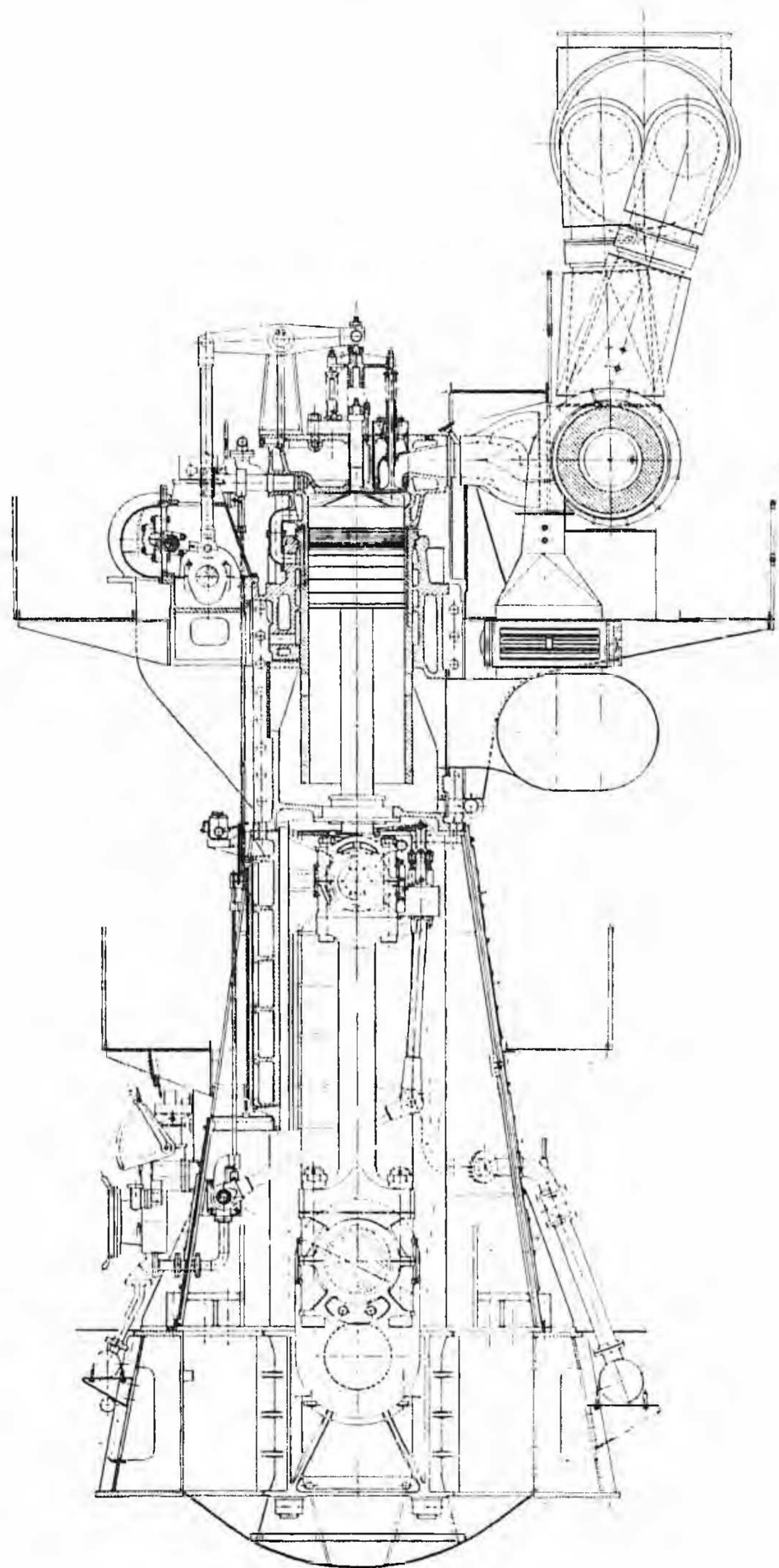


Fig. 16. DWARSDOORSNEDE VAN MOTOR MET DRUKVULLING

hierin grote drukschommelingen optreden.

Wij hebben de toepassing van het stootsysteem gekozen, omdat hierbij behalve de statische energie, welke in de vorm van druk en temperatuur vóór de turbine ter beschikking komt, ook nog een deel van de aan het eind der expansieslag in de uitstromende uitlaatgassen aanwezige kinetische energie in de vorm van drukgolven aan de turbine wordt toegevoerd.

Om deze kinetische energie zo groot mogelijk te doen zijn, moeten de uitlaatkleppen snel openen en moeten de leidingen tussen de motor en de turbine een uitstromingspunt zo gunstig mogelijke vorm hebben. Aan al deze punten is bij het ontwerp van het nieuwe motortype bijzondere aandacht geschonken.

Dat met het stootsysteem inderdaad een zeer aanzienlijke winst wordt verkregen, is gebleken uit metingen, welke

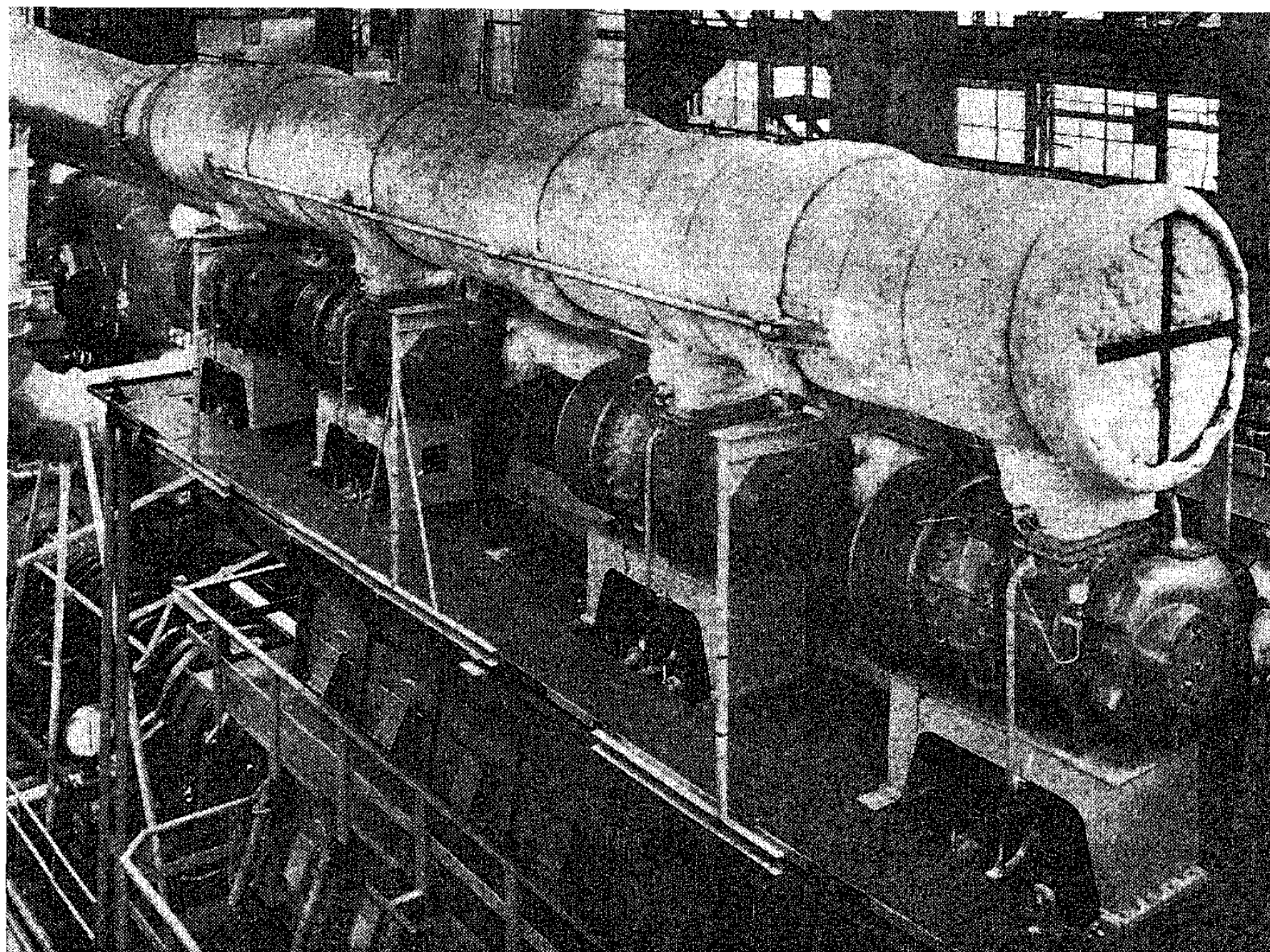


Fig. 17. DE AANBOUW DER DRUKVULGROEPEN

Daar de gewichtshoeveelheden lucht en uitlaatgassen op enkele procenten na gelijk zijn, geeft de verhouding tussen de op bovengenoemde wijze bepaalde hoeveelheden calorïen het schijnbaar adiabatische rendement van de turbine en de compressor, inclusief lekverliezen en wrijvingsverliezen.

Er werden bij de metingen rendementen gevonden welke veel hoger waren dan de werkingsgraden, welke de drukvulgroep in werkelijkheid heeft. Dit is te danken aan de uit de uitlaatstoot afkomstige kinetische energie. De winst door toepassing van het stootsysteem kon op deze wijze dus proefondervindelijk worden aangetoond.

Het feit, dat de drukvulgroepen bij alle belastingstoestanden van de motor, ook bij onbelast draaien voldoende lucht leveren voor de motor, moet worden toegeschreven aan de toepassing van het stootsysteem.

Wij komen hierop verder in dit artikel nader terug.

Met het oog op de toepassing van het stootsysteem bij de drukvulling is de krukas van de motor zo uitgevoerd, dat de naast elkaar liggende krukken, in vier groepen van twee, onder 180° ten opzichte van elkaar staan.

Door deze plaatsing onder 180° t.o.v. elkaar van de krukken der beide cylinders, welke op één drukvulgroep werken, wordt bereikt, dat de drukstoten der uitlaatgassen met gelijke tussenpozen elkaar opvolgen.

Wij zijn erin geslaagd van de vele krukvolgorden, welke hierbij mogelijk zijn, er één te kiezen, welke zowel voor de balancering als voor de kritische toerentallen voor torsietrillingen gunstig is.

De opvolging van de drukstoten met gelijke tussenpozen is uiteraard bij ande-

aan onze motor zijn verricht. Op de uitlaatgassenleiding werd een kwikmanometer aangebracht. Deze is vanzelfsprekend te traag om de drukvariaties te volgen, welke in de leiding optraden. Men mocht aannemen, dat de meter een gemiddelde zou aangeven van de in de uitlaatgassenleiding heersende druk. Verder wees een in deze uitlaatgassenleiding aangebrachte thermometer de gemiddelde temperatuur der uitlaatgassen vóór de turbine aan.

bracht, die eveneens een gemiddelde aanwezig van de in dit gedeelte van de leiding heersende druk.

Uit de aanwijzingen der manometers vóór en na de turbine en de thermometer vóór de turbine kon worden afgeleid hoeveel calorïen het gas per kg in de turbines afstand bij adiabatische expansie.

Op dezelfde wijze kon uit de aflezing van de manometers vóór en na de compressor en de thermometer vóór de compressor worden bepaald, hoeveel calorïen in de compressor voor adiabatische compressie per kg lucht nodig waren.

Ook op de uitlaatgassenleiding ná de turbine was een kwikmanometer aange-

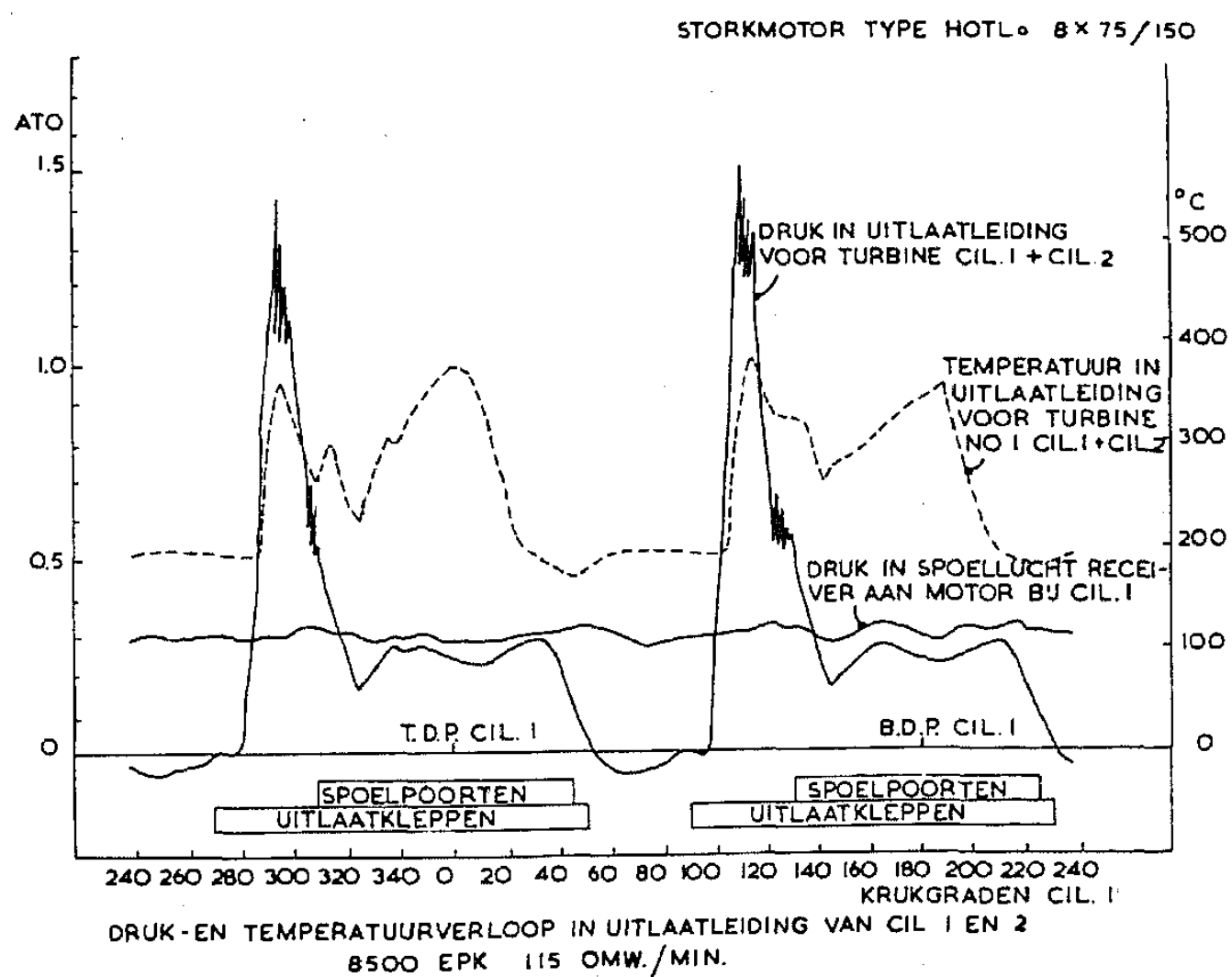


Fig. 18. DRUK- EN TEMPERATUURVERLOOP BIJ VOLLAST

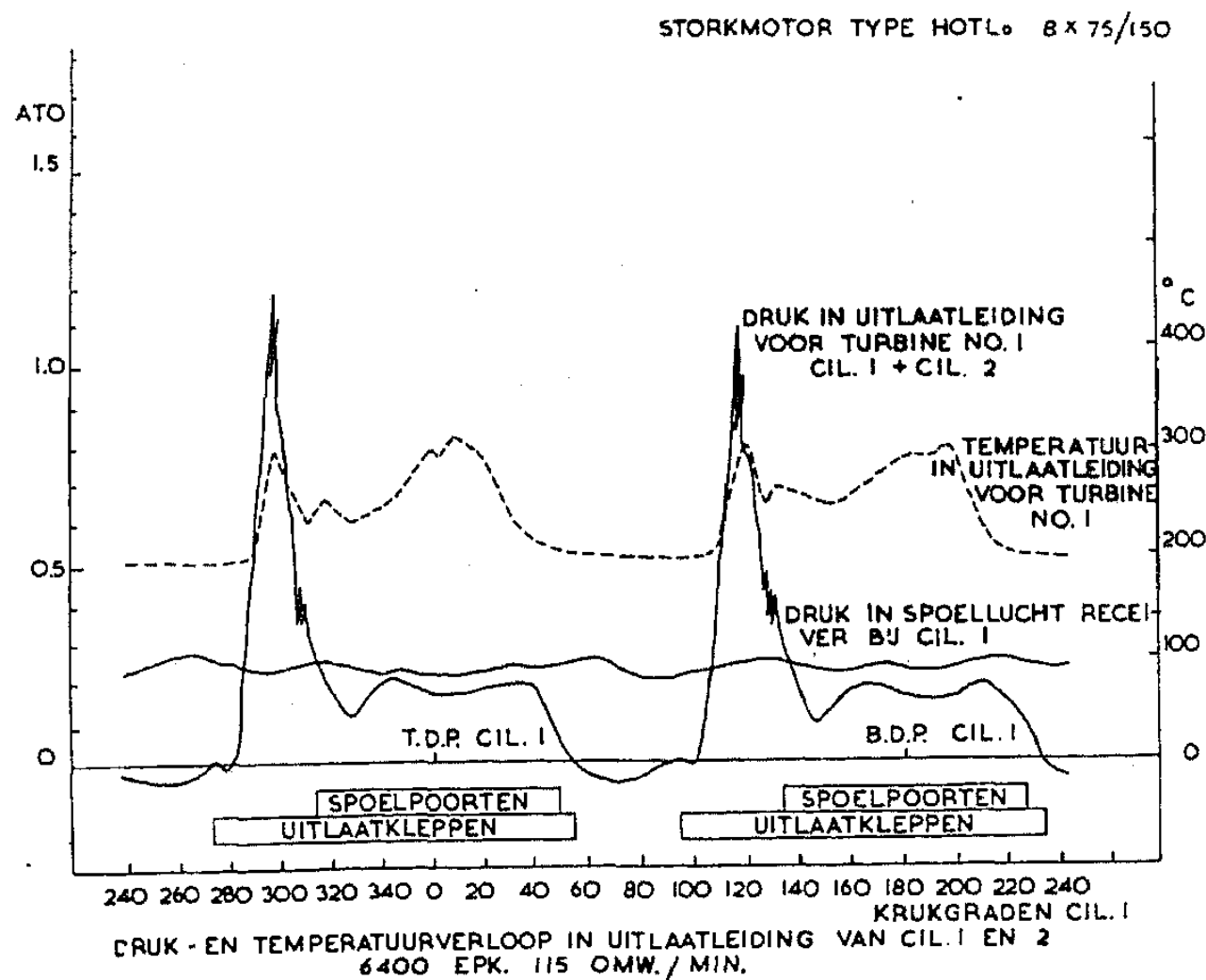


Fig. 19. DRUK- EN TEMPERATUURVERLOOP BIJ 1/4 LAST

re cilinderantallen dan 8 niet steeds mogelijk.

Het Laboratorium voor Verbrandingsmotoren aan de T.H. te Delft heeft met dezelfde apparaten, die ook zijn gebruikt bij de proefmotor, diagrammen genomen van het druk- en temperatuurverloop in de uitlaatleiding tussen motor en turbine, zie fig. 18, 19 en 20. Hieruit is gebleken, dat het mogelijk is, het interval tussen twee opeenvolgende cylinders kleiner te nemen dan 180° , zonder dat de spoeling van de ene cylinder verstoord wordt door de drukstoot van de volgende cylinder. Als minimum afstand kan gerekend worden met 120° , zoals kan voorkomen bij een 6-cylinder krukas.

De drukvulgroepen

Bij de keuze van vier drukvulgroepen voor een 8-cylinder motor hebben wij ons laten leiden door verschillende overwegingen, waarvan hier enkele mogen volgen.

Bij toepassing van 4 drukvulgroepen per motor en aansluiting van elke drukvulgroep op twee naast elkaar liggende cylinders worden de uitlaatgassenleidingen tussen de cylinders en de drukvulgroepen zeer kort, waardoor een zo groot mogelijk profijt wordt getrokken van de stootenergie der uitlaatgassen.

Verder bleek, dat bij toepassing van 4 drukvulgroepen voor dit motortype in aanmerking komt het type V.T.R. 500 van Brown Boveri, het grootste type, dat Brown Boveri tot dusver volledig in seriefabricage vervaardigt. Voor viertaktmotoren zijn deze zelfde drukvulgroepen in grote aantallen geleverd, zodat hiermede een grote ervaring is opgedaan.

Indien onverhoopt één der drukvulgroepen buiten bedrijf gesteld moet worden, gaat de blowercapaciteit bij toepassing van 4 drukvulgroepen slechts 25 % achteruit in plaats van 50 % zoals bij toepassing van twee drukvulgroepen.

Er zijn proeven genomen met de motor, waarbij één der drukvulgroepen buiten bedrijf was gesteld doordat de rotoras door middel van een door Brown Boveri medegeleverde blokkeerinrichting werd vastgezet. Hieruit is gebleken, dat de motor ook met drie van de vier drukvulgroepen goed manoeuvreerbaar is. Het starten van de motor ging zonder bezwaar en ook het langzaam onbelast draaien leverde geen moeilijkheden op. Het spreekt vanzelf dat de motor onder deze omstandigheden tengevolge van de geringere luchtlevering, niet meer volbelast kan worden. Doch bij 85 % van het maximum toerental en belasting volgens de schroefwet, bleken de uitlaatgastemperaturen lager te zijn dan bij de normale vollast met drukvulling.

Het enige bezwaar, dat bij deze proef aan het licht trad was, dat de blokkeerinrichting, waarmee de as vastgeklemd werd, niet geheel aan het gestelde doel beantwoordde. Het bleek namelijk, dat de rotoras tengevolge van de optredende uitlaatstoten iets beschadigd was.

Een betere oplossing voor het buiten bedrijf stellen van een drukvulgroep is daarom, haar weg te nemen en te vervangen door een pijpstuk met dezelfde aansluitmaten of het aanbrengen van een omloopleiding en het plaatsen van blinde flenzen in de aansluitingen naar en van de turbine.

Daar het gevaarlijk zou zijn, als de turbineschoepen in trilling zouden geraken, heeft Brown Boveri een speciale studie gemaakt van de invloed van de uitlaatstoten op de schoepen. Bij de korte turbineschoepen, welke in de door ons toegepaste drukvulgroepen zijn aangebracht, ligt het eigentrillingsgetal der schoepen echter zo hoog, dat geen resonantie kan optreden tengevolge van de uitlaatstoten.

Verder moet in aanmerking worden genomen, dat de spanning, welke in de turbineschoep optreedt tengevolge van de uitlaatstoot, slechts een fractie is van

de hierin tengevolge van de centrifugaalkracht optredende spanning.

Wat de temperatuur der uitlaatgassen betreft zijn de drukvulgroepen voor de tweetaktmotoren er veel gunstiger aan toe dan de drukvulgroepen voor de viertaktmotoren. Bij onze tweetaktmotor bedraagt de uitlaatgastemperatuur vóór de turbine slechts ongeveer 340°C , terwijl bij viertaktmotoren zelfs temperaturen tot 600°C voorkomen.

Bij vollast van de motor ontwikkelen de 4 uitlaatgasturbines samen een vermogen van bijna 10 % van het vermogen van de motor. De turbines maken dan ca. 8500 omw./min. Het maximaal toelaatbare toerental der turbines bedraagt 9700 omw./min., zodat nog een ruime marge aanwezig is. Bij onbelast draaien van de motor maken de turbines ca. 1000 omw./min.

Dat dit toerental door de turbines wordt bereikt, is een gevolg van de toepassing van het stootsysteem, zoals blijkt uit fig. 21.

Hierin ziet men dat de gemiddelde druk vóór de turbine practisch gelijk is aan de atmosferische druk. Het draaien van de turbines wordt dus uitsluitend

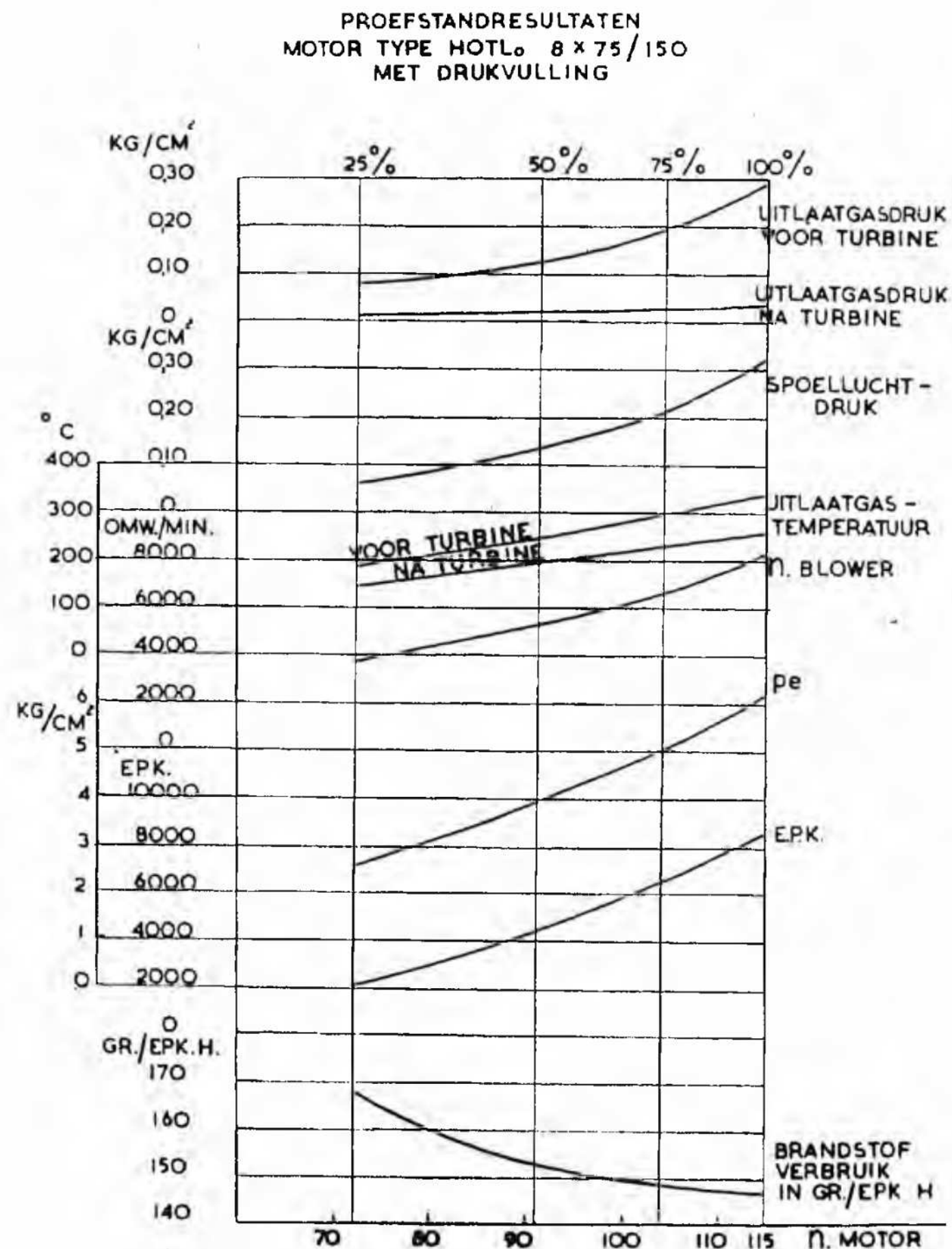


Fig. 20. PROEFSTAND-RESULTATEN MET DRUKVULLING

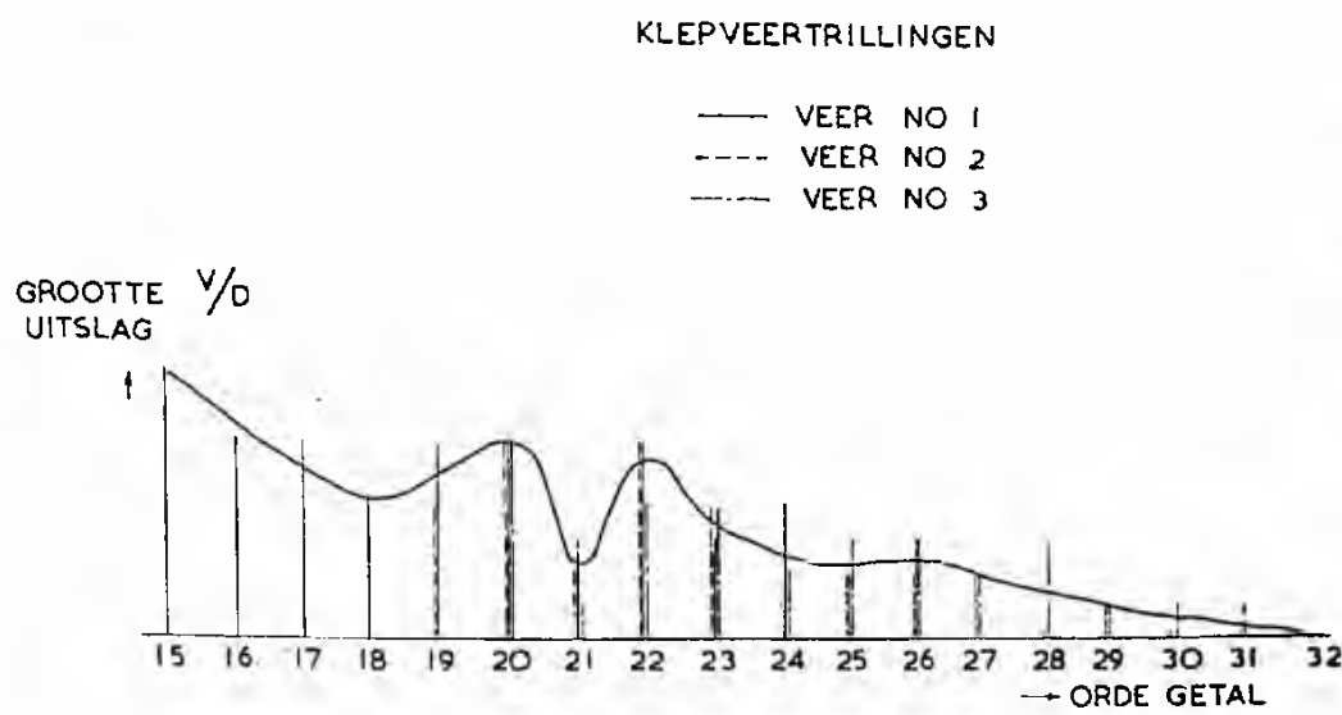


Fig. 21. DRUKVERLOOP IN UITLAATLEIDING BIJ LEEGLOPEN

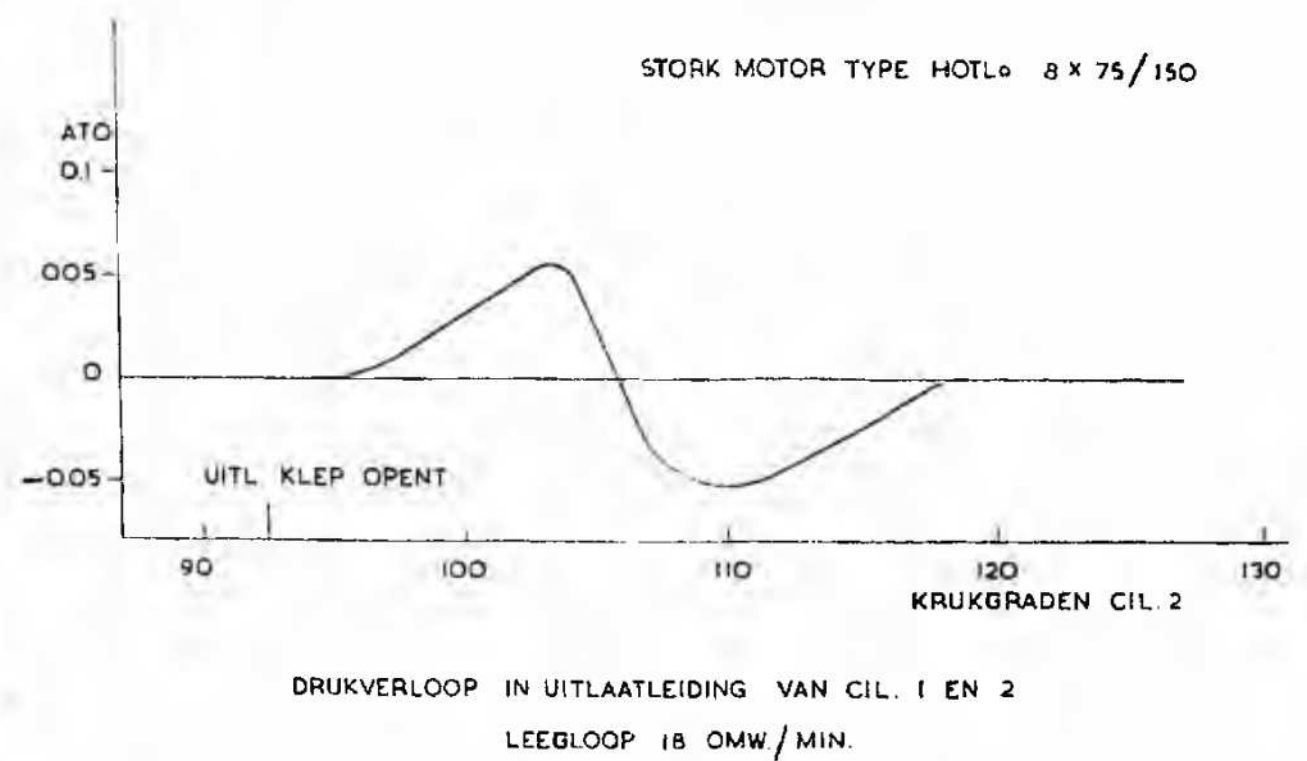


Fig. 22. IMPULSEN KLEPVEREN

veroorzaakt door de kinetische energie van de drukgolf in de uitlaatleiding.

Vanzelfsprekend is het vermogen dat de compressor bij dit lage toerental vraagt, zeer klein, maar toch krijgt de motor zoveel lucht toegevoerd, dat de uitlaatgassen kleurloos zijn en dat de motor niet afslaat.

De drukvulgroepen lopen op kogellagers en hebben een uitlooptijd van 10 à 15 minuten. Tijdens het manoeuvreren met de motor blijven de drukvulgroepen doorlopen, waardoor het aanzetten van de motor natuurlijk wordt vergemakkelijkt.

Doch ook bij het starten van de motor met stilstaande drukvulgroepen krijgen deze tijdens het lopen van de motor op aanzetlucht in korte tijd een snelheid

van ca. 2000 omw./min. Dit wordt veroorzaakt door de drukstoten, welke in de uitlaatleiding optreden door de uit de uitlaatkleppen stromende aanzetlucht. Deze aanzetlucht doet dus achtereenvolgens dienst voor het op gang brengen van de motor en van de drukvulgroepen.

Klepveren

Na het eerste proefdraaien bleken de klepveren zelf, zowel als de centrale veren, welke voor de versnelling van het klep hefmechanisme zorgen, te trillen. Het eigentrillingsgetal dezer veren bedroeg ca. 2300 per minuut, dus het 20-voudige van het normale toerental van de motor, zodat alleen resonantie kon

optreden tengevolge van de 20ste en hogere harmonischen van de nokvorm.

In het algemeen zijn bij uitlaatkoppen de 20ste en hogere harmonischen ongevaarlijk. Een trillingsonderzoek aan verschillende soorten veren op de draaiende motor bracht echter aan het licht, dat bij de gekozen nokvorm speciaal de 20ste en 22ste orde nog vrij grote impulsen gaven, zoals uit fig. 22 blijkt.

Hierin is de onderlinge verhouding van de grootte der verschillende harmonischen van de nokvorm weergegeven, zoals dit proefondervindelijk aan de motor werd waargenomen.

De oorspronkelijke veren werden vervangen door nieuwe veren, welke een eigen frequentie hebben van ca. 3500 per minuut. Daar nu alleen resonantie

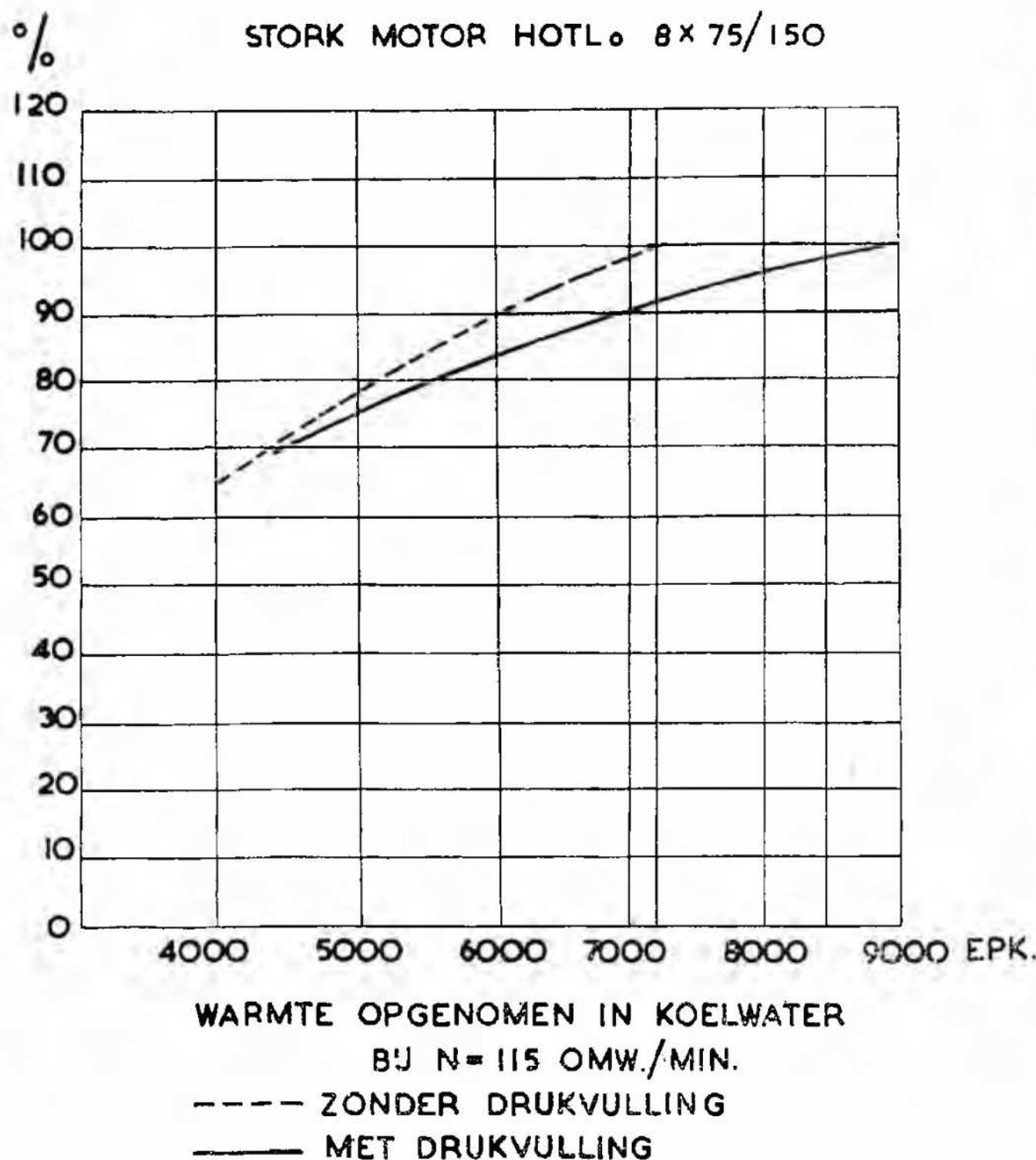


Fig. 23. WARMTEOVERDRACHT AAN KOELWATER

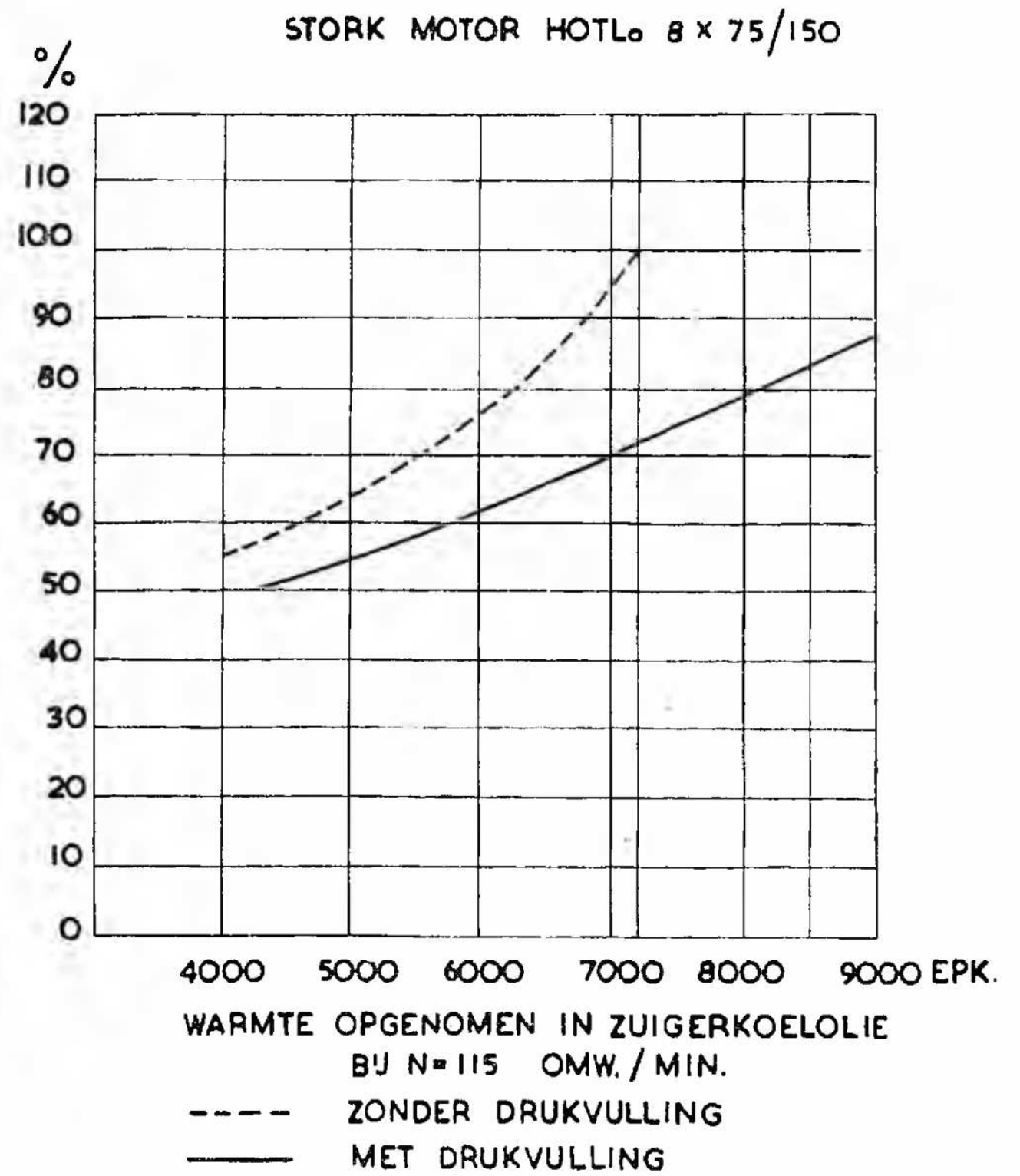


Fig. 24. WARMTEOVERDRACHT AAN KOELOLIE

kan optreden met de 30ste en hogere harmonischen, zijn deze veren over het gehele toerenbereik van de motor voldoende trillingsvrij.

Warmtebelasting

Om een indruk te krijgen van de warmtebelasting van de motor met en zonder drukvulling werden de wandtemperaturen van de cilindervoeringen en de cilinderdeksels gemeten, doch ook werd de warmtehoeveelheid gemeten, welke aan het koelwater en de zuigerkoelolie wordt overgedragen.

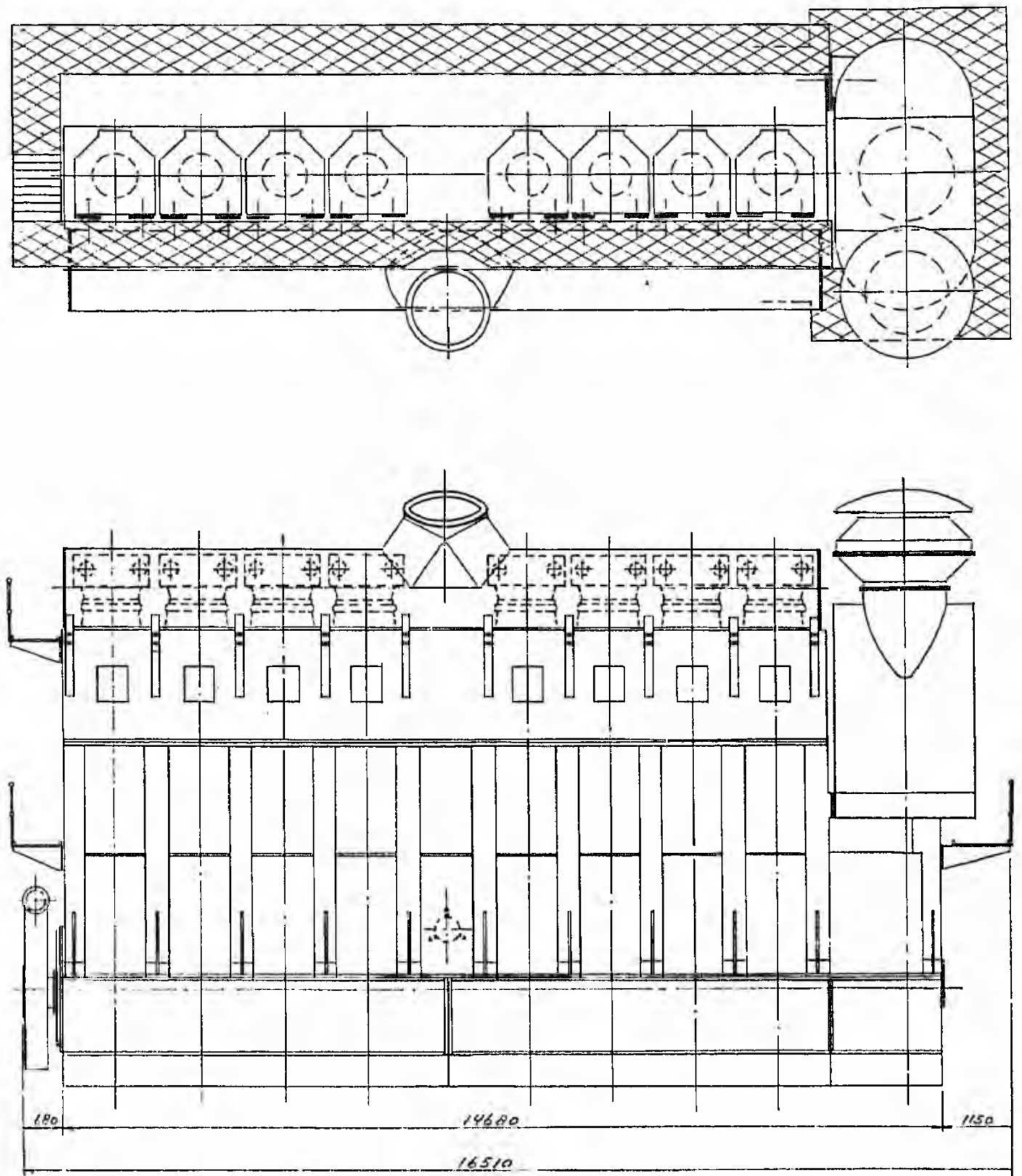
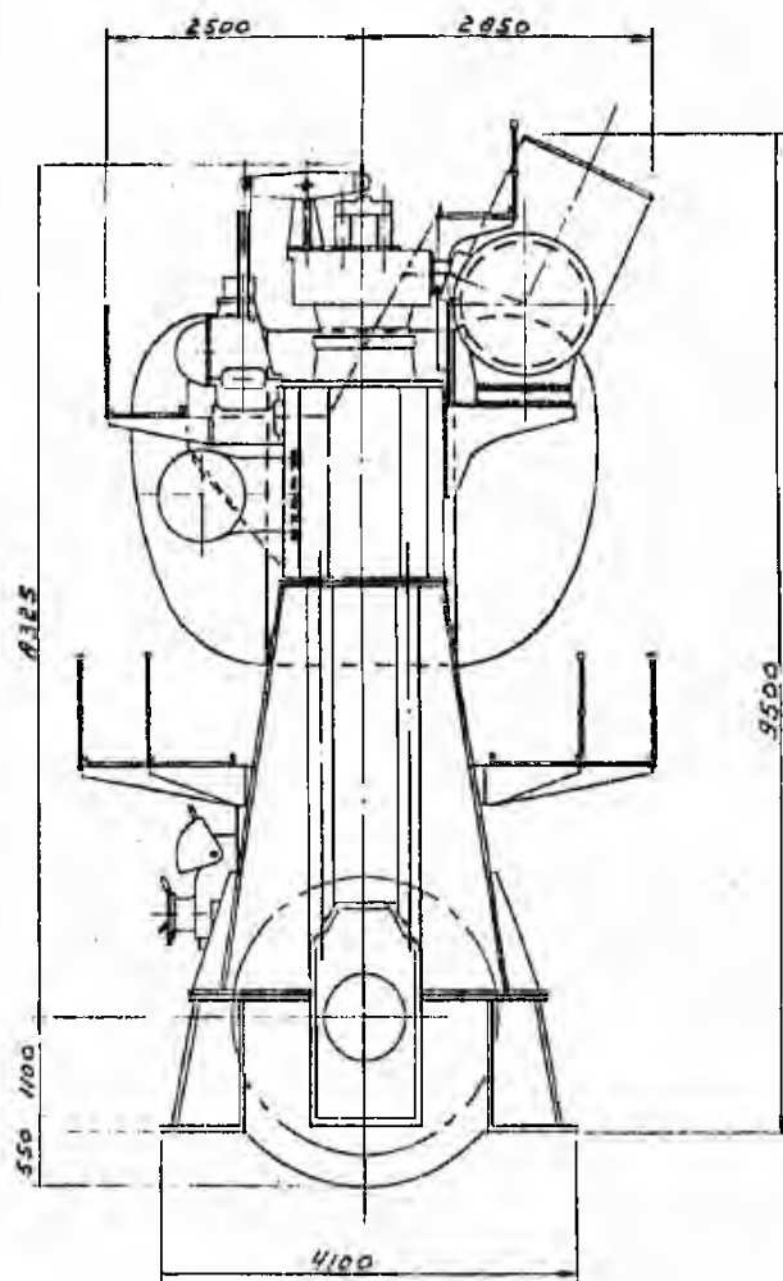


Fig. 25. MAATSCHETS VAN MOTOR ZONDER DRUKVULLING

Deze metingen hebben aangetoond, dat de warmtebelasting van de motor in de toestand met drukvulling bij een p_e van 6.5 kg/cm^2 zeker niet hoger is, dan in de toestand zonder drukvulling bij een p_e van 5.3 kg/cm^2 . Hierbij moet in aanmerking worden genomen, dat in de toestand zonder drukvulling de motor gewerkt heeft met de voor gelijkstroomspoeling vrij grote spoellucht-overmaat van 1.3 maal het slagvolume van de motor, waardoor ook de warmtebelasting van de motor zonder drukvulling reeds laag is. Zonder drukvulling wordt bij vollast slechts 17% van de in de brandstof toegevoerde warmte aan het koelwater overgedragen, en bij drukvulling slechts 14%.

Dat de warmtebelasting van de motor met drukvulling zo gunstig is, moet worden toegeschreven aan de grotere dichtheid van de spoellucht en daardoor aan de grotere overmaat aan verbrandingslucht.

Door de grote overmaat van verbrandingslucht is het brandstofverbruik per

ipk uur laag en zijn tevens de temperaturen van het verbrandingsproces laag. Bovendien neemt de binnenstromende spoellucht tengevolge van de grotere dichtheid meer warmte op van de cilinderwanden. Deze meerdere warmte behoeft dus niet door de cilinderwanden te worden overgedragen aan het koelwater en door de zuigerkop naar de koelolie. Tot de grotere dichtheid van de spoellucht bij een motor met drukvulling dragen niet alleen de compressoren der drukvulgroepen bij, die de druk van de lucht vergroten, doch tevens is dit een gevolg van het feit, dat zich tussen elk der compressoren en de spoelluchtreceiver een luchtkoeler bevindt. Om het grootste effect met deze luchtkoelers te bereiken, moeten deze met zeewater worden gekoeld. De door ons toegepaste luchtkoelers zijn, evenals de drukvulgroepen, geleverd door Brown Boveri. Ze zijn zo bemeten, dat ze in staat zijn de lucht te koelen tot een temperatuur, welke slechts 5° à 10° C boven de koelwatertemperatuur ligt,

zonder dat de luchtweerstand groot is.

Dat de toepassing van luchtkoelers van zeer grote invloed is op de warmtebelasting van de motor, is ons gebleken uit vergelijkende proeven, welke wij met een viertaktmotor met drukvulling hebben genomen met en zonder luchtkoeler. Wij hebben hierbij geconstateerd, dat de warmte, welke door het motorkoelwater wordt opgenomen bij toepassing van de luchtkoeler, practisch evenveel verminderde als de warmte, welke in de luchtkoeler aan de lucht werd onttrokken.

Zware olie

Daar enkele der motoren van het nieuwe type, welke wij in opdracht hebben, zullen moeten werken op zware brandstofolie, hebben wij op de proefstand verschillende proeven met zware olie genomen.

Wij zijn hierbij gegaan tot een viscositeit van ca. 3500 sec. Redwood I. De verbranding van deze olie in de motor was uitstekend, en er werden geen moei-

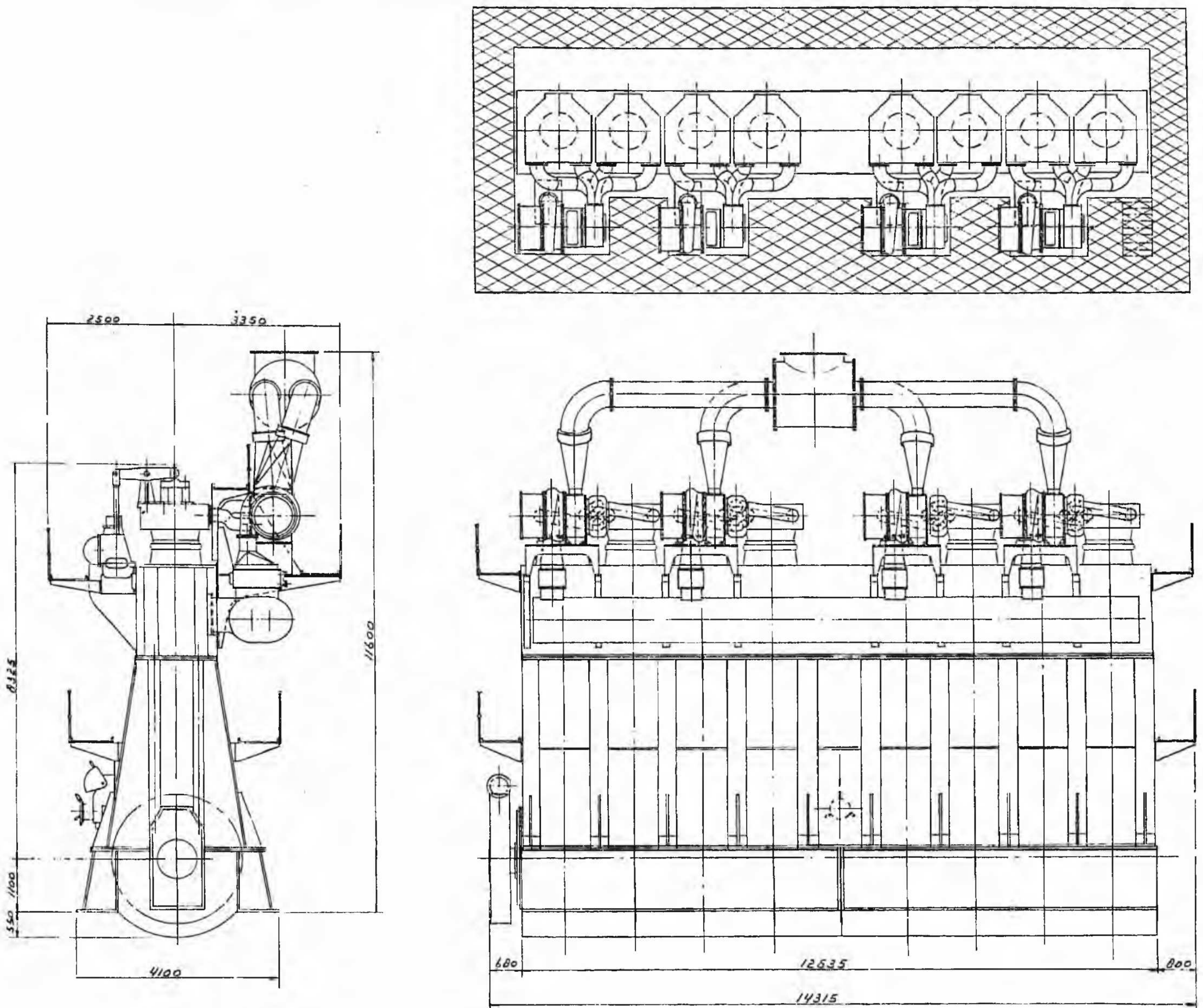


Fig. 26. MAATSCHETS VAN MOTOR MET DRUKVULLING

lijkheden ondervonden. De proeven hebben vanzelfsprekend te kort geduurd om een indruk te krijgen van de slijtage der cilindervoeringen.

Diverse gegevens over de motor van de „Ouwerkerk”

De motor van het m.s. „Ouwerkerk” was oorspronkelijk bedoeld om te worden afgeleverd zonder drukvulling, dus met zuigerspoelluchtpomp. Toen de proeven met de drukvulling een gunstig verloop hadden, bleek de V.N.S. bereid te zijn, de motor, uitgerust met de drukvulgroepen, in het m.s. „Ouwerkerk” te plaatsen. De aangebouwde spoelluchtpomp wordt medegeleverd. Deze pomp wordt echter buiten werking gesteld door de zuigers en kleppen te demontieren. De door de compressoren der

drukvolgroepen geleverde spoellucht stroomt, nadat deze de luchtkoelers is gepasseerd, door de niet-werkende zuigerspoelluchtpomp naar de spoelluchtreceiver langs de motor.

In het m.s. „Ommenkerk”, een zusterschip van het m.s. „Ouwerkerk”, eveneens door de N.D.S.M. te bouwen, zal de motor met drukvulling zonder zuigerspoelluchtpomp worden geplaatst.

De motor met zuigerspoelluchtpomp weegt ca. 450 ton, de motor met drukvulling ca. 425 ton. De gewichten per epk bedragen respectievelijk 62.5 kg/epk voor de motor zonder drukvulling en 50 kg/epk voor de motor met drukvulling.

Opdrachten

Intussen ontvingen wij reeds een

groot aantal opdrachten voor motoren van het nieuwe type, van verschillende afmetingen en vermogens. Behalve de reeds genoemde motoren voor de motorschepen „Ouwerkerk” en „Ommenkerk” bestelde de V.N.S. nog de hoofdmotor voor het m.s. „Goudkust”.

De K.N.S.M. gaf ons opdracht voor het leveren van 10 motoren zonder drukvulling en 2 motoren met drukvulling.

De Amsterdamse Olietransport Mij. bestelde een motor voor een tanker. De Verenigde Ned. Tankvaart Rederij bestelde 2 motoren voor tankers. Tenslotte bestelde Van Nievelt Goudriaan kortgeleden 2 motoren voor vrachtschepen.

Van de genoemde motoren zullen enkele gebouwd worden door onze licentienemster de N.D.S.M. te Amsterdam.

Discussie

De heer D. Krijgsman: In „Schip en Werf” werd reeds vermeld, dat als een drukvulgroep buiten bedrijf is, nog 85 % van het toerental wordt gedraaid. Bij deze toestand zijn alle cylinders in werking, terwijl twee cylinders hun uitlaatgassen afvoeren door een stilstaande rotor. Geeft dit geen grote weerstand aan deze gassen, vooral als vaste verbrandingsproducten en smeerolieresten tussen de rotorschoppen verzameld worden?

Is er zelfs geen gevaar dat als onder deze omstandigheden enige dagen gedraaid moet worden, de spoeldruk door de uitlaatgassen-druk benaderd wordt en daardoor twee cylinders moeten worden uitgeschakeld?

In de contour van de zuigerkop en in de vorm van de verbrandingsruimte is geen verandering gekomen, waarschijnlijk ook niet in de constructie van de brandstofklep, zodat ook bij deze motor met de kans op verbranding van de zuiger rekening is te houden.

Het verbranden van de zuigerkop wordt misschien vertraagd door de koelende werking van de spoellucht, hoewel het lang niet denkbeeldig is, dat gloeiende brandstofresten op de zuiger door het langs strijken van de spoellucht intenser zullen gloeien. Dit zal de praktijk moeten leren, doch wat is de mening van de heer Van der Molen over dit probleem?

Het cylinderdeksel profiteert niet van de koelende werking van de spoellucht, integendeel, de laagste temperatuur hiertegen is de vrij hoge temperatuur van de uitlaatgassen. Zullen de uitlaatkleppen, die als ongekoelde gedeelten van het cylinderdeksel kunnen worden beschouwd, niet verbranden door dezelfde oorzaken als de zuigerkoppen dit soms doen?

Na hoeveel bedrijfsuren zal een zuiger overhaald moeten worden?

Hoeveel tijd is er nodig om de motor dan weer bedrijfsklaar te hebben?

Met hoeveel arbeidskrachten is bij de bepaling van deze werktijd gerekend?

Wat is de hoogste verbrandingsdruk en wat is de doorbuiging van het cylinderdeksel bij deze druk?

Zal dit gecompliceerde cylinderdeksel met het grote aantal uitsparingen voor het plaatsen van de verschillende kleppen wel bedrijfszeker blijven door de grote warmtespanningen?

Zijn de steile uitlaatnokken gemakkelijk te vervangen als dit door slijtage nodig is?

Er zijn nog wel meer vragen te stellen, doch ongetwijfeld zullen andere belangstellenden dit doen.

De heer Van der Molen: De weerstand van een geblokkeerde stilstaande turbine is slechts weinig groter dan van een draaiende turbine. Bovendien werkt de motor met een uitgeschakelde turbine met verminderd vermogen, waarbij de hoeveelheid uitlaatgassen, welke door de turbine moet ontwijken, lager is dan bij vollast. Vervuiling van de turbineschoppen door vaste verbrandingsproducten en smeerolieresten beperkt zich tot een dun

laagje roet, daar de smeerolieresten door de temperatuur der uitlaatgassen verbranden en door de grote snelheid der gassen worden weggeblazen. Zoals reeds is medegedeeld, kan de drukvulgroep ook buiten werking worden gesteld door deze weg te nemen en te vervangen door een pijpstuk met dezelfde aansluitingen. Uit de grafiek fig. 24 blijkt, dat de koelende werking van de spoellucht op de zuiger zoveel invloed heeft, dat de warmte welke aan de zuigerkoelolie wordt overgedragen bij toepassing van drukvulling aanmerkelijk lager is.

Het cylinderdeksel en de uitlaatkleppen profiteren ook van de koelende werking van de spoellucht, zij het ook in iets mindere mate dan de zuiger, zoals uit grafiek fig. 23 blijkt. Doordat de klephuizen tot op de zitting worden gekoeld, en ook de klepgeleiders zijn gekoeld, staan de uitlaatkleppen een deel van hun warmte aan deze delen af.

Het is bij een nieuw motortype van tevoren moeilijk te bepalen na hoeveel tijd een zuiger gedemonteerd moet worden. De werkzaamheden, welke voor het demonteren van een zuiger nodig zijn, zijn in hoofdzaak dezelfde als bij de motoren van andere typen, namelijk het losdraaien der dekselmoeren en van de zuigerstangmoer. Behalve dit moeten ook enige leidingen worden gedemonteerd. Bij de constructie is erop gerekend, dat dit gemakkelijk kan geschieden. De maximum verbrandingsdruk bedraagt 55 kg/cm². De doorbuiging van de cylinderdeksels is door ons niet gemeten. De verhouding tussen de hoogte en de diameter van de cylinderdeksels in aanmerking genomen, behoeft er echter geen vrees te bestaan, dat deze doorbuiging van betekenis zal zijn.

De uitlaatnokken kunnen gemakkelijk worden vervangen. Ze zijn op dezelfde wijze bevestigd als de brandstofnokken van de grote Stork-motoren.

De heer W. C. E. Kok: Hoe was de koeling der brandstofkleppen tijdens de proeven met zware olie? Werde hierbij ook gebruik gemaakt van ondergekoeld water?

Op verzoek van de heer Van der Molen werd deze vraag door *ir H. v. d. Wal*, beproevingsingenieur van de Kon. Machinefabriek Gebr. Stork & Co. N.V. als volgt beantwoord:

Tijdens de proeven met zware olie werden de brandstofkleppen gekoeld met water van 15° C. Hierbij trad geen trompetvorming aan de verstuivers op. Dit bleek ook niet het geval te zijn toen gekoeld werd met water van 30° C.

De heer ir A. de Vos: Is het noodzakelijk, dat de gelaste fundatieplaat en kolommen na het lassen worden gegloeid?

De heer Van der Molen: Hierover zijn de meningen verdeeld. Omdat onze lasdeskundigen de voorkeur geven aan spanningsvrij gloeien na het lassen en omdat Stork over een gloeioven beschikt, waarin dit gloeien kan geschieden, worden deze delen gegloeid. Een bijkomstig voordeel van het gloeien is

nog, dat de bewerkbaarheid der delen er beter door wordt, doordat deze tijdens het bewerken minder trekken.

De heer ir P. van Overbeek: Zijn de kolommen nog op andere wijze verbonden met de fundatieplaat dan door de lange doorlopende trekankers?

De heer Van der Molen: De kolommen zijn behalve door de trekankers nog elk met 20—1³/₄” bouten aan de fundatieplaat bevestigd.

De heer ir B. C. van Ommeren: De plaatsing der drukvulgroepen met de assen der rotoren evenwijdig aan de krukas is vanzelfsprekend gunstig met het oog op de bewegingen, welke het schip maakt. Zou het echter met het oog op de vorm van de uitlaatladingen niet gunstiger zijn de turbines 90° te draaien en de gasinlaatopeningen in het eindvlak der turbines aan te brengen? Hierdoor zouden de uitlaatgassen nog eenmaal minder van richting behoeven te veranderen.

De heer Van der Molen: Bij de normale Brown Boveri drukvulgroepen is de gasintrede loodrecht op de turbine-assen. Wij hebben bij onze motor gebruik willen maken van de normale drukvulgroepen om te profiteren van de seriefabricage.

De heer H. G. Odijk: Is in de afvoeropening van de zuigerkoelolieflooppijp een düse aangebracht, en behoeft er niet voor gevreesd te worden, dat deze gaat verstopten?

De heer Van der Molen: De zuigerkoeloliefloop is inderdaad uitgevoerd als door de heer Odijk beschreven. De betreffende düse kan echter gemakkelijk worden gedemonteerd om deze te inspecteren en zo nodig te reinigen.

De heer ir J. Parrée: Is de krukvolgorde, waarbij de naast elkaar liggende krukken twee aan twee onder 180° staan met het oog op de kritische toerentallen door torsietrillingen en de balancering niet ongunstiger dan die van de normale krukvolgorde, waarbij de naast elkaar liggende krukken twee aan twee onder 90° staan.

De heer Van der Molen: Uit een oogpunt van torsietrillingen is er geen verschil tussen de beide genoemde krukvolgorden.

Wat de balancering betreft kan worden medegedeeld dat, daar bij beide krukvolgorden de krukken in een regelmatige stervorm zijn geplaatst, er in geen van beide gevallen vrije krachten optreden.

De vrije momenten van de roterende delen en die van de eerste orde der heen- en weer gaande delen zijn bij de door ons toegepaste krukvolgorde slechts weinig groter dan bij de krukas met de meest gebruikelijke krukvolgorde.

De inwendige momenten zijn daarentegen gunstiger bij onze volgorde.

De vrije momenten van de tweede orde, welke bij de normale krukvolgorde niet optreden, zijn bij onze krukvolgorde niet ontoelaatbaar groot.