

W. WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 13.

INHOUD: Regulateurs met omgekeerde ophanging, door prof. ir. G. BROUWER. — Boekennieuws: Publicaties van de „International Tin Research and Development Council”. — Korte technische berichten: De 3600 Apk Werkspoor Scheepsmotor. Een modern koperdraad-walswerk.

Regulateurs met omgekeerde ophanging

door

prof. ir. G. BROUWER.

Aangegeven wordt op welke wijze met omgekeerde ophanging voor gewichts- en veerregulateurs de gewenschte eigenschappen verkregen kunnen worden.

Bij centrifugaal-regulateurs wordt een ruim gebruik gemaakt van het kruk-drijfslag-mechanisme als stangensysteem. In de eenvoudigste gedaante treft men het aan bij den reguleur van WATT en bij dien van PORTER.

Deze regulateurs hebben een grooten graad van onregelmatigheid δ . Om deze kleiner te maken kan het stangensysteem worden gewijzigd door de as naar de gewichten toe te verschuiven, waarmede de reguleur van KLEY met gekruiste stangen ontstaat. Ook kan knikking van de armen worden toegepast, zooals bij den reguleur van TOLLE het geval is, eveneens met het doel een kleiner δ te verkrijgen.

Bij al deze regulateurs zijn de centrifugaalgewichten verbonden aan de krukarmen, die in de relatieve of verstellbeweging draaibaar zijn opgehangen in vaste punten. De eigenlijke slinger wijst naar beneden en men kan spreken van gewone ophanging.

Omgekeerde ophanging heeft men, wanneer het C-gewicht vast verbonden is aan de drijfslag (fig. 1).

Kiest men daarbij, zooals in fig. 2, ruitvormige ophanging zonder knikking van de drijfslag, dan kan men de deelen C_g en C_q , welke achtereenvolgens evenwicht maken met het C-gewicht en met de hulsbelasting Q , vinden uit de momentenvergelijking ten opzichte van de pool P .

Voor een uitslaghoek α vindt men:

$$C_g l_3 \cos \alpha = G (2l \sin \alpha - l_3 \sin \alpha)$$

$$C_g = G \left(2 \frac{l}{l_3} - 1 \right) \operatorname{tg} \alpha$$

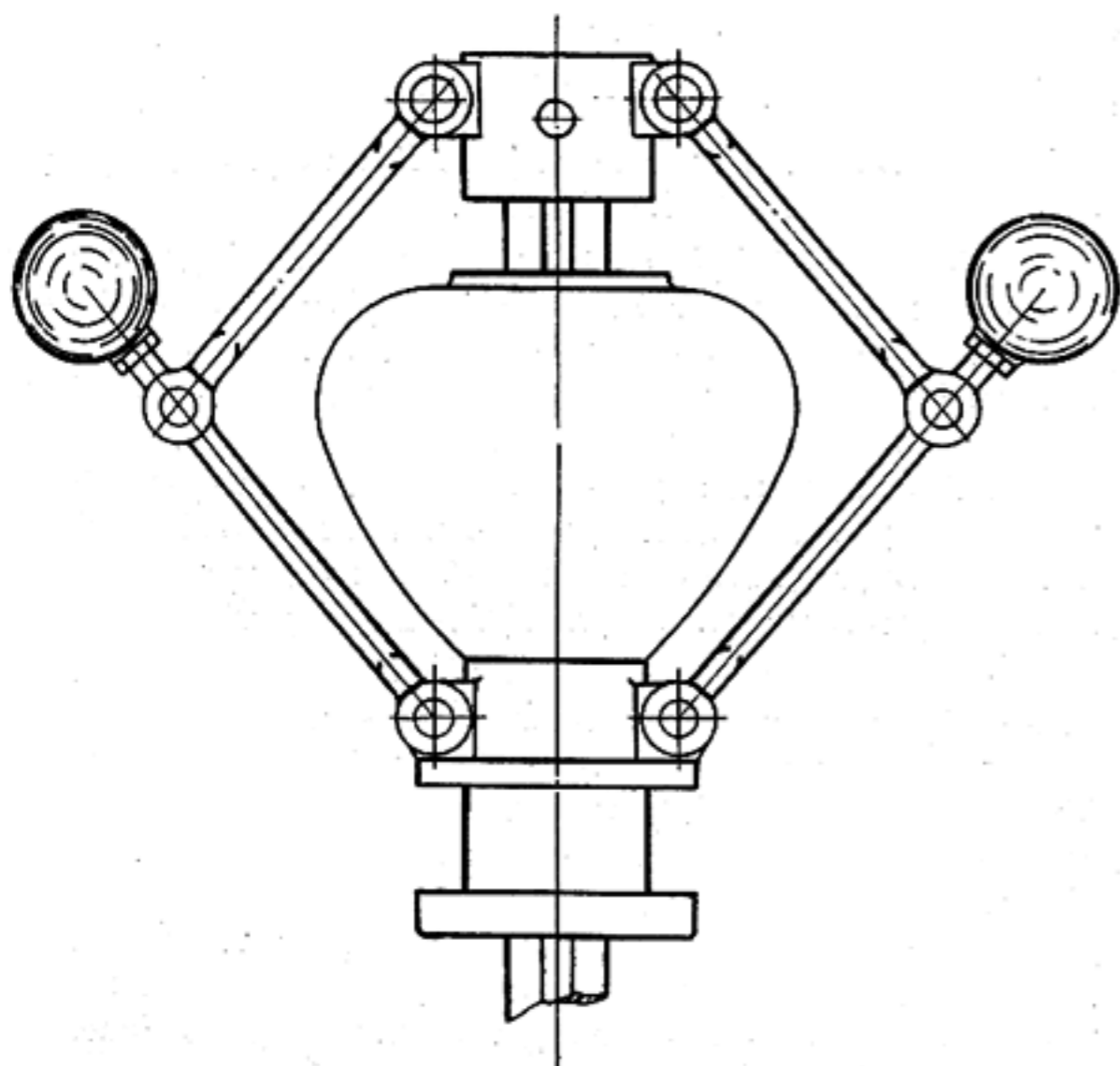


Fig. 1. Gewichtsreguleur met omgekeerde ophanging, zonder knikking en met positieve uitslaghoeken.

C_g is ook hier, evenals bij de gewone ophanging, een tangenslijn, echter met kleiner waarde.

Verder is:

$$C_q l_3 \cos \alpha = Q 2l \sin \alpha$$

$$C_q = 2Q \frac{l}{l_3} \operatorname{tg} \alpha,$$

zoodat C_q ook een tangenslijn blijft, met gelijke waarde als voor de gewone ophanging. Voor een uitslaghoek $\alpha = 0$, welke voor het mechanisme van fig. 1 niet kan worden ingenomen, zouden C_g en C_q beide nul worden en daarmede ook de totale C voor het evenwicht.

De baan, welke door het zwaartepunt van de slingers in de verstellbeweging wordt

doorlopen, is een deel van een ellips, aangezien $AB = BD = l$, B een cirkel met A als middelpunt en D een rechte door A beschrijft. Voor een positieve waarde van b (afstand van het ophangpunt tot de as) zullen beide deelen van de C -lijn een groote stabiliteit hebben.

Om deze te verminderen, kan de drijfslag in het punt B geknikt worden, zooals in fig. 3 is aangegeven. Als knikkingshoek wordt de hoek β ingevoerd, welke is ingesloten tusschen DZ en DB . Het evenwicht ten opzichte van de pool P levert voor C_g :

$$C_g l_3 \cos \alpha = G \left\{ 2l \sin (\alpha + \beta) - l_3 \sin \alpha \right\}$$

$$C_g = G \left(2 \frac{l \sin (\alpha + \beta)}{l_3 \cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \right)$$

Voor $\alpha = 0$ wordt $C_g = 2G \frac{l}{l_3} \sin \beta$ en met $l_3 = l$ en $\beta = 30^\circ$

$C_g = G$, d.i. een hoog bedrag.

Het mechanisme kan zóó geconstrueerd worden, dat de stand met $\alpha = 0$ middenstand wordt en dat dan negatieve en positieve uitslaghoeken gebruikt kunnen worden.

Voor C_q volgt:

$$C_q l_3 \cos \alpha = Q 2l \sin (\alpha + \beta)$$

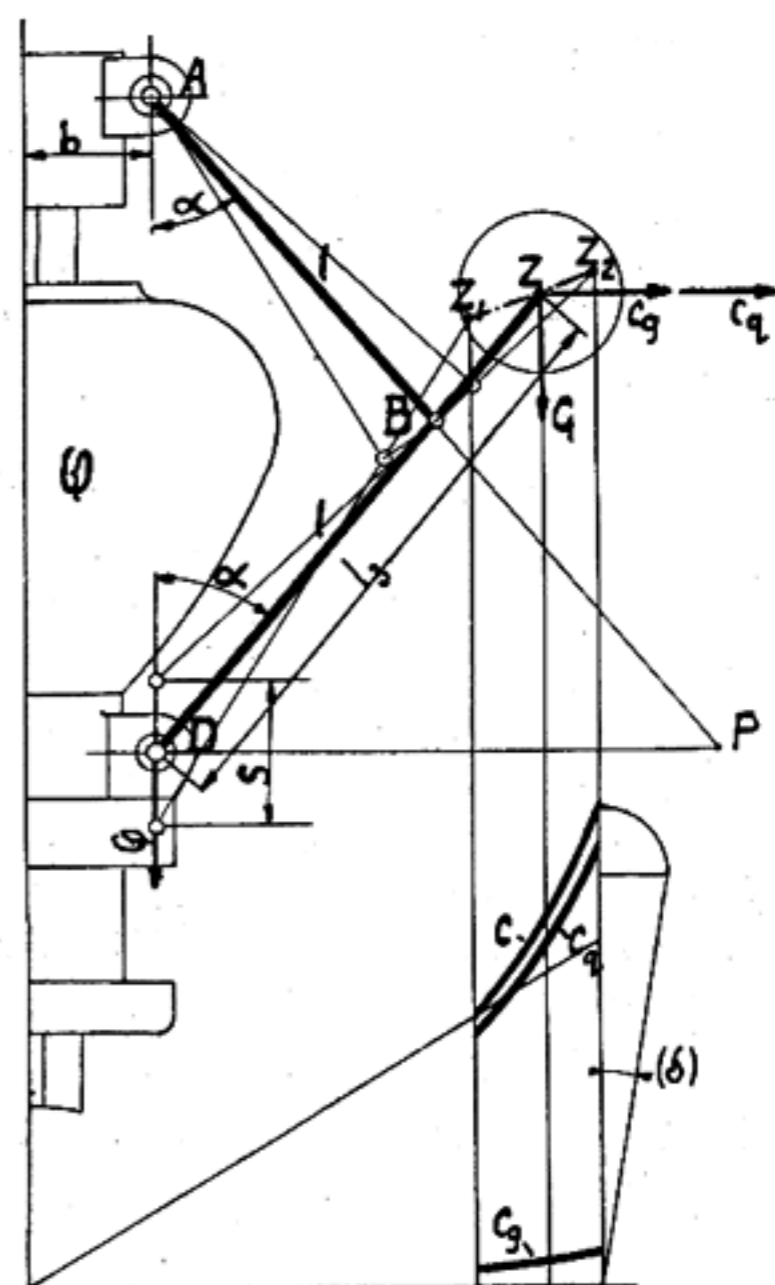


Fig. 2. Omgekeerde ophanging zonder knikking, met C-lijnen en graad van onregelmatigheid δ .

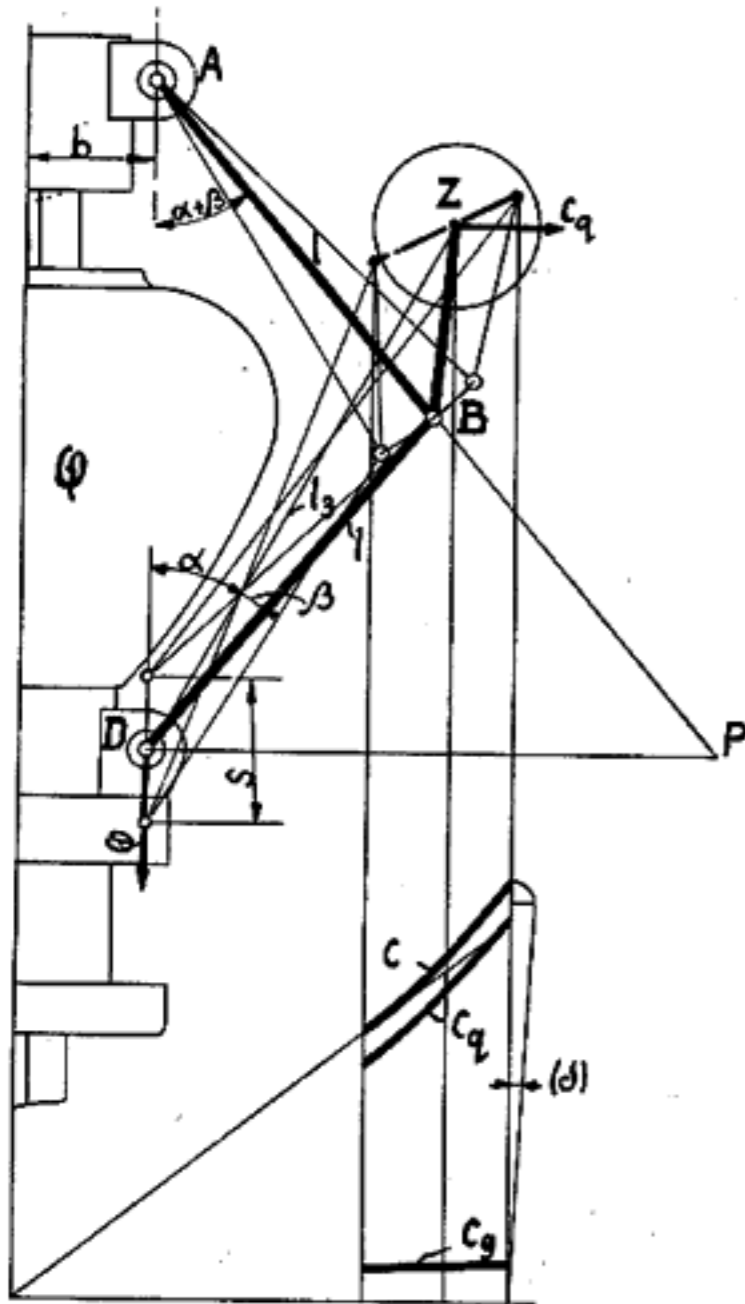


Fig. 3. Omgekeerde ophanging met knikking en positieve uitslaghoeken, C-lijnen en δ .

$C_q = 2Q \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{l_3 \cos \alpha}$
 en met $l_3 = l$ en $\beta = 30^\circ$, zal voor $\alpha = 0$, d.i. voor den verticalen stand van DZ :

$C_q = Q$ zijn.

Wordt de waarde van de C-kracht, volgens TOLLE, uitgezet als functie van den zwaartepuntsafstand x , dan kunnen C_g en C_q , grafisch bepaald, worden gesommeerd tot de totale C-lijn. En hieruit kan (zie fig. 2), volgens de eenvoudige constructie van TOLLE, de graad van onregelmatigheid δ worden afgeleid, waarbij

$tg(\delta) = \delta$.

Het karakter der C_g - en C_q -lijn wordt voor gegeven vorm

van het stangenstelsel beheerscht door de ligging van de as of, in de figuur, door de lengte b , welke in 't algemeen positief, nul of negatief kan zijn.

Met het verschuiven van de as en het kleiner maken van b kan men zoo ver gaan, dat een astatisch punt wordt bereikt, gekenmerkt door de raaklijn uit O aan de betreffende C-lijn. Het stuk van de C-lijn buiten het raakpunt blijft dan bruikbaar.

Voor het astatische punt geldt de voorwaarde:

$\frac{dC}{dx} = \frac{C}{x}$

Past men dit op de C_q -lijn toe, dan moet:

$\frac{dC_q}{dx} = \frac{C_q}{x}$ zijn.

Met α als veranderlijke:

$\frac{dC_q}{dx} = \frac{dC_q}{d\alpha} \frac{1}{\frac{dx}{d\alpha}}$; waarbij $x = b + l_3 \sin \alpha$.

$\frac{dC_q}{d\alpha} = 2Q \frac{l \cos \beta}{l_3 \cos^2 \alpha}$ en $\frac{dx}{d\alpha} = l_3 \cos \alpha$ of

$\frac{dC_q}{dx} = 2Q \frac{l \cos \beta}{l_3^2 \cos^3 \alpha}$

Stelt men deze waarde gelijk aan $\frac{C_q}{x}$, dan volgt een be-

trekking tusschen den knikkingshoek β en den hoek α als uitslaghoek, bij welken het astatische punt gewenscht wordt. Deze betrekking luidt:

$tg\beta = \frac{b}{l_3 \cos^3 \alpha} + tg^3 \alpha$

Opgemerkt worde, dat de C_q -lijn, ook bij knikking, een buigpunt vertoont voor $\alpha = 0$. Bepaalt men nl. voor deze waarde van α de grootheid $\frac{d^2C_q}{dx^2}$, dan wordt deze nul.

Kiest men vervolgens het astatische punt bij den uitslaghoek $\alpha = 0$ en construeert men het mechanisme voor negatieve- en positieve uitslaghoeken, dan wordt een zeer gunstige C_q -lijn verkregen. Deze is dan voor een kleinen totalen uitslag als recht te beschouwen, is over het geheele

gebied stabiel met een zeer kleine δ , feitelijk met grenswaarde $\delta = 0$.

Voor $\alpha = 0$ wordt: $tg \beta = \frac{b}{l_3}$ of met $l_3 = l$:

$tg \beta = \frac{b}{l}$ en $b = l tg \beta$.

Zoo zal voor een gekozen knikkingshoek van 30° , $b = 0,577 l$ en voor $\beta = 45^\circ$, $b = l$ moeten zijn om het gewenschte karakter van de C_q -lijn te verkrijgen.

Bij de gewone ophanging blijft, ook bij knikking, de C_g -lijn, voor positieve waarden van b steeds stabiel, zoodat men zich met C_g verder niet behoeft te bemoeien en deze het totale karakter niet ongunstig kan beïnvloeden.

Dit is bij de omgekeerde ophanging niet het geval, zoodat moet worden nagegaan, wanneer nu, met knikking, deze lijn labiel wordt. De grenswaarde van b wordt verkregen door voor $\alpha = 0$ en voor gegeven knikkingshoek β , een astatisch punt aan de C_g -lijn te doen optreden.

Hiervoor geldt: $\frac{dC_g}{dx} = \frac{C_g}{x}$ of met α als veranderlijke:

$\frac{dC_g}{dx} = \frac{dC_g}{d\alpha} \frac{1}{\frac{dx}{d\alpha}} = \frac{C_g}{x}$

Met $l_3 = l$ wordt:

$\frac{dC_g}{dx} = G \left(\frac{2 \cos \beta - 1}{\cos^2 \alpha} \right)$ en $\frac{dx}{d\alpha} = l \cos \alpha$

$\frac{dC_g}{dx} = G \frac{2 \cos \beta - 1}{l \cos^3 \alpha}$

Stelt men deze waarde gelijk aan $\frac{C_g}{x}$, dan is het resultaat

voor $\alpha = 0$:

$\frac{2 \cos \beta - 1}{l} = \frac{2 \sin \beta}{b}$ of

$b = \frac{2 l \sin \beta}{2 \cos \beta - 1}$ waarmede voor gegeven

knikkingshoek β de afstand b van het ophangpunt A tot de as wordt vastgelegd.

Voor $\beta = 30^\circ$ met $\sin \beta = 0,5$ en $\cos \beta = 0,866$

$b = \frac{2l \sin \beta}{2 \cos \beta - 1} = l \frac{1}{0,73} = 1,37 l$

en voor $\beta = 45^\circ$ met $\sin \beta = \cos \beta = 0,707$

$b = \frac{2 l \sin \beta}{2 \cos \beta - 1} = l \frac{1,414}{0,414} = 3,4 l$.

Hieruit blijkt, dat voor de lijnen C_g en C_q niet gelijktijdig een astatisch punt te bereiken is.

Kiest men nu bij $\beta = 30^\circ$ de waarde van b groter dan $0,577 l$ en kleiner dan $1,37 l$ en voor $\beta = 45^\circ$ b groter dan l en kleiner dan $3,5 l$, dan wordt C_g labiel en C_q stabiel. De laatste levert een veel grooter deel van de totale C-lijn, zoodat hiermede een reguleur met gewichtsbelasting en kleine δ kan worden geconstrueerd (fig. 4). Bij eventueele verzwaring van het hulsgewicht zal dit stabiele karakter bewaard blijven. De constructie-teekening van een dergelijken reguleur met gewichtsbelasting vindt men in fig. 5.

Intusschen is het mechanisme van dezen reguleur ook zeer geschikt om voor veer-reguleur te worden toegepast. Men heeft hierbij de keuze, wanneer men geen zeer bijzondere eischen stelt, tusschen een langsveer en één of twee dwarsveeren. Een langsveer verhoogt de tapdrukken en geeft een daarmede evenredige tapwrijving. Wel wordt ook gelijktijdig de hulsdruk en het arbeidsvermogen aanzienlijk vergroot, doch een kleine graad van ongevoeligheid is daarmede niet te bereiken.

Past men daarentegen dwarsveeren toe, welke aangrijpen in het zwaartepunt van het centrifugaalgewicht, dan zijn

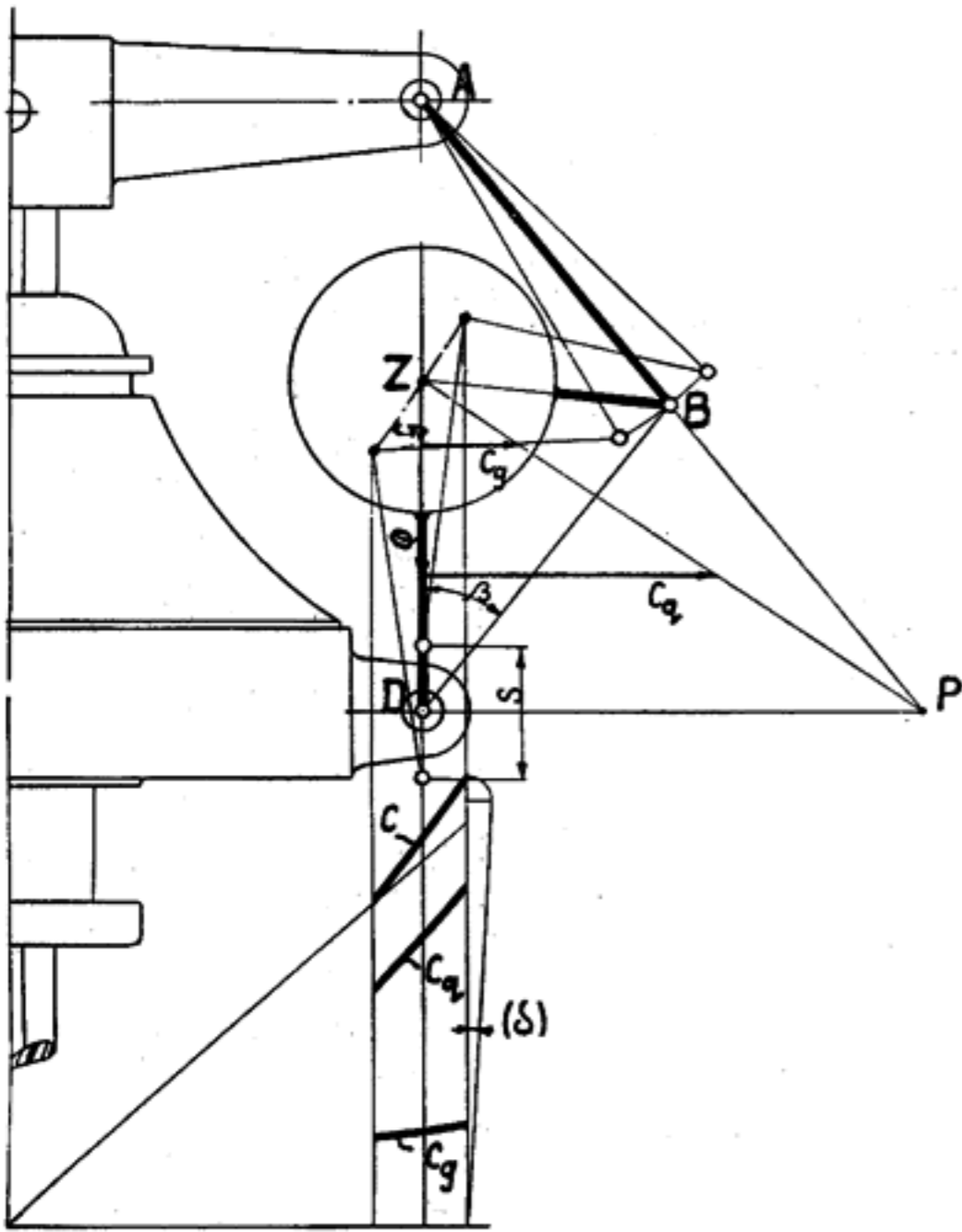


Fig. 4. Omgekeerde ophanging met sterke knikking, positieve en negatieve uitslaghoeken, C-lijnen en δ .

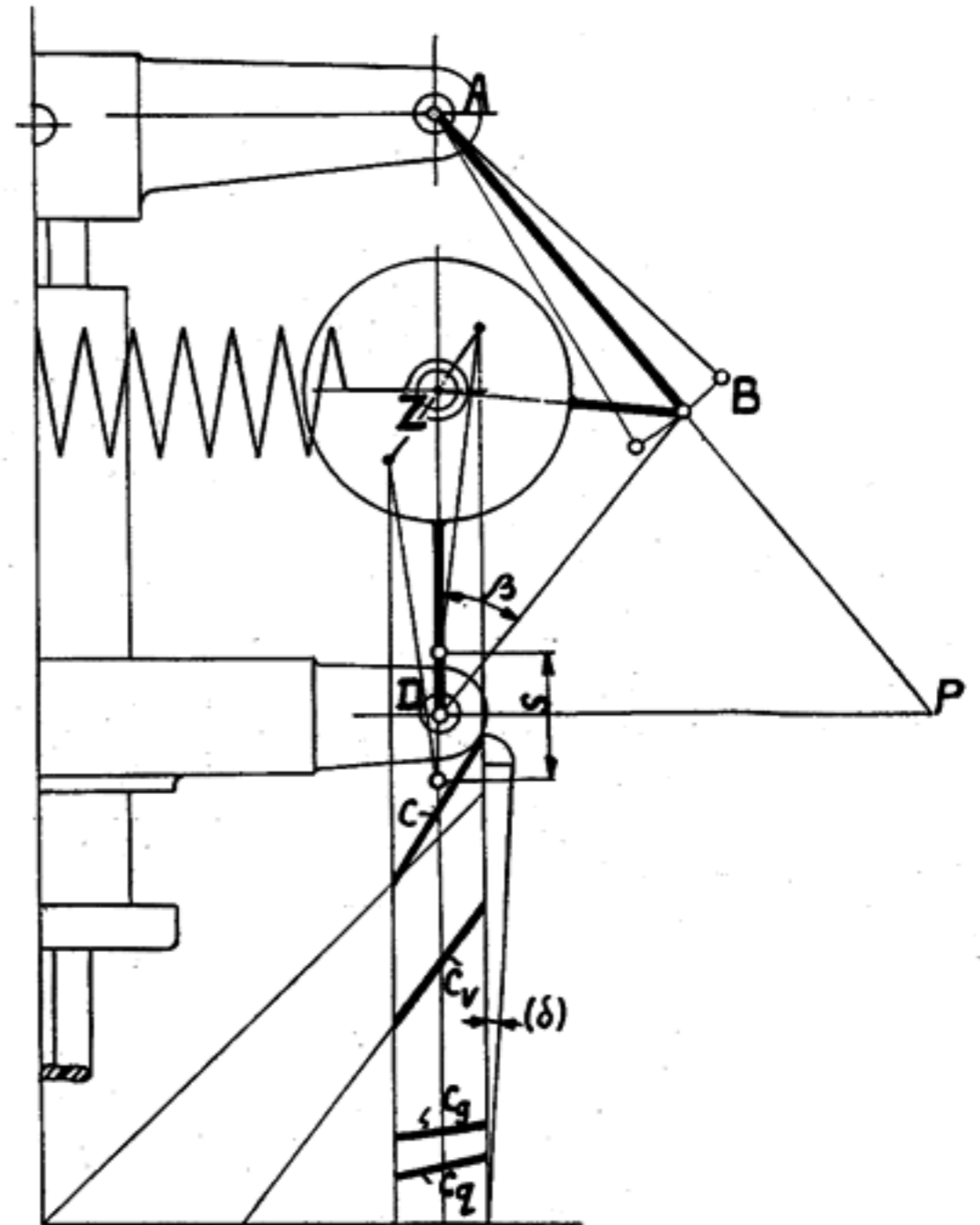


Fig. 6. Veerreguleerder met omgekeerde ophanging, dwarsveeren, sterke knikking, positieve en negatieve uitslaghoeken, C-lijnen en δ .

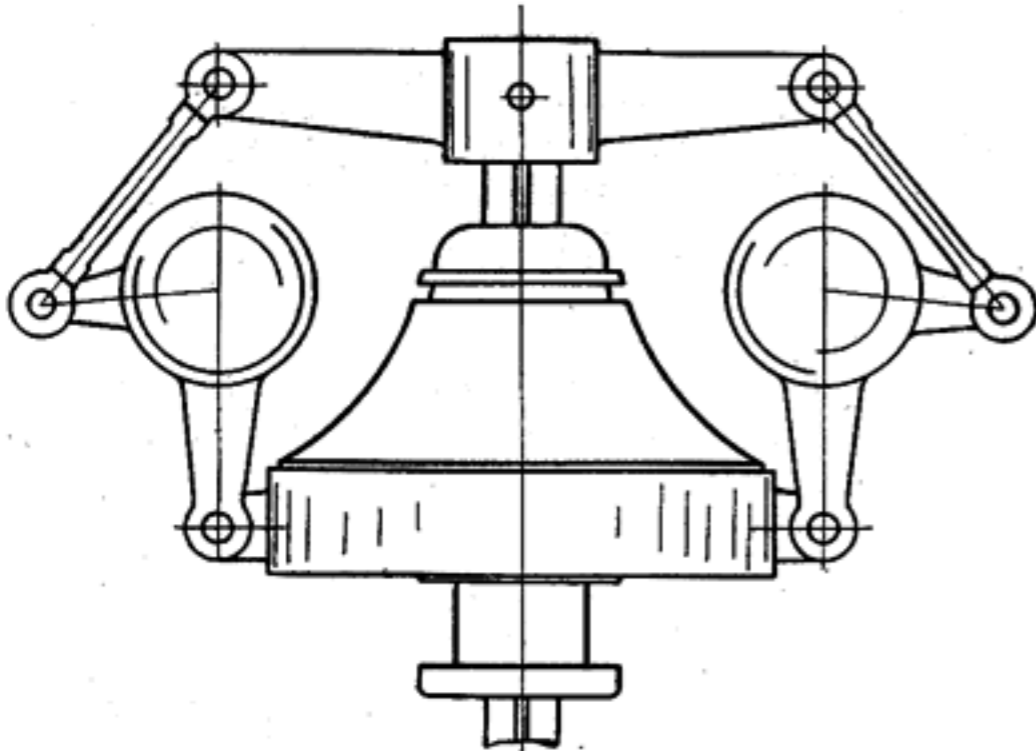


Fig. 5. Constructieve uitvoering van den reguleerder volgens fig. 4.

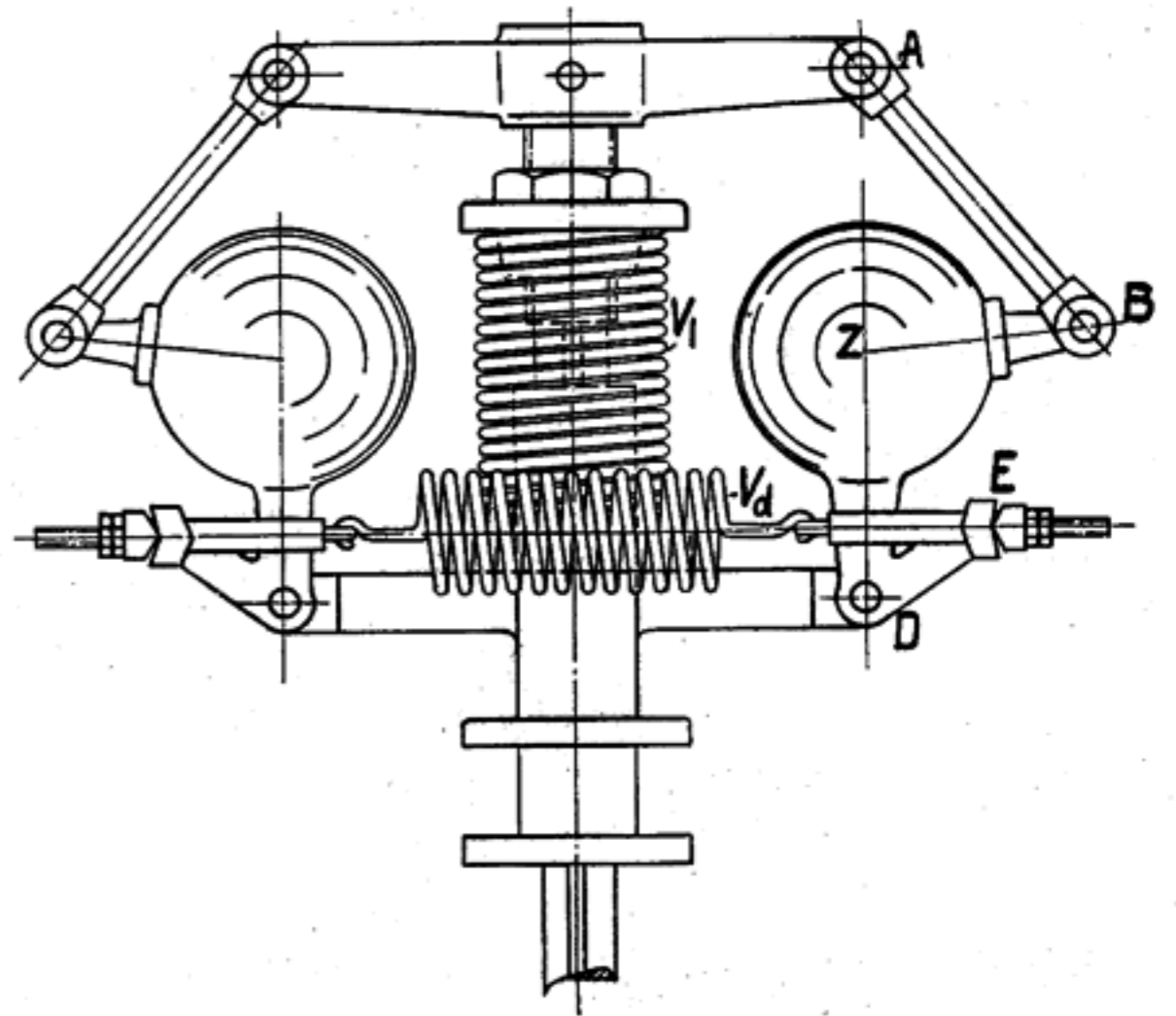


Fig. 7. Veerreguleerder met omgekeerde ophanging, langsveer en dwarsveeren, voor geringe verstelling, bij constante δ .

de veerdruk V_d en de centrifugaalkracht C_d in het zwaartepunt in evenwicht, zoodat nu door de veerspanning de druk op de tappen niet wordt vergroot.

Wanneer dan tevens de gewichtsbelasting Q klein wordt gehouden, kan een groote gevoeligheid worden bereikt. Een dergelijke veerreguleerder met op trek belaste dwarsveeren is in fig. 6 met de verschillende C-lijnen geteekend. De C_g -lijn is een weinig labiel, de C_q -lijn een weinig stabiel, zoodat deze samen nagenoeg astatisch zijn. Het karakter wordt dus geheel bepaald door de veerspanning, daar de C_v -kracht hieraan gelijk is.

Door het kiezen van een geschikte veerconstante (krachttoename per cm rek) kan men de gewenschte waarde van den graad van onregelmatigheid bereiken.

Het aantal omwentelingen kan bij een veerreguleerder worden gewijzigd door de veer meer of minder te spannen. Dit gaat echter, tenzij bijzondere maatregelen worden getroffen, gepaard met een verandering in den graad van onregelmatigheid en wel zoodanig, dat bij toenemend aantal omwentelingen gevaar bestaat voor labiel worden.

Toch kan het noodzakelijk zijn, dat het aantal omwentelingen sterk moet veranderen, men denke b.v. aan pomp-machines, compressoren, molenmachines, terwijl daarnaast als eisch wordt gesteld, dat de graad van onregelmatigheid niet verandert.

Men krijgt dan een z.g. reguleerder voor constante belasting en het hiervoor besproken mechanisme van den reguleerder met omgekeerde ophanging kan hiervoor met succes worden aangewend.

Men denke zich nu de reguleerder (fig. 7) met een langsveer en met twee dwarsveeren. Door het spannen van de langsveer kan, zonder wijziging van δ , het aantal omwentelingen worden veranderd, terwijl een eventueel gewenschte verandering van δ met de dwarsveer wordt bereikt. Spannen van de dwarsveer veroorzaakt een kleiner δ bij hooger n , welke laatste weer is terug te brengen, met behoud van de gewijzigde δ , door de langsveer te ontspannen.

Om aan deze voorwaarden te voldoen, moeten de verschillende deelen, waaruit de totale C-lijn is samengesteld, aan bepaalde eischen voldoen.

De totale C-kracht wordt hier:

$$C = C_g + C_q + C_d + C_l$$

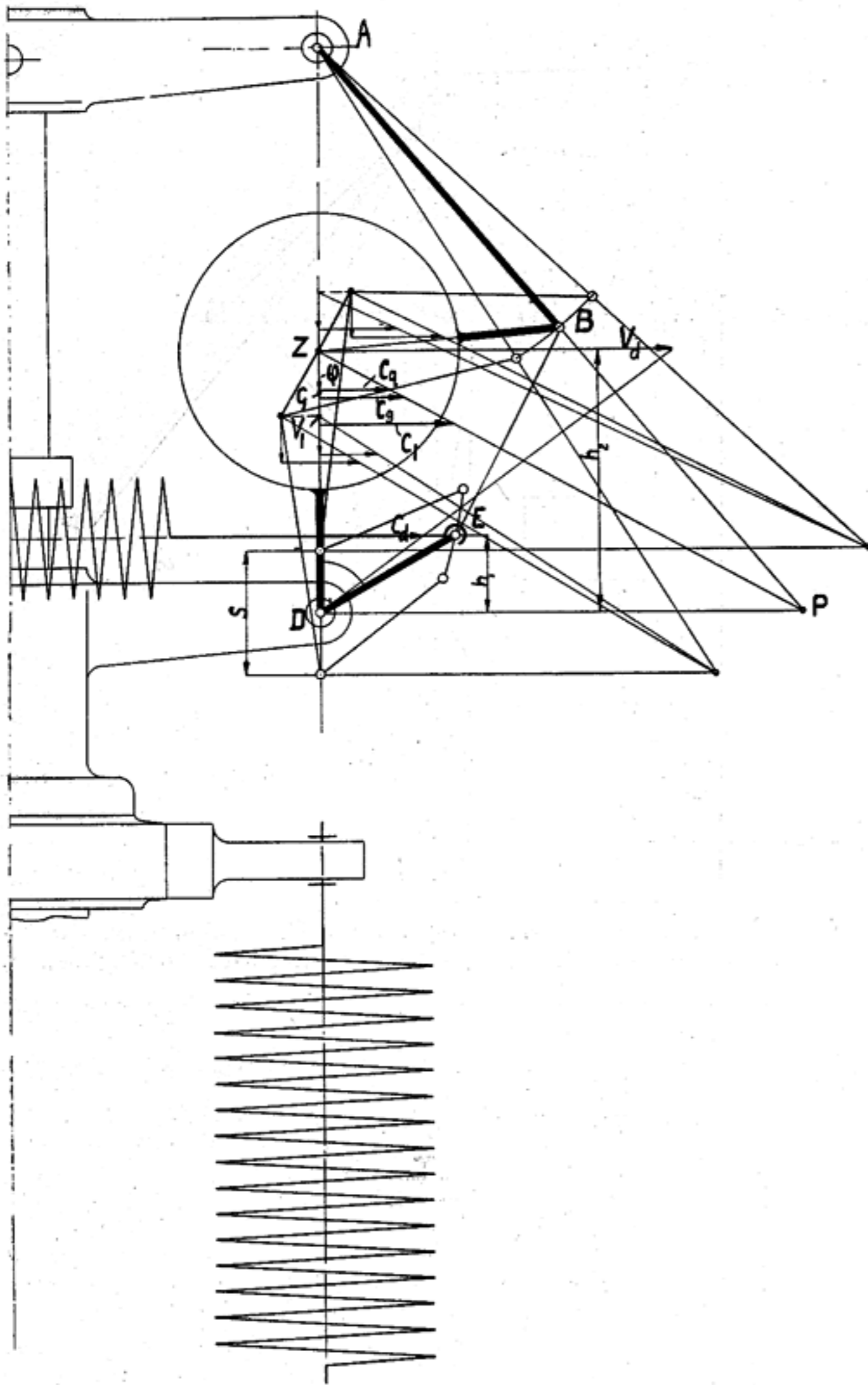


Fig. 8. Veerreguleerder met omgekeerde ophanging, langsveeren en dwarsveeren, voor ruime verstelling bij constante δ ; krachtenschema.

De C_l , welke evenwicht maakt met de totale spanning van de langsveer, kan men uit twee deelen samengesteld denken. En wel: $C_l = C_b + C_t$ als gevolg van de veerspanningen: $V_l = V_b + V_t$, waarin staat uitgedrukt, dat de totale veerdruk gelijk is aan de som van V_b , d.i. de beginndruk in den laagsten stand van de huls en van V_t , d.i. de toename aan veerdruk bij stijgende huls of uitslaande centrifugaalgewichten, zoodat:

$$C = C_g + C_q + C_d + C_b + C_t.$$

Voor een gegeven langsveer is V_t onveranderlijk, nl. afhankelijk van de gekozen veerconstante.

Denkt men zich een bepaalde instelling van de dwarsveer, dan is bij het spannen van de langsveer de veranderlijke grootte V_b en dienovereenkomstig C_b .

De voorwaarde, aan welke het mechanisme van den reguleerder moet voldoen, is nu, dat de verandering in V_b en C_b geen invloed op den graad van onregelmatigheid mag hebben. Dit beteekent, dat de C_b -lijn astaticsch moet zijn, of het mechanisme moet zóó zijn, dat een constante kracht aan de huls een astaticsche C -lijn levert. Tevens houdt dit dus in — en dat kenmerk spreekt duidelijker — dat de C_q -lijn astaticsch moet zijn. De afstand van het ophangpunt tot de as worde zoo gekozen, dat voor den aangenomen knikkingshoek en bij positieve en negatieve uitslaghoeken de C_q -lijn bij benadering astaticsch is.

Wanneer nu een constante kracht aan de huls een astaticsch gedeelte van de totale C -lijn levert, zal noodzakelijk

het deel, dat ontstaat tengevolge van V_t , d.i. een sterk toenemende kracht aan de huls bij uitslaanden reguleerder, een sterk stabiel karakter vertoonen.

De δ van den reguleerder zou hierdoor veel te groot worden, zoodat gezorgd moet worden voor compensatie door een labiel gedeelte van de totale lijn. Dit labiele deel moet geleverd worden door de dwarsveeren.

Voor het gegeven stangenstelsel moet de kracht dezer veeren zoo aangrijpen, dat de hiermede in het zwaartepunt werkende C -kracht een labiel karakter krijgt. Dit zal het geval zijn, wanneer het aangrijpingspunt der veeren in E worde gekozen, terwijl D het ophangpunt van den slinger is.

De momenten, bepaald ten opzichte van de pool P (fig. 8), geven: $C_d h_2 = V_d h_1$.

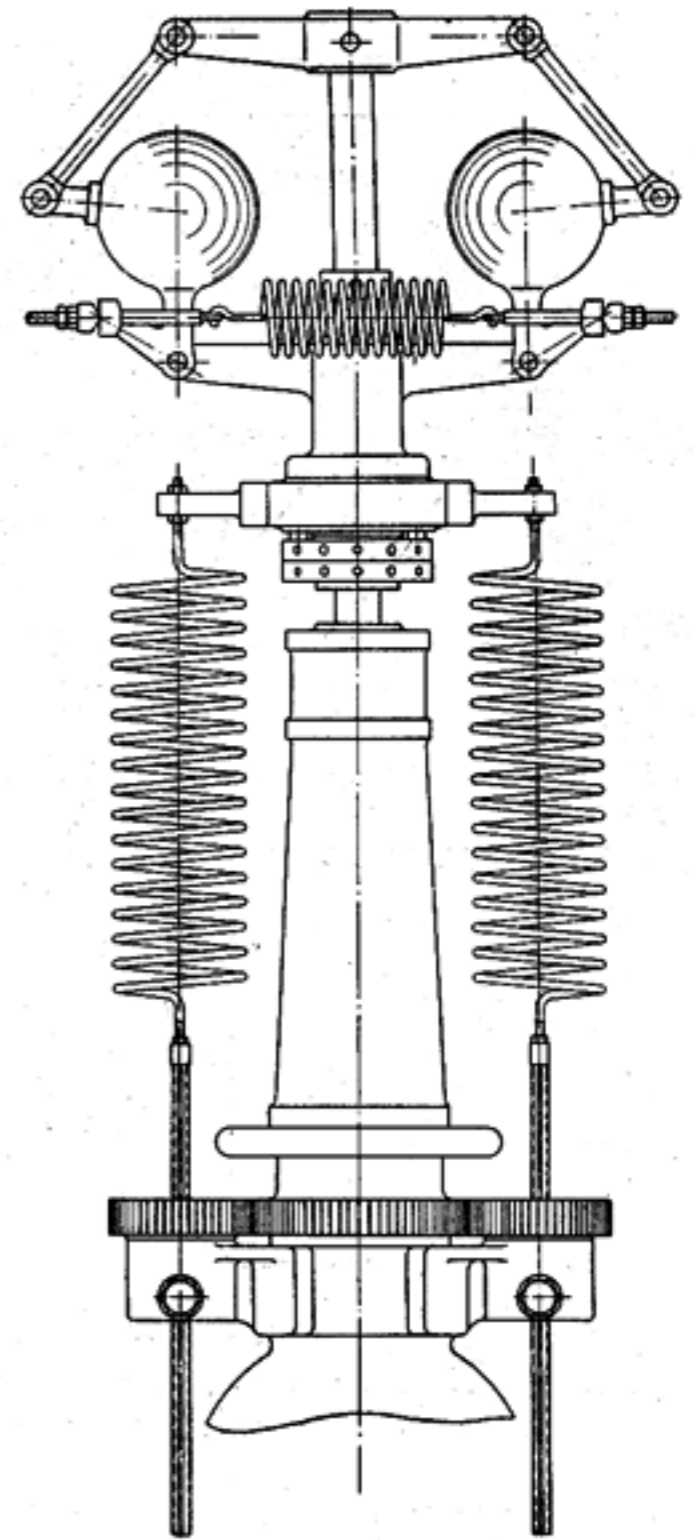


Fig. 9. Constructieve uitvoering van den reguleerder volgens fig. 8.

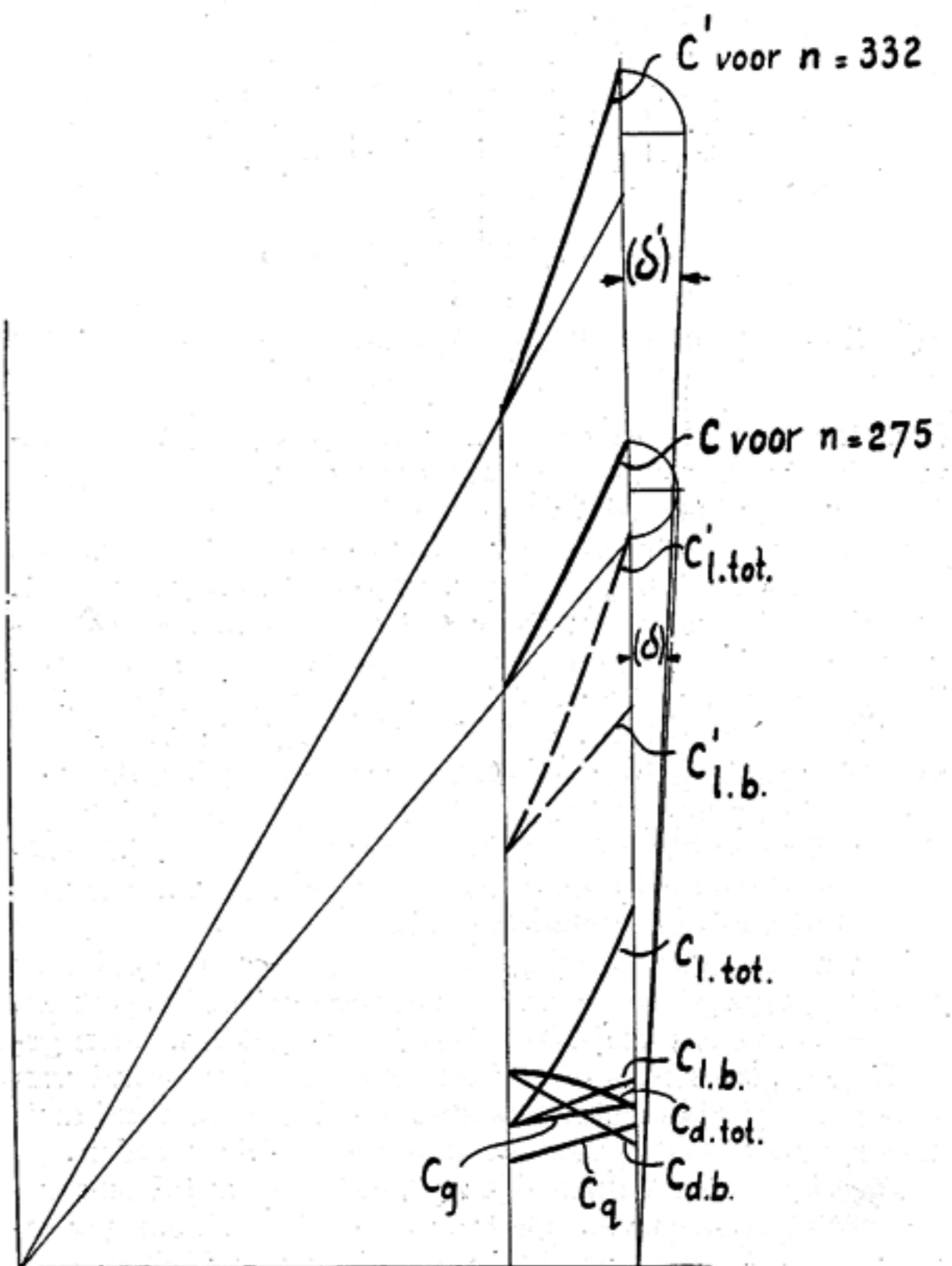


Fig. 10. C-lijnen en graad van onregelmatigheid, bij verstelling, voor den reguleerder van fig. 9.

Uit de tekening is te zien, dat bij verplaatsing van het zwaartepunt naar buiten h_1 kleiner wordt, terwijl h_2 nagevoeg onveranderlijk is. Het kost weinig moeite om de dwarsveer zoo te kiezen, dat C_d sterk labiel wordt.

Men kan hierbij ook de totale dwarskracht van de veer nog gesplitst denken in twee deelen:

$$V_d = V_{db} + V_{dt} \text{ en } C_d = C_{db} + C_{dt}.$$

Van de totale C -lijn is achtereenvolgens:

C_g labiel,

C_q astatisch,

C_b astatisch,

C_t sterk stabiel,

C_d labiel.

Bij de keuze der dwarsveeren is er voor te zorgen, dat de constante stabiliteit van C_t grooter is, dan het labiele van C_d , waarbij de invloed van C_g wel kan worden verwaarloosd. Het verschil in karakter van C_t en C_d zal dan den graad van onregelmatigheid bepalen.

Wanneer nu vervolgens de langsveer wordt gespannen, zal alleen V_b en daarmee C_b toenemen. Deze lijn blijft echter astatisch en kan geen invloed hebben op het totale karakter van den reguleur. Het kan noodig zijn, dat er, in verband met de constructie van den reguleur, zooals de ligging van de as ten opzichte van de slingers, een kleine afwijking ontstaat en de C_q -lijn nog een zeer geringe stabiliteit overhoudt. Dit is het geval voor den reguleur van fig. 9, voor welken in fig. 10 de C -lijnen zijn geteekend. Terwijl de constructie van fig. 7 bestemd is voor betrekkelijk geringe verstelling van het aantal omwentelingen, heeft die van fig. 9 een ruime verstelling, waarbij de stilstaande langsveeren onder het loopen versteld kunnen worden.

In fig. 8 vindt men aangegeven op welke wijze de verschillende componenten der totale C -lijn grafisch worden bepaald en in fig. 9 is te zien, dat, voor een verstelling van $n = 275$ op $n = 332$ per minuut, de graad van onregelmatigheid praktisch geen verandering ondergaat.

Met voorgaande is bedoeld aan te toonen, op welke wijze de transformatie van het stangenstelsel is uit te voeren om bij omgekeerde ophanging resultaten te bereiken, zooals deze, bij gewone ophanging, uit den reguleur van WATT door TOLLE zijn afgeleid.

BOEKENNIEUWS.

Publicaties van de „International Tin Research and Development Council”.

In de publicatie A-8 („The improvement of white metals for severe service”) behandelt D. J. MACNAUGHTAN in het algemeen enkele gezichtspunten inzake zwaar belaste draagmetalen met een hoog tingealte. Het ontstaan der netwerken van haarscheurtjes als gevolg van groote trekbelasting wordt uitvoerig besproken. De invloed van een toenemend antimoon- resp. cadmium-gehalte op de Brinellhardheid, vermoeiingseigenschappen en trekvastheid van koper-antimoon-tin legeringen met een constant kopergehalte (3,5%) werd onderzocht.

De hierop aansluitende publicatie A-9 („The behaviour of white bearing metals when subjected to various deformation tests”) geeft een beschrijving van een serie onderzoeken op het gebied van draagmetalen: hardheidsmetingen op diverse alliages onder verschillende omstandigheden; trekproeven, verricht met een aantal witmetaal alliages, die onder verschillende omstandigheden gegoten waren; „pounding tests” op acht verschillende legeringen witmetaal alsmede op een z.g. „lead-alkali alloy” gegoten onder diverse condities, verricht bij 18°, 100° en 150° C.

De publicatie B-1 („The properties of tin”), samengesteld door E. S. HEDGES en C. E. HOMER, geeft een uitvoerig overzicht van de atoom-eigenschappen, alsmede van de mechanische, thermische, elektrische, magnetische en optische eigenschappen van tin.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN.

De 3600 Apk Werkspoor Scheepsmotor.

Een belangrijke opdracht van de Anglo Saxon Petroleum Co. heeft Werkspoor N.V. aanleiding gegeven haar enkelwerkenden viertakt scheepsdieselmotor te perfectionneeren, zoodat wij thans op dit speciaal gebied een nationaal product bezitten, dat de vergelijking met de belangrijkste buitenlandse voortbrengselen glansrijk doorstaat.

De hoofdgegevens van den motor zijn:

Boring	650 mm
Slag	1400 mm
Aantal cyl.	8
vermogen } max.	4150 Apk
} normaal	3600 „
Omw./min.	120
Effect. gem. druk normaal	7,25 kg/cm ² .
Geïndic. gem. druk normaal	8,85 „
Brandstofverbruik	172 gr per Apk/uur.
Smeerolieverbruik	20 l per etmaal.
Mechanisch rendement	82%.
Laagst aantal toeren	28.

Bij dezen motor wordt thans de brandstof direct ingespoten en zijn dus de H.D. luchtcompressoren vervallen.

Iedere cylinder heeft een eigen brandstofpompcomplex, dat een combinatie is van een plunjerpompje, dat de maximum benodigde hoeveelheid brandstof levert, en een Bosch-pompje, dat het begin en het einde van de inspuiting telkens regelt. De pompen van telkens 4 cylinders zijn tot één blok vereenigd. Doordat de doode punten voor de beide draairichtingen, waarop brandstof wordt ingespoten, 360° verschillen, is geen omkeerbeweging voor de brandstofpompen noodig. Er kan dus hierbij met één aandrijvende nok worden volstaan.

De omkeerbeweging voor de uitlaat- en inlaatkleppen is volgens het gewone Werkspoorstelsel, waarbij de klep- hefboomen om schuin geplaatste excentrische gedeelten van de omkeeras draaien.

De aandrijving der nokkenassen voor de beweging der kleppen en voor de brandstof- en smeeroliepompen geschiedt met vertragende tandwielen door middel van een hulpas, die zelf door een Renold-rollerketting vanaf de krukas wordt aangedreven. De toepassing van den Renold-ketting is voor den Werkspoor-motor een novum.

De verbrandingslucht wordt voorverdiend in de gesloten ruimte tusschen ondereinde cylindervoering en top krukkast op de bekende wijze. De vuldruk kan worden ingesteld tusschen 0,1 en 0,4 at. overdruk.

Het aantal handels op den manoeuvreerstand is tot een drietal teruggebracht: één voor de telegraaf, één voor de omkeerbeweging, één voor het aanzetten en voor de regeling van de brandstof. Teneinde fouten bij het manoeuvreeren in de machinekamer te voorkomen, is de bediening der handels op een bijzondere wijze van elkaar afhankelijk.

De aandrijving der benodigde bedrijfspompen is goed verzorgd.

Bij een juiste afstelling is het inderdaad mogelijk den uitlaat bij alle vermogens onzichtbaar te maken en te houden.

Het succes, dat Werkspoor N.V. met dezen motor zal bereiken, lijkt niet twijfelachtig, niettegenstaande de tweetakt dieselmotor voor scheepsvoortstuwing steeds meer toepassing vindt.

F. A. B.

Een modern koperdraad-walswerk.

In verband met de verschillende plannen ter oprichting van walswerken in ons land, waarbij ook de opstelling van een draadwalswerk wordt beoogd, komt het niet ondienstig voor om de aandacht te vestigen op een koperdraad-walswerk, dat voor de firma Pirelli te Milaan is uitgevoerd door FRIED. KRUPP Grusonwerk A.G., Magdeburg/Buckau. Daarbij is al het technisch mogelijke toegepast om een eenvoudige en economische werkwijze te verkrijgen.