

Rijwielvoorvork : experimenten en berekeningen

Citation for published version (APA):

Smeets, M. J. H. (1991). *Rijwielvoorvork : experimenten en berekeningen*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1218). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

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.

ori



RIJWIELVOORVORK

(Exp. en berekeningen)

T.U.E-rapport-

M.J.H.Smeets.

18-12-1991

V.F-code:D3

W.P.A-rapp.1218

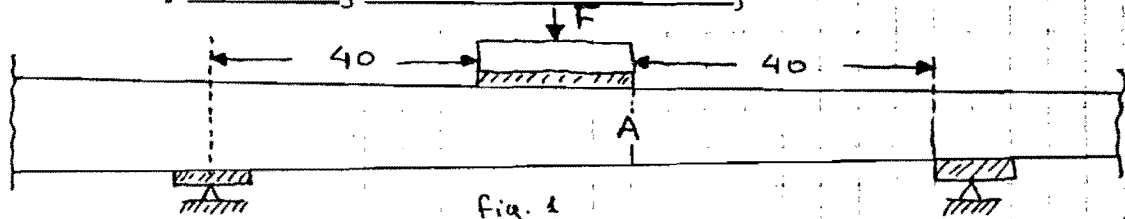
Experimenten rijwiel-voorvork.

Naar aanleiding van een aantal vragen, betreffende dit object, door metaalwaren fabriek.

I Sterkte van twee verschillende voorvorkkonstukties, t.p.r. de bocht in de vork.

Buigproef.

De overlangs gelaste vork is eerst in ongebogen vorm op buiging belast, tot blijvende vervorming op trad.



Teneinde lokale deformatie te voorkomen, werden rubber tussenstukjes aangebracht.

De gemeten kracht F , bedroeg 420 kgf.

Hierna werd aan deze vork dezelfde radius aangebracht als die, aan de tweede te testen vork.

Vervolgens werd de vork weer opgelegd als in Fig. 1.

De kracht, nodig om de vork nu verder te buigen, bedroeg 464 kg

De gereduceerde vork.

Deze vork werd eveneens opgelegd als in Fig. 1.

Vloei trad hier op bij een kracht $F = \underline{684 \text{ kgf}}$

Ter plaatse van de bocht is de gereduceerde vork blijkbaar het sterkst, hetgeen te verwachten was, immers:

Uit de omtrek en wanddikte van deze vork, aan het dikke eind, als mede de omtrek ter plaatse A (zie Fig. 1) kan de wanddikte op plaats A, berekend worden; deze is ruim 2 mm.

Bovendien is de vork aanzienlijk koud vervormd op deze plaats, waardoor de vloeispanning σ_v , toeneemt.

De overlangs gelaste vork heeft een wanddikte van 1,5 mm en is slechts weinig koud vervormd.

Uit de geometrie van de vork en de gemeten maximale kracht F , is de vloeispanning van het materiaal te berekenen.

Ter plaatse van de max. belasting is de doorsnede rond:

$$\text{Weerstandsmoment } W_x = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$$

waarbij D = uitw. diameter en d = inw. diameter.

$$\text{Overlangs gelaste vork: } W_x = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{14,5^4 - 11,5^4}{14,5} = 184 \text{ cm}^3$$

2

Buigend moment M_b .

$$M_b = \frac{1}{2} F \times L = \frac{1}{2} \times 420 \times 40 = 8400 \text{ kgf. mm.}$$

Optredende spanning:

$$\bar{\sigma}_b = \bar{\sigma}_v = \frac{M_b}{W_x} = \frac{8400}{184} = \underline{\underline{45,6}} \text{ kg. mm}^{-2}$$

Voor de gereduceerde buis geldt:

$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{14,65^4 - 10,72^4}{14,65} = 223,5 \text{ mm}^3$$

$$M_b = 40 \times (\frac{1}{2} \times 464) = 13680 \text{ kgf. mm.}$$

$$\text{en } \bar{\sigma}_b = \bar{\sigma}_v = \frac{M_b}{W_x} = \frac{13680}{223,5} = \underline{\underline{61}} \text{ kgf. mm}^{-2}$$

Duidelijk blijkt hier de sterke toename van $\bar{\sigma}_v$, t.g.v. de reductie van de diameter, op deze plaats, door koude deformatie.

Trekproef

Uit de gereduceerde vork zijn een 2-tal trekstaven vervaardigd, t.w.:

- a één uit het dikke, weinig vervormende deel en
 b één uit de gebogen zone.

a Bij een rek $\bar{\delta} = 0.009$, was de vloeispanning $\bar{\sigma}_v = 46.1 \text{ kgf. mm}^{-2}$.
 " " " $\bar{\delta} = 0.075$, " " " $\bar{\sigma}_v = 48.8$ " " "

Ten opzicht van het materiaal, t.p.v. de inklemming van de vork, heeft het materiaal, op de plaats, waar de trekproef uit vervaardigd werd, reeds een deformatie ondergaan.

$$\text{deze deformatie } \bar{\delta} = \ln \frac{\text{omtrek bij inklemming}}{\text{omtrek t.p.v. trekproef}} = \ln \frac{70}{60} = 0.15$$

Op grond van de toename van $\bar{\sigma}_v$, van 2.7 kgf. mm^{-2} , bij een rek $\bar{\delta}$, van $0.075 - 0.009 = 0.066$, kan verondersteld worden, dat de vloeispanning $\bar{\sigma}_v$, bij een rek $\bar{\delta} = 0$:

$$46.1 - \left(\frac{0.15}{0.066} \times 2.7 \right) = \underline{40} \text{ kgf. mm}^{-2}, \text{ bedraagt.}$$

b Bij een rek $\bar{\delta} = 0.008$, was de vloeispanning $\bar{\sigma}_v = 58.2 \text{ kgf. mm}^{-2}$.
 " " " $\bar{\delta} = 0.1$, " " " $\bar{\sigma}_v = 58.4$ " " "
 " " " $\bar{\delta} = 0.109$, " " " $\bar{\sigma}_v = 61.8$ " " "

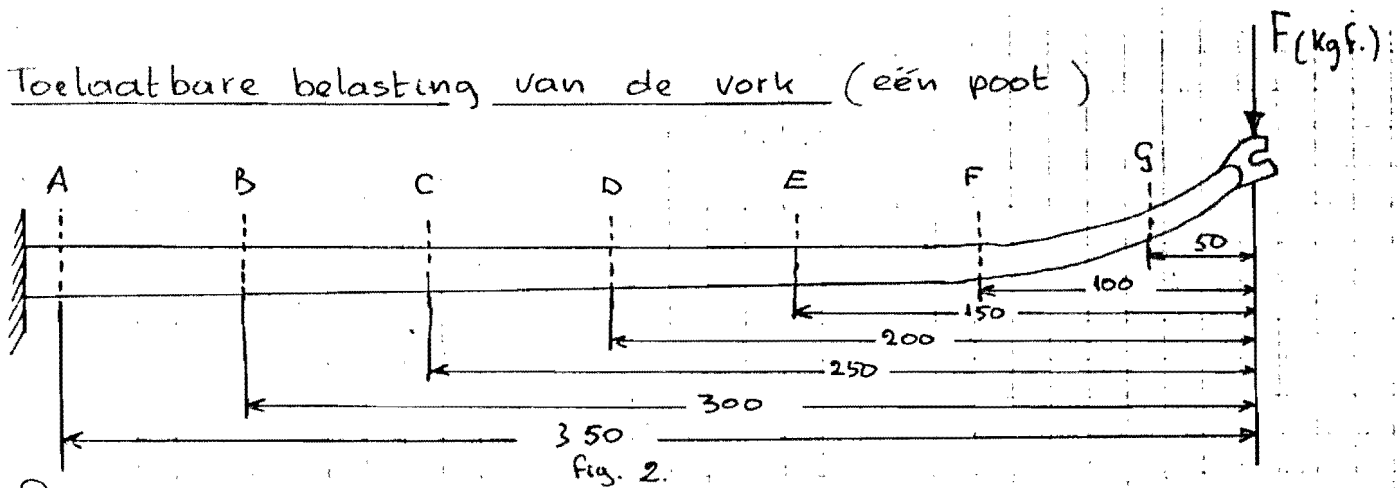
Op grond van de $\bar{\sigma}_v$ -toename, van 3.4 kgf. mm^{-2} per $0.109 - 0.01 = 0.099$ rek, kan aangenomen worden, dat de vloeispanning bij een rek $\bar{\delta} = 0$ is:

$$58.2 - \left(\frac{0.008}{0.099} \times 3.4 \right) = \underline{58} \text{ kgf. mm}^{-2}$$

Ter plaatse van de bocht was de vloeispanning, berekend uit de buigproef: 61 kgf. mm^{-2} en vertoont dus een geringe afwijking met de $\bar{\sigma}_v$ -waarde uit de trekproef.

Aangenomen mag worden, dat de uit de buigproef bereken. de $\bar{\sigma}_v$ -waarde voor de overlans gelaste buis eveneens korrekt is; deze waarde geldt echter voor de gehele buislengte. ($\bar{\sigma}_v = 45.6 \text{ kg. mm}^{-2}$, zie blz. 2)

Toelaatbare belasting van de vork (e en poot)



De gereduceerde buis:

Weerstandsmoment ter plaatse A:

$$W_b = \frac{\pi}{4} \times \frac{12,5^3 \times 7,8 - 11,3^3 \times 6,6}{12,5} = 422 \text{ mm}^3$$

Het buigend moment mag z jn:

$$M_b = \sigma_v \times W_b = 40 \times 422 = 16908 \text{ kg mm}$$

De kracht F (zie Fig. 2) mag z jn:

$$F = \frac{M_b}{L} = \frac{16908}{350} = \underline{\underline{48,3}} \text{ kgf.}$$

Ter verifikatie werd de buis op buiging belast volg. Fig. 2. De kracht F, waarbij blijvende vervorming optrad, was 45 kgf. Deze waarde komt weer redelijk overeen met de berekende.

De overlangs gelaste vork.

Bij het uiteinde is de ellipsvorm verondersteld.

$$W_b = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{14,5^3 \cdot 8,5 - 13^3 \cdot 7}{14,5} = 618 \text{ mm}^3$$

$$M_b = \sigma_v \cdot W_b = 45,6 \cdot 618 = 28200 \text{ kg mm}$$

$$F = \frac{M_b}{L} = \frac{28200}{350} = \underline{\underline{80}} \text{ kgf.}$$

Gemeten bij buigproef: 60 kgf.

Door de gebrekkige inklemming van deze buis is de lagere waarde te verklaren.

Bovendien is 80 kgf. voor de berekende waarde aan de hoge kant, omdat de werkelijke vorm ter plaatse A, anders dan ellipsvormig en wel zodanig, dat het werkelijke weerstandsmoment lager zal zijn en daarmee tevens F.

Op grond van deze overwegingen mag verondersteld worden, dat de werkelijke waarde rond de 70 kgf. ligt.

Verdeling van de belasting over de lengte vd. vork.De gereduceerde buis.

Op de plaatsen A t/m G (zie fig. 2) werd de omtrek gemeten. Uit deze omtrekken is de deformatie δ op elke plaats te berekenen.

De vloeispanning σ_v voor de plaatsen A t/m G verliep van 40 kgf. mm^{-2} tot 58 kgf. mm^{-2} .

Aan de hand van de voor elke plaats berekende rek is voor deze plaatsen de σ_v -waarde geschat. (zie fig. 3)

Voorts is, uitgaande van een belasting met $46,8 \text{ kgf}$, (een gemiddelde tussen de berekende en gemeten waarde) voor elke plaats de maximaal optredende spanning σ_b t.g.v. deze kracht, berekend.

Plaats	A (mm)	a (mm)	B (mm)	b (mm)	$W_b (\text{mm}^3)$	$\sigma_b (\text{kgf. mm}^{-2})$
A	13	11.8	8.7	7.5	410	40
B	11.5	10.15	8.4	7.05	368	38.2
C	10.15	8.65	8	6.54	315	37.3
D	8.95	7.25	7.7	6.04	279	33.6
E	7.7	5.8	7.45	5.56	205	34.3
F	6.85	4.72	6.85	4.72	195	24
G	6.25	3.75	6.25	3.75	167	14

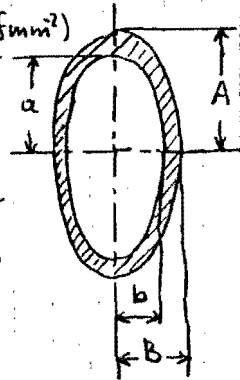
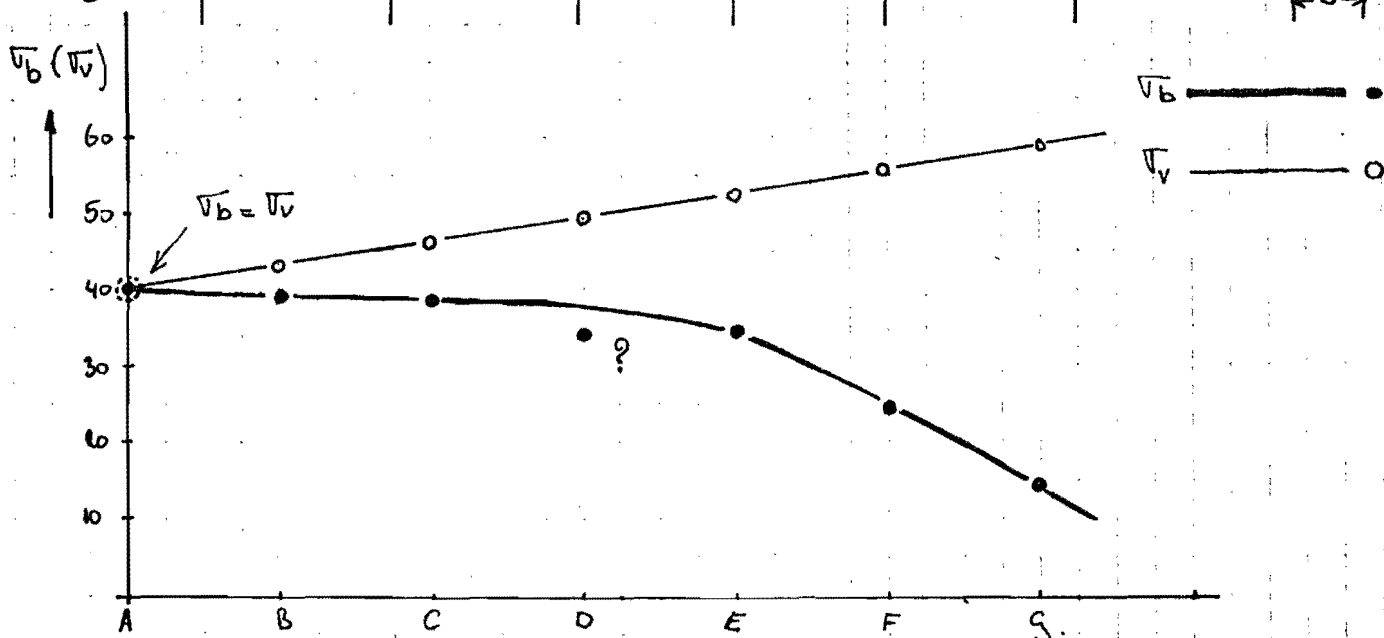



fig. 3

Uit fig. 3 blijkt duidelijk de toename van overdimensionering van punt A naar punt G.

Voor dit belastingsgeval (rijden tegen trottoirrand etc.) zal de vork vervormen, c.q. bezwijken bij de inklemming, ter plaatse A.

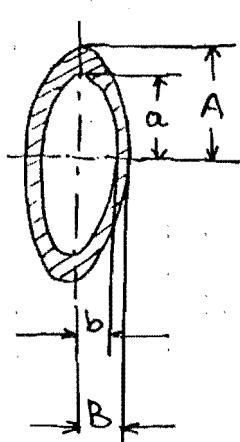
Verdeling belasting overlangs gelaste buis.

De vloeispanning σ_v is over de gehele lengte konstant.

$$\sigma_v = 45,6 \text{ kg. mm}^{-2} \text{ (zie blz 2)}$$

De wanddikte is over de gehele lengte 1,5 mm.

De kracht F (zie fig 2) = 70 kgf.



Plaats	A	a	B	b	W_b	M_b	σ_b
A	14.1	12.6	9.2	7.7	578	24500	42.
B	12.8	11.3	8.8	7.3	486	21000	43.
C	11.7	10.2	8.4	6.9	411	17500	42.
D	10.3	8.8	8.1	6.6	332	14000	42.
E	8.4	6.9	8.1	6.6	246	10500	42.
F	7.3	5.8	7.3	5.8	184	7000	38.
G	6.1	4.6	6.1	4.6	121	3500	28.

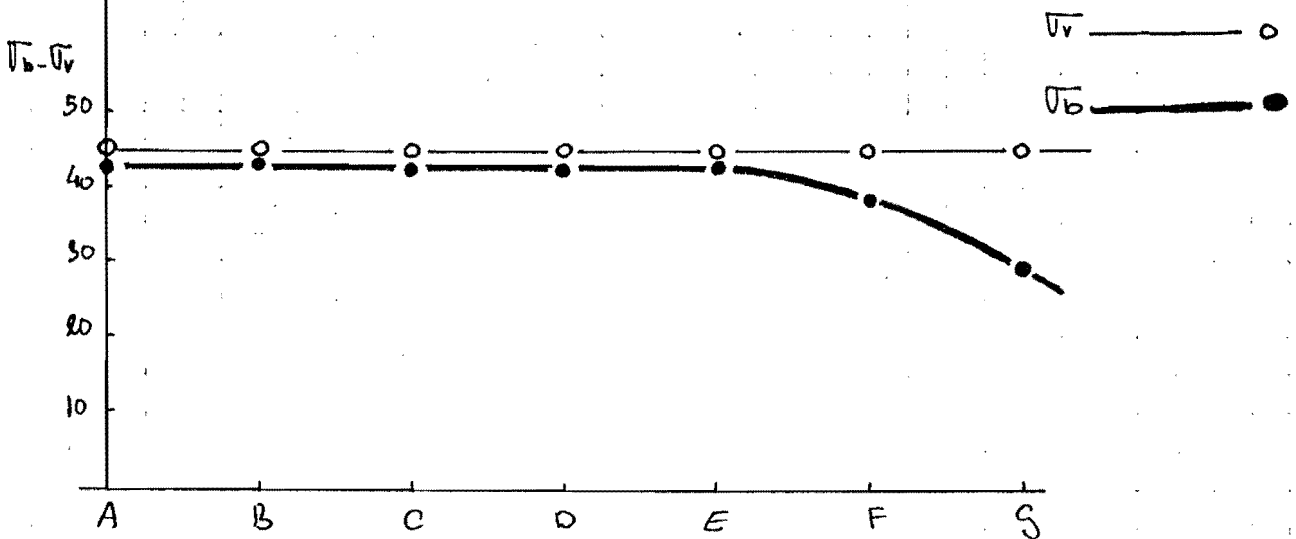


Fig 4.

Over een groot deel van de lengte is de sterkte van deze buis optimaal; indien de vork kritisch wordt belast, geldt deze kritische belasting voor nagenoeg de gehele lengte van de buis.

I

Berekening sterkte centrale buis ter plaatse vd. inklemming.

De doorsnede bestaat op deze plaats uit drie delen, t.w. de centrale buis, het gietstuk en een "kernbuis".

Dit samenstel wordt in de berekening als één geheel beschouwd.

Voorts nemen we een (niet te hoge) gemiddelde vloei spanning aan van 40 kgf. mm^{-2} .

Buitendiameter $D = 26.5 \text{ mm.}$

binnendiameter $d = 17 \text{ mm.}$

Lengte vanaf inklemming tot top vd. vork: 370 mm.

Weerstandsmoment W_b :

$$W_b = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{26.5^4 - 17^4}{26.5^4} \cdot \frac{\pi}{32} = 1545 \text{ mm}^3.$$

Buigend moment toelaatbaar:

$$M_{\max} = \sigma_v \cdot W_b = 40 \cdot 1545 = 61800 \text{ kgf. mm}^2$$

Toelaatbare kracht:

$$F = \frac{M_{\max}}{L} = \frac{61800}{370} = 167 \text{ kgf.}$$

Per buis is dit de helft = 84 kgf.

Deze kracht is hoger dan de toelaatbare kracht voor beide vorktypen.

De konstruktie zal derhalve op deze plaats niet bezwijken. (indien bovengenoemde aannamen geen al te grote afwijking van de werkelijkheid veroorzaken!)

Konklusies

De overlangs gelaste vork.

Voordelen:

- * Deze vork is het sterkst. (vergelijk Fig. 3 en Fig. 4)
- * Het verloop van de sterkte over de lengte is optimaal.

Nadelen.

- * De vorm vd. doorsnede bij de inklemming is niet optimaal. (Zuivere ellipsvorm levert hoger weerstandsmoment)
- * De vervaardigingsprocedure is alleszins erg kostbaar.
- * De vorm is minder "elegante".

De gereduceerde vork.

Voordelen:

- * Door de sterke vervorming t.p.v. het dunne gedeelte, is de vork hier veel sterker, dan de overlangs gelaste. De hogere sterkte op deze plaats is tevens een gevolg van de lokaal grotere wanddikte.
- * De (t.ov. overlangs gelaste vork) lage fabricagekosten.

Nadeel:

- * De geringe sterkte ter plaatse van de inklemming.

Deze sterkte kan enigszins opgevoerd worden, door uit te gaan van pijp $\phi 19 \times 16$ mm.

Deze buis heeft nagenoeg het zelfde gewicht.

Bij een proefje werd een dergelijke buis door inbrengen van een kegelvormige wig, over een lengte van 150 mm opgerekt.

Bij de inklemming is, het materiaal dan enigszins dikker, (1,3 mm i.p.v. 1,2 mm bij huidige vork)

Bovendien is het materiaal $\approx 15\%$ koud vervormd.

Dit levert tezamen een hogere maximale belasting op.

τ_v gaat van ≈ 40 naar ≈ 45 kgf. mm⁻².

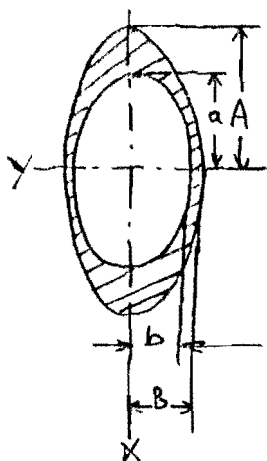
Weerstandsmoment W_b wordt ≈ 440 mm³

Buigend moment M_b " $\tau_v \cdot W_b = 19800$ kgf. mm².

Kracht $F = \frac{M_b}{L} = \frac{19800}{350} = \underline{\underline{57}}$ kgf.

Een verhoging van F_{max} met ≈ 10 kgf, hetgeen overeenkomt met $\approx 20\%$.

De sterkte van de gereduceerde voorvork kan ~~ook~~ verhoogd worden, door de hoogst belaste delen v.d. ellipsvormige doorsnede te vergroten. (zie schets)



Het oppervlak van de doorsnede van een pijp $\phi 19 \times 1.6 \text{ mm}$ is nagenoeg gelijk aan dat van de toegepaste pijp.

$$\text{Omf. buiten: } A = 13 \text{ mm.}$$

$$B = 8.7 \text{ mm.}$$

$$\text{Opp. dergelijke ellips} = \pi \cdot A \cdot B = 355.3 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Opp. doorsnede buis} = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) = 82.4 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Opp. kleine ellips} \quad \underline{\underline{272.9 \text{ mm}^2}}$$

Wanddikte ronde buis was 1.5 mm.

Deze dikte blijft over x-as 1.5 mm.

$$\pi \times 1.5 \times b = 272.9 \quad ; \quad b = \frac{272.9}{\pi \cdot 1.5} = 7.55 \text{ mm.}$$

De wanddikte over de y-as is dan nog $8.7 - 7.55 = 1.15 \text{ mm}$.

Het weerstandsmoment voor deze buis:

$$W_b = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{A^3 B - a^3 b}{A} = 461 \text{ mm}^3.$$

Buigend moment:

$$M_b = \sigma_v \cdot W_b = 40 \cdot 461 = 18440 \text{ kgf. mm.}$$

Max. kracht F:

$$F = \frac{M_b}{L} = \frac{18440}{350} = \underline{\underline{52.68 \text{ kgf.}}}$$

Deze maatregel levert, blijkens de uitkomst, minder op, dan de vorige suggestie.

Blijkbaar heeft de versterking van het materiaal méér invloed dan vergroting van de doorsnede op de plaatsen met de grootste spanning.

De vloeispanning van het gebruikte materiaal is in principe te verhogen van ≤ 40 tot 58 kgf. mm^2 , door kouddeformatie

De maximale kracht F zou dan verhoogd kunnen worden van 48.3 kgf (zie blz 4) tot

$$\frac{58}{40} \cdot 48.3 = 70 \text{ kgf}$$

Dit is dezelfde sterkte als de sterkte vd. overlansg gelaste vork!

Het gegoten koppelstuk.

Door de groep Materiaalkunde werden preparaten en stru-
tuur foto's vervaardigd van het gietstuk.
Deze foto's zijn als volgt geanalyseerd:

Het gaat hier om gegloeifrist wit gietijzer.
Resten ferriet en perliet zijn nog aanwezig.
Voorts $\pm 0.6\%$ mangaan en $\pm 0.1\%$ koper.

Het koper en mangaangehalte werd gemeten met een me-
taalspectroscop.

Het materiaal is erg zacht. (zie Vickershardheden)
Oan de rand (plaats B) is een hardere zone waar te nemen.
Ter plaatse C is de rand van het proefblokje.

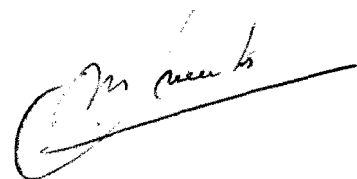
De resten ferriet en perliet zijn vermoedelijk het gevolg van
te kortstondig gloei frissen.
Dit is begrijpelijk, daar deze warmtebehandeling zeer lan-
durig is (± 100 uur) en daarmee erg kostbaar.

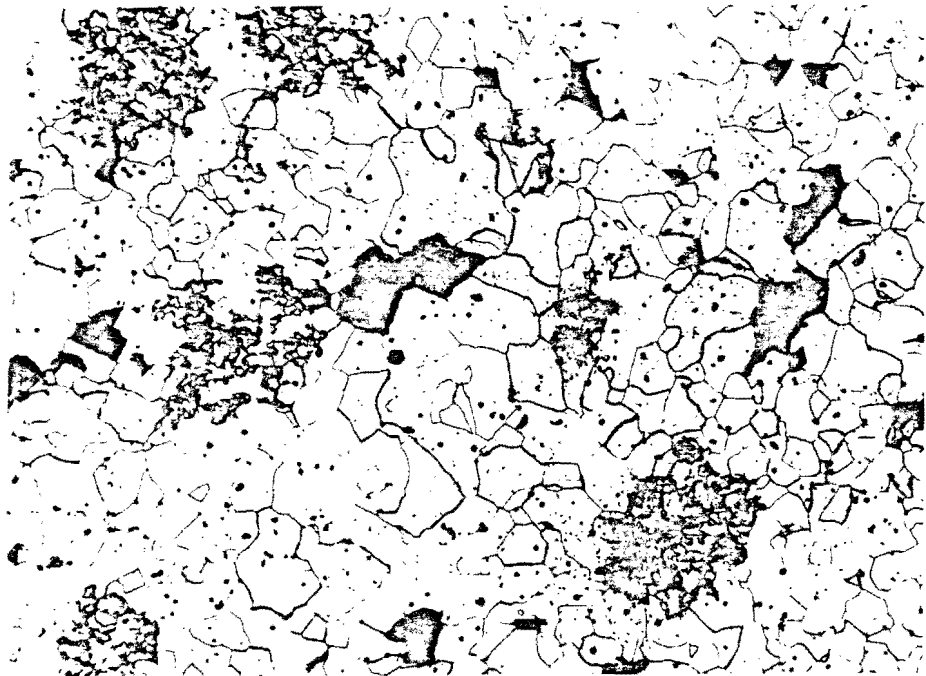
Mogelijk is nodulair gietijzer (ondanks de hogere prijs) een
goed alternatief, gezien de geringe deformatie welke
het materiaal in dit geval moet ondergaan.

Uit een berekening van de benodigde perskracht voor mon-
tage van het onderhavige produkt volgde (met verwaar-
lozig van de wrijving) ≈ 2000 kgf.
Deze waarde is erg laag.
Desondanks kan aangenomen worden dat een beschik-
bare perskracht van 15 à 20 tonf. toereikend is.

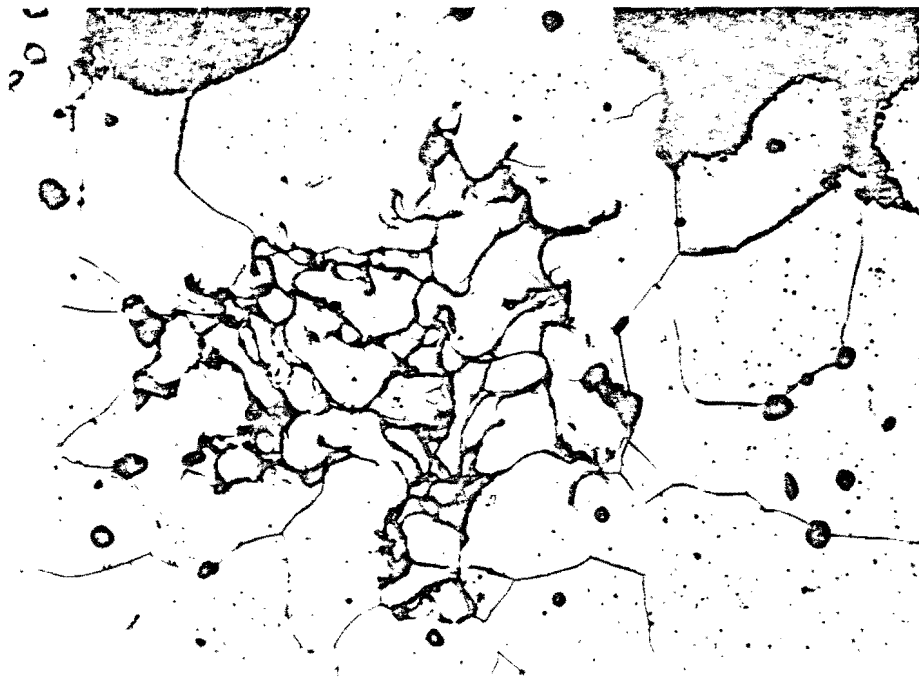
Met dank aan de heren:

Marijnissen,
De Jong en
Links
van de vakgroep Materiaalkunde

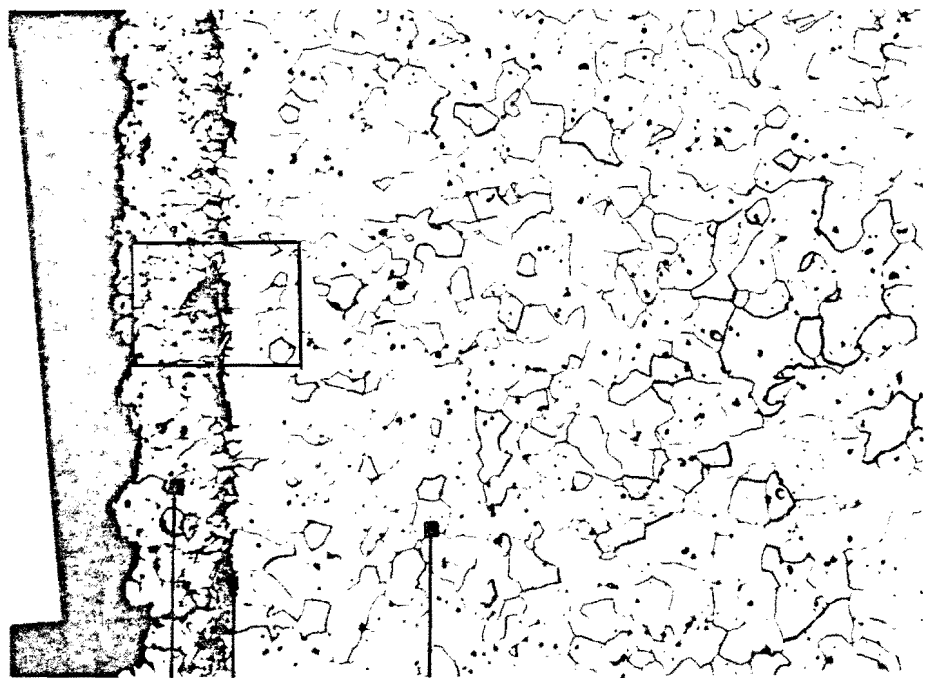




100x



11



276
175

189

← vickershardheid

