

Meetmethoden bij een onderzoek van het spaanloos snijden

Citation for published version (APA):

Romijn, G. C. J., Veenstra, P. C., & Zweekhorst, E. T. W. (1962). Meetmethoden bij een onderzoek van het spaanloos snijden. *Metaalbewerking*, 27(24), 479-483.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1962

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.

metaalbewerking

Vakblad voor het Nederlandse taalgebied, gewijd aan de bewerking en toepassing van

METALEN en KUNSTSTOFFEN

UITGEVERS: C.V. v.h. DE VEY MESTDAGH - VLISSINGEN

27e jaargang

24 mei 1962

nummer 24

Mededeling no. 2 van het Laboratorium voor Mechanische Technologie en Werkplaatstechniek van de Technische Hogeschool Eindhoven.

UDC 621.961 : 539.374.4 : 531.781

Meetmethoden bij een onderzoek van het spaanloos snijden

door G. C. J. Romijn, prof. dr. P. C. Veenstra en ir. E. T. W. Zweekhorst

1. Inleiding.

Om een inzicht te verwerven in het proces van het spaanloos snijden is een kwantitatieve kennis van de optredende krachten, spanningen en vervormingssnelheden noodzakelijk. Bovendien is het nodig te weten welke wijzigingen zich in de structuur van het materiaal voordoen. Deze gegevens kunnen tevens de grondslag vormen voor de berekening en de constructie van de pers, welke voor de uitvoering van een snijproces zal worden toegepast.

Dit proces speelt zich in 10 tot 50 milliseconden af. Dit betekent dat de eerder genoemde grootheden zeer snel als functie van de tijd veranderen. Een nauwkeurige meting is dan ook slechts mogelijk door gebruik te maken van elektronische meetapparatuur, welke nagenoeg traagheidsloos is.

In dit artikel zal worden aangegeven op welke wijze in het Laboratorium voor Werkplaatstechniek van de T.H. te Eindhoven de snijkraft, de stoterweg en de verticale uitbuiging van het frame van een excenterpers worden gemeten en hoe een inzicht wordt verkregen in de tijdens het proces optredende structuurwijzigingen van het materiaal.

2. Meetapparatuur.

2.1. De ponskrachtmeter (figuur 1).

De ponskracht wordt gemeten door de elastische axiale vervorming van een meetelement onder de invloed van die kracht te bepalen. Dit meetelement bestaat uit een korte dikwandige cilinder (figuur 1) die met het huis een geheel vormt. Het materiaal van het huis is een veredelde Cr-Ni-Mo-legering met een hoge proportionaliteitsgrens en vermoeiingsgrens. De vervorming van de meetcilinder wordt gemeten met behulp van een inductieve opnemer (fabrikaat *Hottinger*, type Tr 1) die in het huis is bevestigd. Zoals uit de figuur 1 blijkt wordt in feite de verandering van de afstand (x) tussen de inductieve opnemer en de kopplaat bepaald. Bij beproeving is gebleken dat dit systeem zich tot een belasting van 10 ton lineair gedraagt.

Teneinde te voorkomen dat de meting van de ponskracht door spelingen en vervormingen van het mecha-

nisme van de pers wordt beïnvloed, is het gewenst de meetcilinder zo dicht mogelijk bij het aangrijpingspunt van de ponskracht te plaatsen. De meetcilinder is daarom

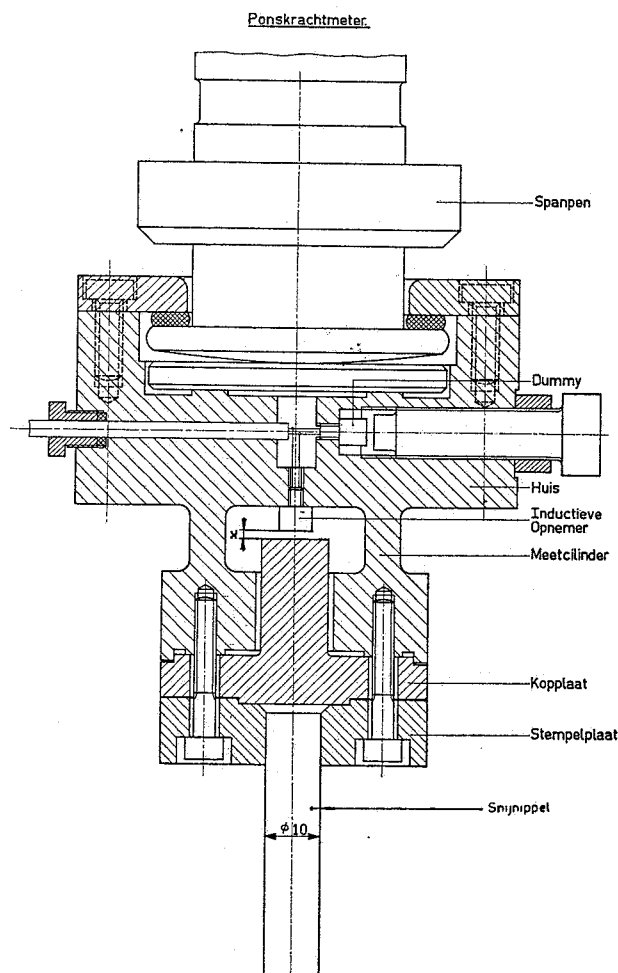


Fig. 1. Ponskrachtmeter.

onmiddellijk boven de geharde kopplaat, waar de kop van de snijlippel tegen drukt, aangebracht. De stempelplaat is met de kopplaat aan de meetcilinder bevestigd.

De spanpen is enigszins beweeglijk aan het huis bevestigd om hoekverdraaiing van de snijlippel ten opzichte van de snijplaat, te compenseren. Bedoelde hoekverdraaiing wordt veroorzaakt door de uitbuiging van het C-frame van de pers.

Variaties in de temperatuur van de opnemer hebben invloed op het meetresultaat. Om deze invloed te elimineren is een dummy-opnemer (figuur 2) in de onmiddellijke nabijheid van de eerste ingebouwd. Deze opnemers zijn te zamen in een halve brug van Wheatstone geschakeld. De schakeling in haar geheel vormt de ponskrachtmeter. Als de krachtmeter onbelast is kan de brug (fabrikaat Hottinger, type KWS-50) worden uitgebalanceerd door instellen van de spleet x_0 . Indien de meetcilinder wordt belast wordt de brug uit evenwicht gebracht. De grootte van deze brugverstemming is een maat voor de kracht.

Door een juiste instelling van de afstand x kan in ieder krachtinterval een nagenoeg lineaire brugverstemming worden bereikt (figuur 3). Als gevolg van het verloop van de karakteristiek van de brug wordt bij een kleiner meetbereik een hogere gevoeligheid verkregen. Elke instelling moet worden geijkt, hetgeen in dit geval is geschied op een Amster-trekbank van 100 ton.

Omdat de meting van de verplaatsing zeer gevoelig is kan de constructie zeer stijf worden uitgevoerd. De eigenfrequentie van de krachtmeter is daardoor zeer hoog: volgens berekening ca. 15.000 Hz. In het gebied tot 10.000 Hz zijn dan ook geen resonantieverschijnselen geconstateerd. Een nauwkeurige bepaling van de eigenfrequentie heeft niet plaats kunnen vinden, omdat de elektronische apparatuur voor frequenties boven 10.000 Hz ongeschikt is.

2.2. Het meten van de stoterweg.

De verplaatsing van de stoter ten opzichte van de tafel van de pers wordt gemeten met een inductieve verplaatsingsmeter (fabrikaat Hottinger, type W 10). Deze bestaat uit een weekijzeren kern, bevestigd aan de stoter en bewegend in een vast op de tafel gemonteerde dif-

ferentiaalspoel. De hierbij gebruikte meetbrug is van het fabrikaat Philips, type PT 1200.

Deze verplaatsingsmeter is nagenoeg vrij van speling en wrijving en het resultaat is daarom zeer nauwkeurig en reproduceerbaar ($\pm 1\%$ van het ingestelde meetbereik). De frequentiekarakteristiek van dit meetsysteem wordt uitsluitend bepaald door de toegepaste elektronische apparatuur.

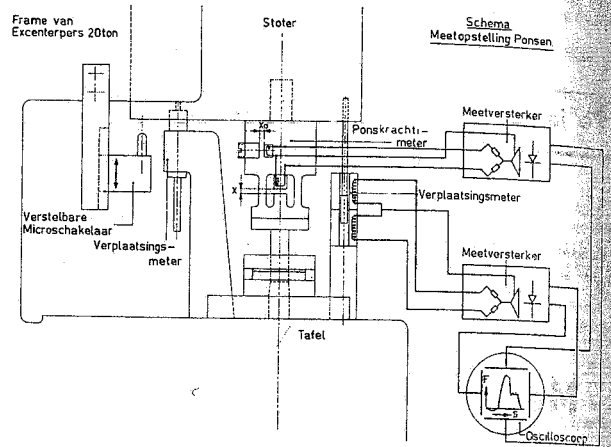


Fig. 2. Schema meetopstelling ponsen.

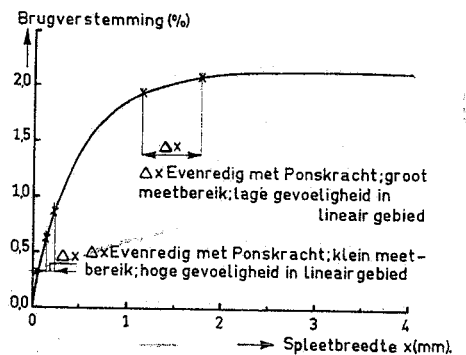


Fig. 3. Invloed van de spleetbreedte x op het bereik en de gevoeligheid van de meting.

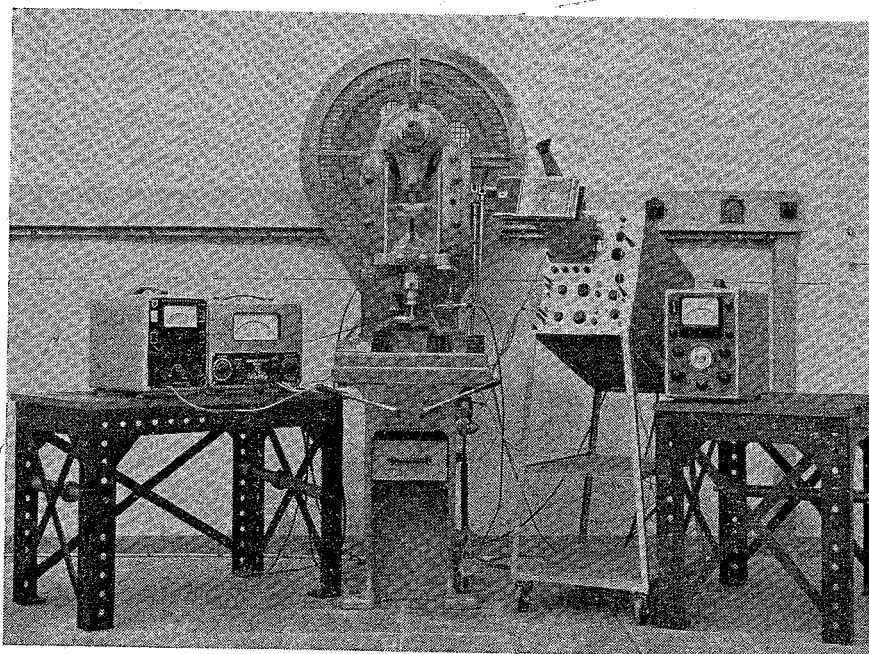


Fig. 4. Foto meetopstelling ponsen.

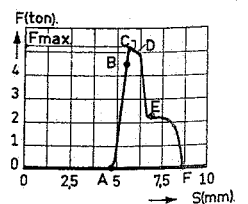


Fig. 5. Ponskrachtwegdiagram in 4 mm plaat St 50-60. Scherpe snijlippel en snijplaat; geen smering; vrijloophoeken 0° , snijspeling 0,2 mm.

2.3. *Het meten van de vervorming van het frame.*

De ponskracht veroorzaakt een uitbuiging van het frame welke gemeten wordt met een inductieve verplaatsingsmeter (fabrikaat Philips, type PR 9310-01, meetbrug PR 9300). Deze is star verbonden met de tafel van de pers. De meetstift van het apparaat is bevestigd aan het frame, nabij de stotergeleiding. De verplaatsing, welke een gevolg is van de uitbuiging, kan zeer nauwkeurig ($\pm 0,1 \mu\text{m}$) worden gemeten (figuur 2).

2.4. *De registratie van de meetresultaten.*

De signalen afkomstig van de krachtmeter en de verplaatsingsmeters worden naar een kathodestraaloscilloscoop geleid. Met deze dubbelstraaloscilloscoop (fabrikaat Tektronix, type 502) kunnen 2 grootheden (verticale afbuiging) als functie van de tijd, of als functie van een derde grootheid (horizontale afbuiging), worden geregistreerd. Het zeer snel over het scherm flitsende beeld wordt met behulp van een polaroid-camera (fabrikaat Du Mont, type 353) gefotografeerd. Het resultaat is na 10 seconden gereed. Op deze wijze kan het meetresultaat direct na de meting beoordeeld worden. De opstelling is als in de figuren 2 en 4.

Bij registratie als functie van de tijd wordt de tijdbasis gestart door een spanningspuls. Deze puls wordt verkregen met een microschenkelaar in serie met een spanningsbron. De microschenkelaar is instelbaar aan het frame bevestigd en wordt door de stoter van de pers bediend. Bepaalde details van het beeld kunnen nader worden bestudeerd door het vergroten van de tijdbasis-schaal. Het juiste moment voor het starten van de tijdbasis wordt daarbij door verplaatsing van de microschenkelaar ingesteld.

3. *Enkele waarnemingen.*

3.1. *Het kracht-wegdiagram.*

In figuur 5 is het kracht-wegdiagram bij het ponsen van een gat van 10 mm diameter in een plaat St 50-60 van 4 mm dikte met een snijpippel vervaardigd uit 12% Cr-staal weergegeven. De enkelzijdige snijspeling bedraagt 0,2 mm. De vrijloophoeken van stempel en snijplaat zijn beide 0° ; de snijkanten zijn scherp; er werd geen smering toegepast; stempel en snijplaat zijn vlak.

Uit het verloop van deze kromme blijkt, dat het proces uit meerdere fasen bestaat. Om deze fasen te kunnen analyseren zou het gewenst zijn het proces op bepaalde momenten te onderbreken. De structuurverandering, die het materiaal tot aan die momenten heeft ondergaan, kan inzicht geven in de aard van het proces dat zich in deze fase heeft afgespeeld. Het normale ponsproces kan niet worden onderbroken. Daarom is bij dit onderzoek het proces in opeenvolgende stappen uitgevoerd, waarbij de snijpippel met steeds toenemende diepte in het materiaal gedrukt wordt. Dit wordt bereikt door instellen van de plaats van de slag. Op deze wijze worden meerdere plaatjes gedeeltelijk geponsd, elk tot op een bepaalde diepte. Het zal blijken, dat de kracht-wegdiagrammen welke op deze wijze verkregen worden, delen zijn van het kracht-wegdiagram van het totale proces (figuur 5). De toepassing van deze methode lijkt daarom verantwoord. In de figuren 6—9 is op deze wijze het ontstaan van het kracht-wegdiagram gevolgd.

Figuur 6: Elastische vervorming.

De kracht is evenredig met de indringdiepte van de snijpippel in de plaat. Bij omkeren van de beweging wordt het kracht-wegdiagram in omgekeerde richting doorlopen. De structuur van het materiaal is niet veranderd. Dit is de fase van de *elastische vervorming*. Zie ook figuur 5: het gedeelte AB.

Figuur 7: Plastische vervorming.

Bij het bereiken van de maximale ponskracht F_{max}

treedt blijvende vervorming op, terwijl de kracht bij benadering constant blijft, hoewel de nippel verder doordringt. De belaste doorsnede $10\pi h \text{ mm}^2$ (zie figuur 7) neemt weliswaar af, maar de versterking van het materiaal zorgt voor verhoging van de vloeigrens. In dit voorbeeld compenseren deze invloeden elkaar nagenoeg geheel in hun uitwerking. De afstand a in het kracht-wegdiagram is gelijk aan de diepte van de indrukking welke de nippel in de plaat heeft achtergelaten. De vervorming is niet over de gehele plaatdikte gelijk. De grootste blijvende vervorming treedt bij deze vorm van snijplaat en stempel op nabij de snijkanten. Dit is de fase van de *plastische vervorming* (gedeelte BC in figuur 5).

Figuur 8: Toenemende plastische vervorming en versterking (gedeelte CD in figuur 5).

De vervormingen zijn toegenomen. De reeds vervormde

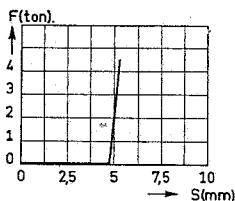


Fig. 6. Ponskracht-wegdiagram in het elastische gebied, overeenkomend met het gedeelte AB van de totale F - s kromme in figuur 5. Geen verandering in de structuur van het materiaal.

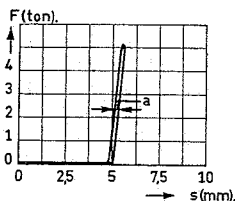
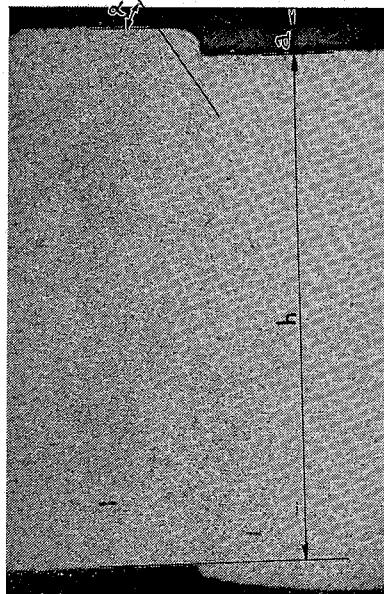
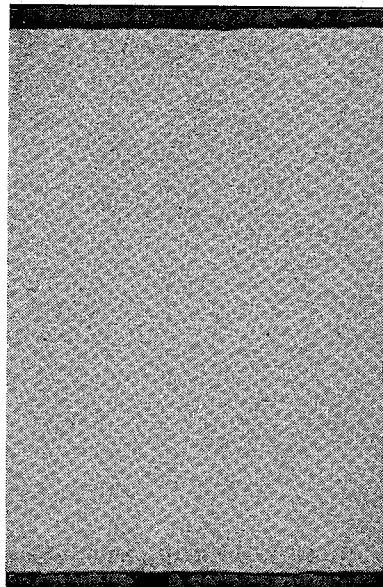


Fig. 7. Ponskracht-wegdiagram overeenkomend met het gedeelte AC van de totale F - s kromme. Plastische vervorming over de diepte a in het materiaal. De deformatie van het materiaal nabij de snijkanten is het grootst.



kristallieten zijn nog meer gerekt, terwijl de oriëntatierichting is veranderd (α groter). In het midden van de plaat is de vervorming nu ook duidelijk zichtbaar geworden.

Figuur 9: scheurvorming.

De plotselinge vermindering van de ponskracht (gedeelte DE in figuur 5) blijkt gepaard te gaan met de vorming van een scheur die de nog af te schuiven doorsnede verkleint. Onder de omstandigheden van deze proef ontstaat de scheur bij de snijkant van de snijplaat. Deze scheurvorming zal de spanningsverdeling beïnvloeden. Op de scheurvorming volgt een fase van *secundaire plastische vervorming* (gedeelte EF in figuur 5).

De oorspronkelijke scheur is geëindigd in een sterk verstevigde zone en er heeft zich een nieuwe scheur gevormd. Hierdoor heeft het profiel van de ponsdop een „baard”-vorm gekregen die vaak voorkomt als niet de juiste snijspeling wordt toegepast (zie figuur 10).

Tijdens de teruggaande slag werkt op de snijlippel een afstroopkracht, waarvan de grootte afhankelijk is van de snijspeling en de slijtage van de rippel. In figuur 5 is de afstroopkracht op deze nog niet gesleten rippel niet meetbaar. Daarentegen wél in het diagram in figuur 11, dat opgenomen is met een snijlippel die duidelijk slijtage vertoonde. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de karakteristieken van de ponskrachtmeter voor druk- en trekkrachten verschillend zijn.

3.2. Het weg-tijddiagram van de snijlippel.

Figuur 12: weg-tijddiagram van de snijlippel bij een loze slag.

Het weg-tijddiagram van de snijlippel bij een loze slag, zoals in figuur 12 is afgebeeld, is nagenoeg sinusvormig.

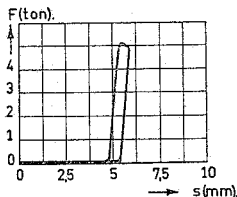
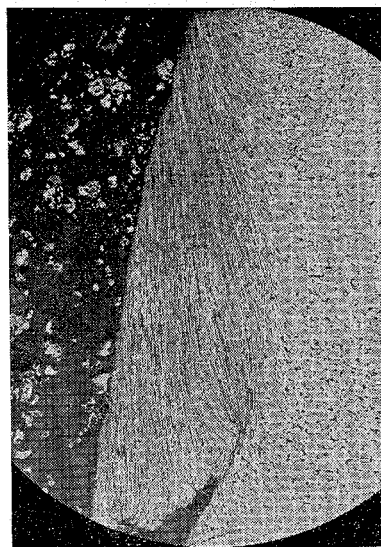
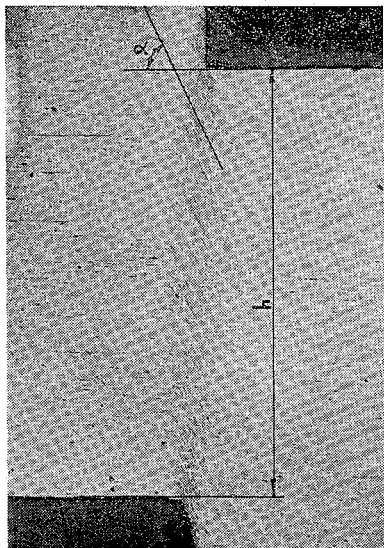


Fig. 8. Ponskracht-wegdiagram overeenkomend met het gedeelte AD van de totale F-s kromme. Toenemende plastische vervorming. De kristallieten van het materiaal zijn meer uitgerekt dan in figuur 7 en hun oriëntatierichting α is toegenomen.



Detail A

Fig. 10. Structuurfoto van ponsdop met baardvormig deel.



Ponsdop

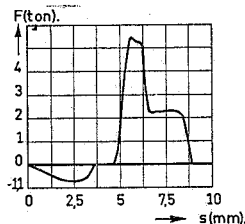


Fig. 11. Ponskracht-wegdiagram bij gesleten snijlippel. De afstroopkracht is 800 kgf.

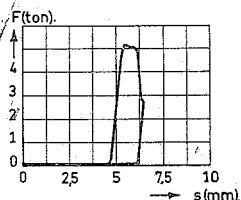


Fig. 9. Ponskracht-wegdiagram overeenkomend met het deel AE van de totale F-s kromme. Scheurvorming vanuit de snijkant van de snijplaat.

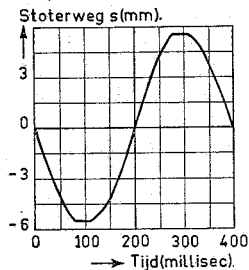
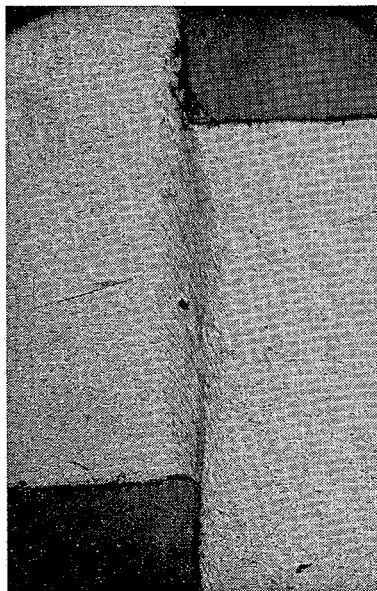


Fig. 12. Weg-tijddiagram voor een volledige omwenteling van de kruk. Afplatting in de dode punten ten gevolge van het verplaatsen van de spelingen in het aandrijfmechanisme.

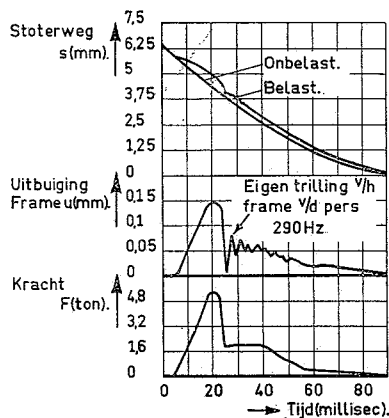


Fig. 13. F , s en u als functie van de tijd. De vervorming van het frame u en de verstoring in de stoterweg s corresponderen met het verloop van de ponskracht.

De sinus is in de toppen, waar omkering van de beweging plaatsvindt, enigszins afgeplat. In het ene omkeerpunt verplaatst de speling in het aandrijfmechanisme zich van stempelzijde naar krukzijde, terwijl in het andere omkeerpunt deze verplaatsing in de andere zin optreedt.

Tijdens het ponsen wordt het weg-tijddiagram vervormd. De verklaring hiervan volgt uit figuur 13, waarin naast het weg-tijddiagram ook het kracht-tijddiagram is geregistreerd.

Figuur 13: Weg-tijd- en kracht-tijddiagram van het ponsproces.

Zodra de ponskracht op het mechanisme van de pers werkt, verplaatsen de spelingen in het kruk-drijfstaangmechanisme en de stotergeleiding zich en de pers wordt elastisch vervormd. Het weg-tijddiagram blijft daar-

door achter bij de sinusvorm en wel meer naarmate de kracht toeneemt. Als de ponskracht snel afneemt, veert de pers terug. De stoter krijgt een hoge snelheid en de na-ijling ten opzichte van de sinusvorm wordt uiteindelijk geringer. Zodra de ponskracht tot nul is genaderd, krijgt de weg-tijdkromme weer de sinusvorm.

3.3. De vervorming van het frame.

De vervorming u van de pers in verticale richting is in figuur 13 eveneens geregistreerd als functie van de tijd. De vervorming is in fase met de ponskracht behalve in het begin en op het moment van scheurvorming. Zodra de ponskracht wordt uitgeoefend, worden de spelingen in het mechanisme naar één kant gedrukt. Daarna ondervindt het frame de ponskracht en de vervorming is in fase met de kracht. Bij het plotseling afnemen van de ponskracht geraakt het frame in een trilling, waarvan de frequentie overeenkomt met de eigenfrequentie van dit frame. In een bijzonder onderzoek werd deze waarde bepaald op 290 Hz. De trilling dempt ten slotte uit en de vervorming is weer in fase met de ponskracht. De vervorming van het frame is niet alleen vrijwel steeds in fase, maar is ook evenredig met de ponskracht. De ponskracht zou derhalve kunnen worden bepaald door meting van de verticale vervorming van het frame. De methode is meer indirect, maar vormt desondanks voor de praktijk een aantrekkelijke mogelijkheid.

4. Slotopmerking.

De verschillende, in het voorgaande besproken waarnemingen zijn bedoeld als illustratie van de meetmethoden. Het verloop van de ponskracht, de snelheid waarmee de onderscheiden fasen van het proces worden doorlopen en de vervorming van de pers kunnen met deze meetmethoden worden onderzocht. Het verdere onderzoek zal gericht zijn op verdieping van het inzicht in de mechanica van het ponsproces.

UDC 620.179.15 : 539.16

Het gebruik van radioactieve stoffen voor industriële radiografie

door J. Th. Eering

Röntgen Technische Dienst N.V.

Inleiding.

Het is zonder veel moeite mogelijk een gietstuk op fouten, die aan de oppervlakte zichtbaar zijn, te inspecteren. Een gaaf uiterlijk voor een dergelijk werkstuk sluit de fouten in het inwendige van het gietstuk echter niet uit. Het is vaak van groot belang ook deze fouten op te sporen. Het gietstuk kan daartoe in stukken worden gezaagd en zo inwendig worden bekeken. Het kan daarna niet meer gebruikt worden.

Methoden om dergelijke werkstukken zonder beschadiging te onderzoeken verdienen de voorkeur. Ze worden niet-destructief genoemd. Eén van de voornaamste methoden vertoont veel overeenkomst met het maken van röntgenfoto's voor medische doeleinden.

Omdat in plaats van een röntgenapparaat ook andere apparatuur wordt toegepast, is het beter de verzamelaam radiografie te gebruiken. In de industrie wordt radiografie voor het onderzoek aan o.a. lasverbindingen, gietwerk, smeedwerk op scheuren, krimpholten, gasinsluitingen, slakinsluitingen enz. steeds meer toegepast.

De radiografische methoden leveren een bepaald ge-

vaar op voor de gezondheid, zodat een waarschuwing als in figuur 1 een vertrouwd beeld in veel fabrieken en werkplaatsen is geworden.

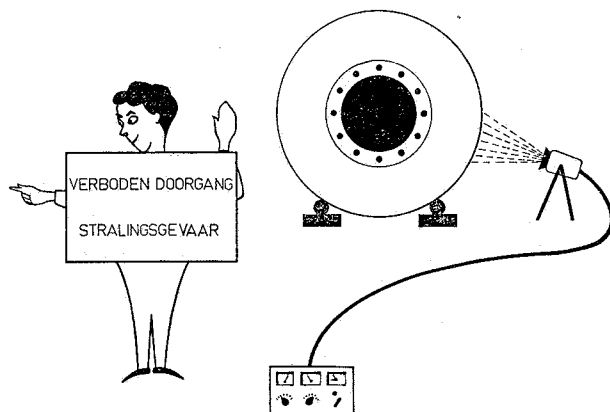


Fig. 1.