

Overbelasting van excenterpersen

Citation for published version (APA):

Soepnel, A. P. J. (1963). Overbelasting van excenterpersen. *Metaal en kunststof*, 1(14), 690-694.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1963

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Overbelasting van excenterpersen

Overbelasting van een excenterpers kan op verschillende manieren ontstaan. Men kan een gat stampen met te grote omtrek of uit te sterke plaat of uit te dikke plaat. De vereiste druk kunnen we berekenen met de formule $P = O \times S \times O_n$, hierin is P de uit te oefenen kracht, O = omtrek gat, S de plaatdikte en O_n de treksterkte van het materiaal in kg/mm^2 .

Dit geldt voor ponsen van gaten e.d., dus voor een afsnijdende bewerking.

Anders wordt het indien we buigwerk te verrichten hebben. Voor zacht staal en een buigstraal ongeveer gelijk aan de plaatdikte vinden we de benodigde druk met de formule:

$$P = 0,22 \times s \times l \times O_n \quad (\text{in cm})$$

waarin s is materiaaldikte, l is buig lengte en O_n de trekvastheid in kg/cm^2 .

Bij pletwerk en koudpersen worden de drukken bepaald door de oppervlakte van de stempel te vermenvuldigen met de treksterkte van het materiaal en met een factor n die o.a. kan variëren van 4 tot 10, afhankelijk van o.a. wrijving, materiaal, warmteontwikkeling enz.

Als eerste regel geldt: Een excenterpers mag nimmer belast worden met een druk hoger dan de nominale druk. De nominale druk is de druk waarmee de fabrikant gerekend heeft, o.a. bij de framesterkte. De constructeur heeft vanzelfsprekend wel rekening gehouden met de kans op een tijdelijke en toevallige overbelasting van meer dan de dubbele nominale druk. Behalve mogelijke schade aan de koppeling en andere krachtoverbrengende delen, zou een te hoge belasting framebreuk ten gevolge kunnen hebben.

Vóórdat breukgevaar ontstaat zal een belaste pers uitveren. Nu kan opgemerkt worden dat een stalen frame minder uitveert dan een gietijzeren frame. Tengevolge van het verschil in elasticiteitsmodulus is dit ca. $2\frac{1}{3}$ maal minder. Een gietijzeren frame zal derhalve tot een zekere grens als overbelastingsveiligheid fungeren; een verdere overschrijding leidt onherroepelijk tot breuk.

Niet vergeten mag worden dat de uitvering of schuinstelling van de leibanen door grote krachten betekent dat de snijder of in het algemeen het beweeglijk gereedschapsdeel niet meer loodrecht staat op de matrijs. De nauwkeurig voorgeschreven speelruimte tussen snijder en matrijs is verloren en de snijder drukt niet gelijkmatig. Het gevolg is dat de levensduur van de gereedschappen aanzienlijk bekort wordt en het gevaar van gereedschapbreuk door buigkracht is zeer groot.

Internationaal is bekend dat excenterpersen moeten voldoen aan de eisen volgens Prof. Schlesinger's „Prüfbuch der Werkzeugmaschinen" ofwel de D.I.N. voorschriften. (Zie fig. 1). Opgemerkt kan worden dat de toleranties groter zijn bij zware persen. In het algemeen is het juist om bij grote afmetingen ook ruimere toleranties toe te staan. Indien echter een zware pers moet werken met een gereedschap waarin zich bv. een aantal snijders bevinden, dan zouden de dunne en zwakke snijders aan te grote krachten zijn blootgesteld tengevolge van de hoekverdraaiing der leibanen. Beter zou in dit geval zijn om ook voor een zware pers de toleranties te eisen geldig voor een lichtere pers (fig. 2a en 2b)

Het bovenstaande geldt voor een C-frame van een schuinstelbare pers. Ook bij het werken met een gesloten zg. portaalpers zal bij een belasting waar-

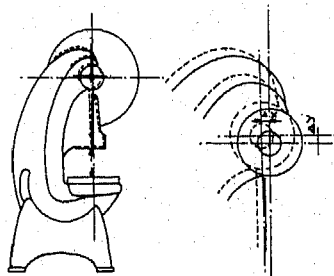


Fig. 2a

Asverschuiving en scheefligging der stotergeleiding bij excenterpersen.

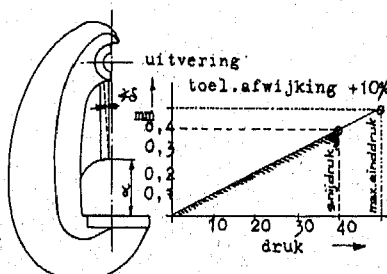


Fig. 2b

Uitvering bij 40 t druk 0,40 mm.
Terugvering der geleidingen: = 3,5'

AFNAME EISEN VOOR EXCENTERPERSEN

Nr	Aard van de meting	SCHEMA	Meet-instrument	Toelaatbare afwijkingen	Opgemeten afwijkingen	Meetmethode																																																																																
1	Evenwijdigheid van tafelooppervlak t.o.v. stotervlak		Meetklok, voet van de standaard 200 tot 250 mm lang	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Meetlengte AB</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 225</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>boven 225-450</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>boven 450</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Meetlengte CD</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 225</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>boven 250-500</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>boven 500</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Persen voor zwaarder werk (b.v. smeden)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Meetlengte AB</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 225</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>boven 225-450</td> <td>0,08</td> <td>0,1</td> <td>0,17</td> </tr> <tr> <td>boven 450</td> <td>0,1</td> <td>0,14</td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Meetlengte CD</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 250</td> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>boven 250-500</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>boven 500</td> <td>0,08</td> <td>0,1</td> <td>0,17</td> </tr> </tbody> </table>	Meetlengte AB	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 225	0,04	0,05	0,09	boven 225-450	0,05	0,06	0,1	boven 450	0,06	0,08	0,12	Meetlengte CD	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 225	0,03	0,04	0,08	boven 250-500	0,04	0,05	0,09	boven 500	0,05	0,06	0,1	Meetlengte AB	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 225	0,06	0,08	0,15	boven 225-450	0,08	0,1	0,17	boven 450	0,1	0,14	0,2	Meetlengte CD	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 250	0,04	0,06	0,14	boven 250-500	0,06	0,08	0,15	boven 500	0,08	0,1	0,17		<p>meetklok op de tafel.</p> <p>Taster tegen het stotervlak zo ver mogelijk aan de kant bij A resp. B dan bij C resp. D. Verschil A-B resp. C-D bepalen.</p> <p>Betreffende A-B: afstand tafelooppervlak - stotervlak moet bij A het kleinst zijn.</p> <p>Bij persen met verstelbare tafel de metingen verrichten in hoogste en laagste stand van de tafel</p>
Meetlengte AB	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 225	0,04	0,05	0,09																																																																																			
boven 225-450	0,05	0,06	0,1																																																																																			
boven 450	0,06	0,08	0,12																																																																																			
Meetlengte CD	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 225	0,03	0,04	0,08																																																																																			
boven 250-500	0,04	0,05	0,09																																																																																			
boven 500	0,05	0,06	0,1																																																																																			
Meetlengte AB	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 225	0,06	0,08	0,15																																																																																			
boven 225-450	0,08	0,1	0,17																																																																																			
boven 450	0,1	0,14	0,2																																																																																			
Meetlengte CD	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 250	0,04	0,06	0,14																																																																																			
boven 250-500	0,06	0,08	0,15																																																																																			
boven 500	0,08	0,1	0,17																																																																																			
2	Evenwijdigheid van stotergat t.o.v. stoterbeweging		Meetklok, meetdoorn met cilindrische opname schacht (volgens DIN 810) en cilindrisch meet gedeelte	<p>In richting AB:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grootste slag v.d. stoter</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 100</td> <td>0,025</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>tot 150</td> <td>0,03</td> <td>0,045</td> <td>0,085</td> </tr> <tr> <td>boven 150</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table> <p>In richting CD:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grootste slag v.d. stoter</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 100</td> <td>0,025</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>tot 150</td> <td>0,03</td> <td>0,045</td> <td>0,085</td> </tr> <tr> <td>boven 150</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Grootste slag v.d. stoter	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 100	0,025	0,04	0,07	tot 150	0,03	0,045	0,085	boven 150	0,04	0,05	0,1	Grootste slag v.d. stoter	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 100	0,025	0,04	0,07	tot 150	0,03	0,045	0,085	boven 150	0,04	0,05	0,1		<p>Grootste stoterslag instellen, meetdoorn in het stotergat</p> <p>Opstellen van de meetklok met taster tegen de meetdoorn.</p> <p>De stoter een slag laten maken en meetklok aflezen</p> <p>Betreffende AB: Het vrije uiteinde van de meetdoorn mag slechts naar binnengericht zijn</p>																																								
Grootste slag v.d. stoter	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 100	0,025	0,04	0,07																																																																																			
tot 150	0,03	0,045	0,085																																																																																			
boven 150	0,04	0,05	0,1																																																																																			
Grootste slag v.d. stoter	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 100	0,025	0,04	0,07																																																																																			
tot 150	0,03	0,045	0,085																																																																																			
boven 150	0,04	0,05	0,1																																																																																			
3	Haaksheid v.d. stoterbeweging t.o.v. het tafelooppervlak		Meetklok, winkelhaak, meetarm, overeenkomend met de grootte van de slag	<p>In richting AB:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grootste slag v.d. stoter</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 100</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>tot 150</td> <td>0,045</td> <td>0,06</td> <td>0,11</td> </tr> <tr> <td>boven 150</td> <td>0,05</td> <td>0,07</td> <td>0,13</td> </tr> </tbody> </table> <p>In richting CD:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grootste slag v.d. stoter</th> <th colspan="3">Druk</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>tot 50t</th> <th>tot 250t</th> <th>boven 250t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tot 100</td> <td>0,025</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>tot 150</td> <td>0,03</td> <td>0,045</td> <td>0,085</td> </tr> <tr> <td>boven 150</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Grootste slag v.d. stoter	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 100	0,04	0,05	0,09	tot 150	0,045	0,06	0,11	boven 150	0,05	0,07	0,13	Grootste slag v.d. stoter	Druk			mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t	tot 100	0,025	0,04	0,07	tot 150	0,03	0,045	0,085	boven 150	0,04	0,05	0,1		<p>Grootste stoterslag instellen, winkelhaak op de tafel</p> <p>Meetklok aan stoter bevestigen met taster tegen winkelhaak. De stoter een slag laten maken en meetklok aflezen.</p> <p>Betreffende AB: De beweging van de stoter mag slechts naar binnen gericht zijn.</p>																																								
Grootste slag v.d. stoter	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 100	0,04	0,05	0,09																																																																																			
tot 150	0,045	0,06	0,11																																																																																			
boven 150	0,05	0,07	0,13																																																																																			
Grootste slag v.d. stoter	Druk																																																																																					
mm	tot 50t	tot 250t	boven 250t																																																																																			
tot 100	0,025	0,04	0,07																																																																																			
tot 150	0,03	0,045	0,085																																																																																			
boven 150	0,04	0,05	0,1																																																																																			

Fig. 1

bij de resultante niet samenvalt met de stoterhart-
lijn de juiste stand van het gereedschap verstoord
worden (fig. 3).

De gevolgen van overbelasting kunnen zijn:

- Framebreuk* en/of kromgedrukte krukas (fig. 4),
als de nominale kracht overschreden wordt.
- Krukasbreuk* en/of breuk van die delen welke
door het wringmoment belast worden, o.a. de
koppeling.

Indien we aannemen dat het draaimoment constant
is, dan is dus ook T de tangentiële kracht constant.
Uit figuur 5 volgt $\angle M A B = 180^\circ - (\alpha + \beta)$
dus $\angle A R T = \alpha + \beta$.

$$R = T \frac{1}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad P = R \cos \beta \text{ en dus}$$

$$P = T \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

Bij oneindig lange drijfslag zal $\cos \beta = 1$ en
 $\beta = 0$ zijn en wordt

$$P = \frac{T}{\sin \alpha}$$

Nu is P minimaal bij $\alpha = 90^\circ$, ($\sin \alpha = 1$) en bij
 $\alpha = 0^\circ$ wordt $\sin \times 0$ en dus P oneindig groot. Voor
het zover is, is reeds lang het frame gebroken.

De max. toelaatbare kracht P moet dus reeds vóór
het onderste dode punt zijn bereikt en mag daarna
niet groter worden.

De meeste fabrikanten berekenen hun persen zo
dat 30° vóór het O.D.P. de max. = nominale kracht
mag worden uitgeoefend. $T = P \sin 30^\circ = \frac{1}{2} P$
en dit geldt dan bij de max. slag h.

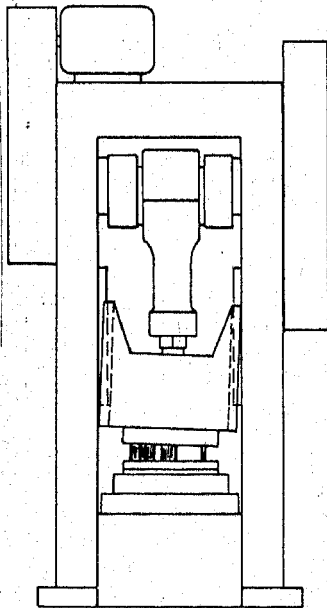


Fig. 3

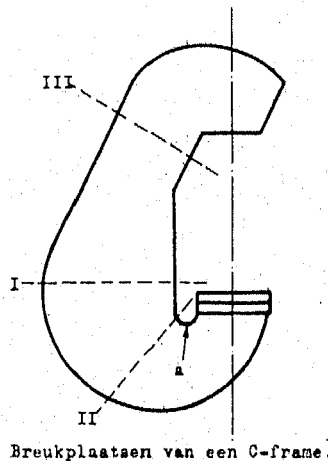


Fig. 4

$$h_{30^\circ} = \frac{n \text{ max.}}{2} (1 - \cos 30^\circ) \approx \frac{1}{15} h \text{ max.}$$

Willen we dus een plaat met een dikte S doorponsen,
waarbij de nominale kracht nodig is, dan moet een
slag ingesteld zijn die $15 \times$ de plaatdikte bedraagt.
Daar bv. bij ponsen de kracht eerst maximaal wordt
na ongeveer $\frac{1}{3}$ van de plaatdikte, kan men de slag-
instelling stellen op 10 à $12 \times$ de plaatdikte; er is
dan rekening gehouden met het doorkomen van de
snijders in de matrijs. Figuur 6a, b, c, d, e.

Uit het bovenstaande volgt reeds hetgeen onder b
gezegd werd. Indien een kracht P, nodig voor een
of andere bewerking, reeds moet werken vóór 30°
vanaf het O.D.P., dan wordt het wringmoment op
de krukas bepaald door $T = P \sin \alpha$ en dus als de
kruk horizontaal staat is $\alpha = 90^\circ$ en $\sin 90^\circ = 1$
en dus $T = P$.

Dit wil zeggen dat de krukas belast wordt door een
wringmoment $P \times r$, waarin r de kruk lengte ofwel
de halve slag is. Tegen een dergelijk wringmoment
is de as niet bestand en *de as zal bezwijken*.

Uit fig. 7 moge blijken dat, indien in een bepaald
geval de nominale kracht nodig is voor bv. het
ponsen van een gat, dan als we de pers op een
kleinere slag instellen, reeds begonnen mag worden,
dus het materiaal mogen raken, bij een krukhoek
groter dan 30° . Zelfs bij een slag die de helft is
van de max. slag is de nominale kracht gedurende
de gehele slag beschikbaar.

De krukhoek bij welke de maximale kracht uitge-
oefend mag worden bij verkleining van de slag is
nu te berekenen.

Bij de max. slag is $T = P \text{ nom.} \sin \alpha = \frac{1}{2} P \text{ nom.}$
(voor $\alpha = 30^\circ$).

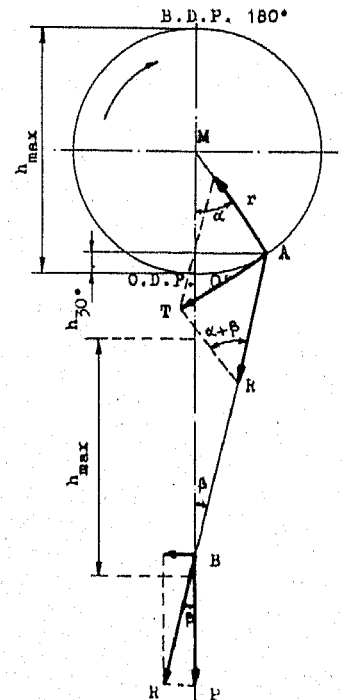
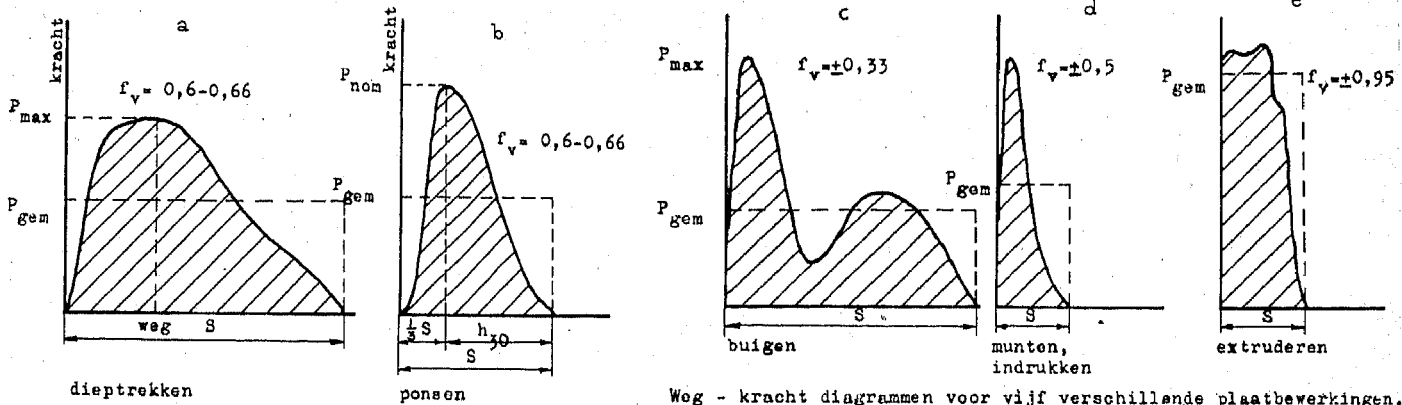


Fig. 5



Weg - kracht diagrammen voor vijf verschillende plaatbewerkingen.

Fig. 6

$$T \times R \text{ max.} = \frac{1}{2} P \text{ nom.} \times R \text{ max.} = T_x \text{ maal } R_x$$

$$T_x = \frac{1}{2} P \text{ nom.} \times \frac{R \text{ max.}}{R_x} \text{ en } T_x = P \sin \alpha$$

$$P = \frac{1}{2} P \text{ nom.} \times \frac{R \text{ max.}}{R_x \sin \alpha}$$

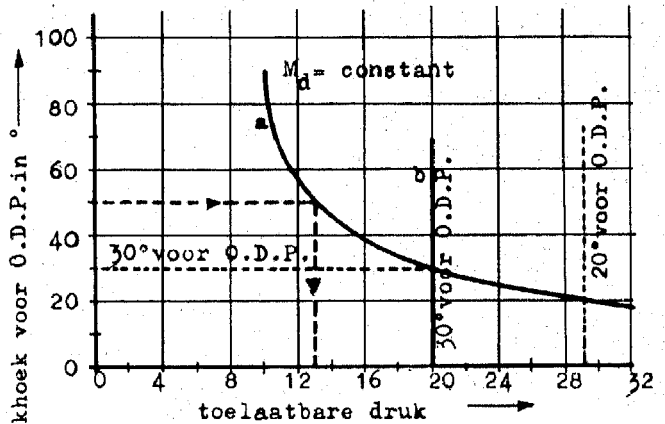
Wordt bv. de verhouding $R_x : R \text{ max.} = 3 : 4$ gemaakt, dan is.

$$P = \frac{1}{2} P \text{ nom.} \times \frac{4}{3 \sin \alpha}$$

lijk zijn aan $P \text{ nom.}$, dus als $\sin \alpha = \frac{2}{3}$, waaruit volgt $\alpha = 41^\circ$

$$P = \frac{P \text{ nom.}}{2 \times 2 \times 3} = P \text{ nom.}$$

We kunnen het toelaatbare tonnage in verband met de afstand voor O.D.P. vastleggen in een tabel of een grafiek. De berekening is als volgt:



a = toelaatbare belasting roterende delen
b = toel. belasting niet roterende delen.

Invloed van krukhoek op toelaatbare druk.

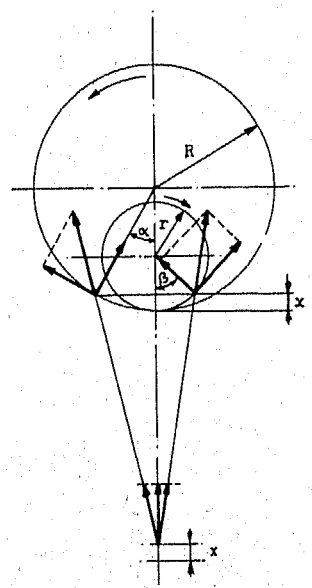
Fig. 8

De krukas is onderworpen aan buig-, schuif- en wringspanningen. De buig- en schuifspanningen zijn onafhankelijk van de afstelling van de pers en zijn maximaal bij maximale belasting. De wringspanning daarentegen is afhankelijk van de stand van de kruk en de ingestelde slag.

Gaan we uit van een maximaal toelaatbare spanning in de krukas en verminderen we deze met de maximaal optredende buig- en schuifspanningen, dan weten we welke wringspanning maximaal toegelaten mag worden.

Gewoonlijk bedraagt de wringspanning 700—900 kg/cm² bij goed materiaal.

Met behulp hiervan kan het maximaal toelaatbare



Invloed van de keuze van de slag.

Fig. 7

wringend moment M_n maximaal berekend worden. Zie fig. 9.

$$M_w \text{ max.} = t W = t \frac{\pi}{32} D^3 = t \cdot 0,1 D^3 \dots (1).$$

Uit figuur 9 blijkt dat de drijfstaang een wringend moment uitoefent $M_w = K_t \frac{S}{2} \dots (2).$

Dit moment mag nooit groter worden dan M_n . max.

$$K_t = \frac{K \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta} \dots (3).$$

Na enige herleiding en vereenvoudiging vinden we:

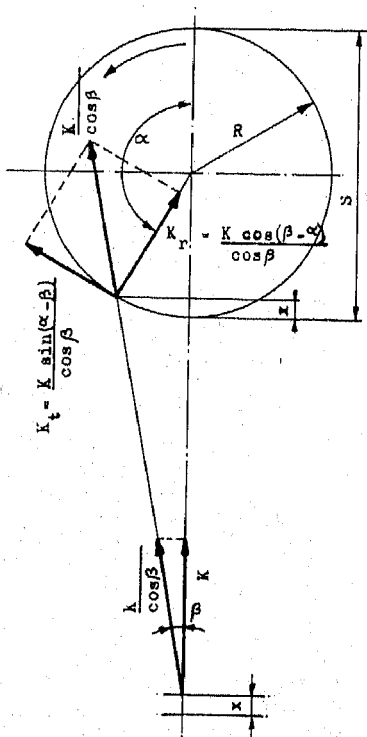


Fig. 9

Fig. 10

20 TON EXCENTERPERS									
Beschikbare druk in tonnen als stoter een afstand X mm boven onderste dode punt is.									
X → SLAG ↓	1	2	3	4	6	10	16	25	40
100	20	20	20	18	15	11	9,5	8	7
96	20	20	20	19	15,2	12	10	8,4	7,8
84	20	20	20	19	15,5	13	10,7	9,1	8,7
66	20	20	20	20	18,5	14,3	12,5	10	9,2
44	20	20	20	20	20	17,5	15,7	14,3	
23	20	20	20	20	20	20	20		
10	20	20	20	20	20	20	20		

Pers-instructieplaatje.

$$K_t = K \sin \alpha \left(1 - \frac{S}{2l} \cos \alpha\right) \text{ dus } M_w = K \sin \alpha \left(1 - \frac{S}{2l} \cos \alpha\right) \frac{S}{2} \dots (4) \text{ en } (5).$$

Daar $\frac{S}{2l}$ kleiner is dan 0,2 kunnen we deze term verwaarlozen en met aanname van deze fout van ten hoogste 20 % gaat de formule over in:

$$M_w = K \sin \alpha \frac{S}{2} \dots (6).$$

In deze formule kennen we S. Verder weten we de afstand X vóór het O.D.P., waar de kracht K optreedt.

Tussen X en α bestaat de volgende betrekking:

$$X = \frac{S}{2} (1 + \cos \alpha) \dots (7).$$

Met behulp van bovenstaande formules kennen we nu de max. toelaatbare stoterkracht bij een bepaalde persafstelling.

Voorbeeld: Pers 20 ton asdiam. 80 Ø mm.
slag 100 mm
X = 4 mm
l = 440

$$M_w \text{ max.} : t 0,1 D^3 = 800 \cdot 0,1 8^3 = 40160 \text{ kg/cm}$$

$$X = \frac{S}{2} (1 + \cos \alpha)$$

$$4 = \frac{100}{2} (1 + \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = \frac{8}{100} - 1 = -0,92 \therefore \alpha = 157^\circ$$

$$M_w \text{ max.} = K \sin \alpha \left(1 - \frac{S}{2l} \cos \alpha\right) \frac{S}{2}$$

$$40100 = K \sin 157^\circ \left(1 - \frac{100}{2 \cdot 440} \cos 157^\circ\right) \frac{100}{2}$$

$$40100 = K \cdot 0,39 (1 + 0,105) 50$$

$$K = \frac{40100}{0,39 \cdot 1 \cdot 105 \cdot 50} = 18600 \text{ kg.}$$

Op deze wijze kunnen we een tabel opstellen als weergegeven in fig. 10, zodat de persbediende op eenvoudige wijze kan nagaan wat in een bepaald geval geoorloofd is.

Om breukschade ten gevolge van overbelasting te vermijden kunnen verschillende methoden worden toegepast. Deze middelen bezitten naast voordelen ook bepaalde nadelen. In een volgend artikel hopen we hier iets meer over te zeggen.

S.