

Enige aspecten van diamant als enkelvoudig snijdend draaigereedschap

Citation for published version (APA):

Mot, E. (1965). *Enige aspecten van diamant als enkelvoudig snijdend draaigereedschap*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0124). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1965

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.



technische hogeschool eindhoven

laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek

blz. 1 van 17 blz.

rapport nr. 0124.

rapport van de sectie:

codering:

titel:

Enige aspecten van diamant als enkelvoudig snijdend draaigereedschap.

P7a3 P7b5

auteur(s):

E.Mot.

trefwoord:

Diamant
draaien

sectieleider:

hoogleraar: Prof. dr. P.C. Veenstra.

samenvatting

In het eerste deel wordt een beschrijving gegeven van de structuur, de hardheid en de bepaling van de kristaloriëntatie van diamant. Het tweede deel geeft enkele suggesties omtrent de wijze waarop bij draaien van diamant mogelijk betere resultaten kunnen worden verkregen.

prognose

Dit rapport bevat enkele indicaties omtrent de richting waarin een door de groep werkplaatstechniek uit te voeren onderzoek zou kunnen plaatsvinden.

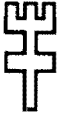
datum:

1-2-'65

aantal blz.

17

geschikt voor publicatie in:



Inhoud.

1. Wat is diamant?

1.1. Kristallografie.

1.2. Hardheidsvectordiagram.

1.3. Bepaling van de hardheid.

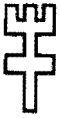
1.4. Bepaling van de kristaloriëntatie.

2. Enige mogelijkheden tot verbeterde gereedschapsconstructie.

2.1. Stabiliteit van de draaibank.

2.2. De optimale kristaloriëntatie.

2.3. Draaien in inerte of reducerende atmosfeer.



1. Wat is diamant?

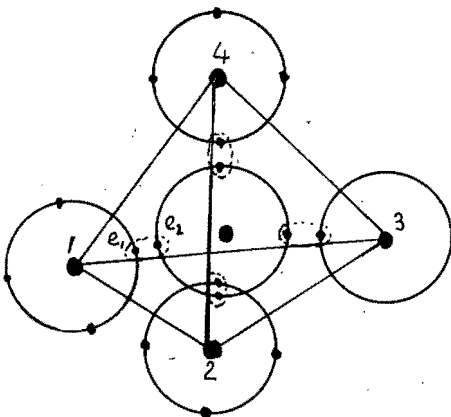
1.1. Kristallografie.

Het element koolstof komt voor in twee hoofdmodificaties : grafiet en diamant. Het fundamentele verschil wordt veroorzaakt door de kristalstructuur. Tengevolge hiervan blijken vele fysische eigenschappen van grafiet en diamant onderling sterk te verschillen, b.v. :

- Grafiet is ondoorzichtig en zwart; zuivere diamant doorzichtig en kleurloos.
- Grafiet is zeer zacht, diamant zeer hard.
- Grafiet is een geleider voor electriciteit, diamant een goede isolator, soms een halfgeleider.
- De soortelijke massa van grafiet is $2,25 \text{ g/cm}^3$, van diamant $3,52 \text{ g/cm}^3$. Bij diamant is de gemiddelde atoomaafstand dus kleiner dan bij grafiet. Bij kamertemperatuur is grafiet de stabiele modificatie.

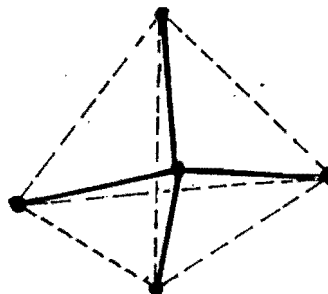
De kristalstructuur van diamant werd door W.H. en W.L. Bragg in 1913 door röntgendiffractie bepaald:

Ieder C-atoom wordt omringd door 4 atomen, welke zich op de hoeken van een regelmatig viervlak bevinden en is met deze atomen verbonden d.m.v. een covalente binding. Elk C-atoom heeft 4 electronen in zijn buitenste schil. Deze wordt vol gemaakt, door van elk der 4 dichtstbijzijnde atomen één electron gemeenschappelijk te nemen (fig. 1 en 2).



figuur 1

de atomaire binding.



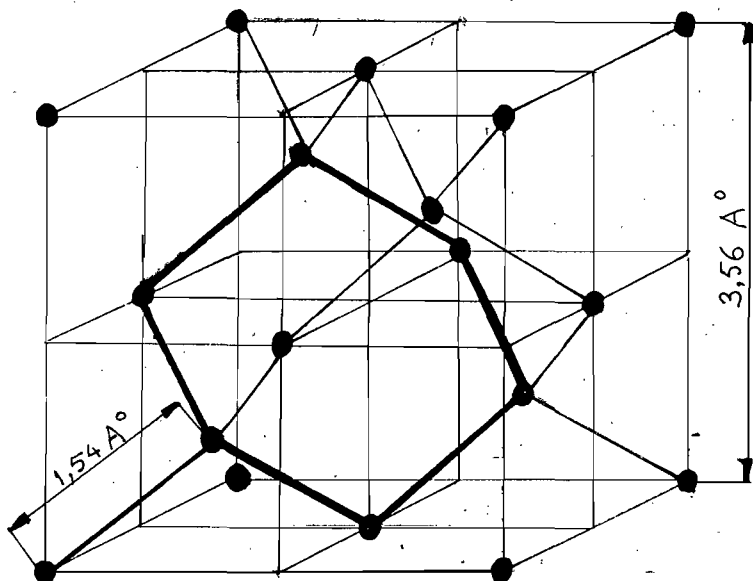
figuur 2

het tetraëder

Deze viervlakken vormen een in principe onbeperkte aaneenschakeling. In feite kan een monokristallijne diamant worden beschouwd als een zeer groot koolstofmolecuul.

Men kan deze zelfde structuur ook als een kubische beschouwen: De kubus is dan vlakken gecenterd en bovendien verdeeld in

acht kleinere kubussen, waarvan vier midbloks gecenterd zijn (figuur 3). Elk van deze midblokse atomen is verbonden met de vier hoekpunten van zijn kubus waarin zich atomen bevinden (deze vier atomen zijn weer de hoekpunten van het tetraeder van figuur 2).



De kubus.

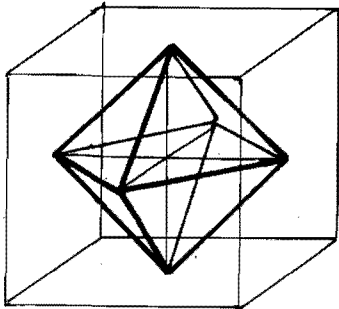
figuur 3

De bindingen komen voor in vier ruimtelijke richtingen, welke alle gelijke hoeken met elkaar maken. Deze sterke covalente bindingen moeten verbroken worden om een diamant te kloven, te slijpen of af te breken. De vier kloofvlakken staan (dus) loodrecht op deze bindingen.

In figuur 3 is met dikke lijnen het vlak met de dichtste atoombezetting aangegeven, dat evenwijdig is aan één dezer kloofrichtingen. Het bestaat uit een aaneenschakeling van gewelfde zeskantige ringen.

Uit het voorgaande is duidelijk, dat de grootte van de kracht, nodig om de atomen uit hun configuratie te breken, richtings-afhankelijk is.

Vele diamanten kristalliseren in de vorm van een octaeder. Men kan zich de vorming hiervan voorstellen, door de 6 midvlakse gecenterde atomen van een elementaire kubus als hoekpunten te beschouwen (figuur 4).

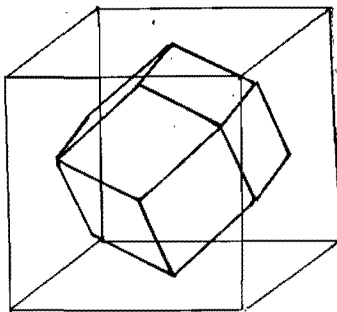


De vlakken van dit octaeder zijn evenwijdig aan (c.q. maken deel uit van) de gewerfde vlakken, langs welke een diamant gekloofd kan worden. Een octaedervlak heeft, mits in de juiste richting belast, de grootste hardheid en slijtvastheid.

Het octaëder

figuur 4

Diamant kan ook uitkristalliseren als dodecaeder (figuur 5), tetrahexaeder of hexaoctaeder.

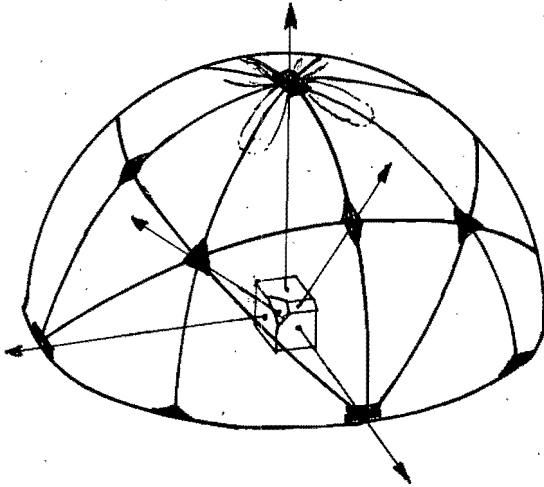
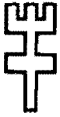


figuur 5

Het dodecaëder

1.2. Hardheidsvectordiagram.

Men kan de vlakken van een diamant aangeven in een ruimtelijk diagram. Daartoe stelt men zich een halve bol voor, met een diamant in het middelpunt. De stand van een raakvlak in een punt van de bol komt overeen met de stand van een vlak van de diamant. De raakpunten van de raakvlakken met het bolvlak worden aangegeven met voor de diverse vlakken gebruikelijke symbolen, zoals een vierkant voor een kubusvlak, een driehoek voor een octaedervlak en een ruit voor een dodecaedervlak (figuur 6).



Kristalvlakken van de diamantstructuur.

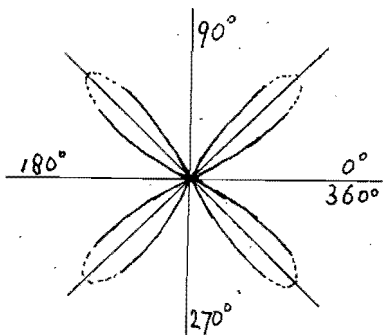
figuur 6

De slijtagehardheid van een vlak is richtingsgevoelig. Uitgaande van een arbitraire nulrichting kunnen we de relatieve hardheid in poolcoördinaten weergeven. Voor een kubusvlak b.v. volgt dan een polair diagram als in

figuur 7 (met de kubusribbe als nulrichting).

Projecteert men dit polaire diagram op de bol van figuur 6, op een plaats waar zich een raakvlak bevindt, dat evenwijdig is aan een kubusvlak, dan is direct de hardheid van het kubusvlak in een bepaalde richting af te lezen.

Eenzelfde diagram kan men voor meerdere punten van het boloppervlak bepalen. In verband met de symmetrische structuur is het gehele hardheidspatroon echter vastgelegd, als $1/48$ deel van het oppervlak bekend is.



Polair Hardheidsvectordiagram.

fig. 7.



1.3. Bepaling van de hardheid.

De hardheid van diamant is in hoge mate afhankelijk van de wijze, waarop hij gemeten wordt. De eenvoudigste bepaling is de krasstest. Het blijkt, dat diamant elke andere bestaande materie krasst, reden waarom het het hoogste hardheidsgetal krijgt in de schaal van Moh.

Een andere methode is de indrukkingstest.

Bij verschillende onderzoekers lopen de resultaten hiervan ver uiteen. Deze en andere methoden, geven echter een gemeenschappelijke uitkomst in één opzicht: de hardheid van de diamant is anisotroop. De grootte van deze anisotropie is sterk afhankelijk van de wijze waarop de diamant gebruikt wordt. Aanzienlijke anisotropie wordt waargenomen bij de slijtage van snijgereedschap, maar hier is het probleem nog gecompliceerder, omdat de diamant bovendien kan breken als hij in de verkeerde richting bewerkt is. Hier geldt, dat de diamant niet in de zelfde richting door wrijving mag worden belast, als waarin hij geslepen is.

Bij het eerste systematische onderzoek (Tolkowsky, 1920) werd een normale diamantschijf gebruikt (gietijzeren schijf, waarop zich diamantpoeder met olie bevindt) en de hoeveelheid afgeslepen diamant werd door weging bepaald. Hoewel waardevolle informatie werd verkregen met deze methode, was hij niet geheel bevredigend. Het was namelijk niet eenvoudig, de oriëntatie van de diamant te handhaven gedurende het afslijpen. Zelfs kleine onregelmatigheden in de structuur kunnen de slijtageweerstand beïnvloeden. Verder vereist het slijpen in hardere richtingen veel tijd. Door al deze bezwaren bleek de meting niet goed reproduceerbaar te worden. Een beter resultaat werd verkregen door diamant te slijpen met de scherpe kant van een kleine dubbelkegelvormige slijpschijf van gietijzer met diamantpoeder, of met diamantpoeder in gebonden vorm. De slijtagehardheid werd gemeten door kleine sneden op het diamantoppervlak te maken en de diepte hiervan interferometrisch te bepalen. De reproduceerbaarheid van deze meting bedroeg ongeveer 10%. Hier dient echter te worden opgemerkt, dat diamant een natuursteen is, welke structurele onregelmatigheden en verontreinigingen kan bezitten, waardoor zelfs bij eenzelfde steen op eenzelfde vlak in dezelfde richting de hardheid aanzienlijk kan verschillen. Om de fundamentele hardheidseigenschappen te bepalen moeten de te onderzoeken stenen van hoge kwaliteit zijn.

De anisotropie van de hardheid.

De hardheid is op twee wijzen variabel:

1. tengevolge van de keuze van het vlak.
2. Voor één en hetzelfde vlak: tengevolge van de slijprichting.



De gemiddelde snedediepte in de hoofdrichtingen van diamant (resultaat van het laatstgenoemde experiment):(ref.2)

Vlak	Dode- caeder	Kubus	Oc- taeder	Oc- taeder	Dode- caeder	Kubus
richting van slijpen	evenw. aan as	evenw. aan as	van hoek- punt naar ribbe	van ribbe naar hoekpunt.	90° op as	45° op as
Diepte der snede (in halve golf- lengten)	10,0	8,5	3,9	2,1	1,8	1,1

Op andere wijzen gemeten hardheid kan een andere hardheidsverhouding tussen de verschillende vlakken geven. De tendens blijft echter dezelfde.

In het algemeen blijkt, dat goede oriëntatie van een diamant voor een bepaald doel zijn levensduur met 200 à 1000% verlengt.

We kunnen de hardheid nu een numerieke waarde toekennen. door b.v. de zachtste richting de waarde 1 te geven. Indien bij deze richting een snedediepte van a halve golflengtes hoort, dan noemen we de hardheid in een richting met b halve golflengtes snedediepte: $\rho = \frac{a}{b}$, dus $\rho > 1$.

Onder de vectoriële hardheid ($\vec{\rho}$) van een vlak verstaan we in het volgende een vector, met $|\vec{\rho}| = \frac{a}{b}$ liggende in dat vlak, welke de relatieve slijtagehardheid van dat vlak weergeeft, indien het wrijvend belast wordt in de richting van die vector.

1.4. Bepaling van de kristaloriëntatie.

Bezien we een willekeurig kristal, dan kan men door iedere 3 atomen een vlak aanbrenge. Evenwijdig aan dit vlak, zullen zich identieke vlakken bevinden, op afstanden d , $2d$, $3d$

Deze vlakken worden netvlakken genoemd (figuur 8).

De fundamentele wet, die de röntgendiffractie bepaalt is:

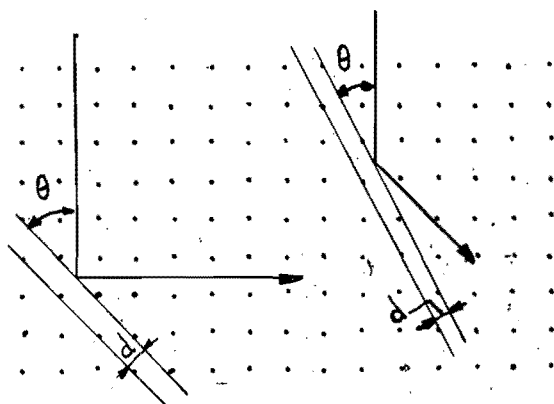
$$n \cdot \lambda = 2d \sin \theta \quad (\text{Bragg})$$

met:



- λ = golflengte der straling.
 d = afstand tussen twee netvlakken.
 θ = hoek tussen invallende straal en het netvlak
(= glanshoek).
 n = 1, 2, 3

Uit deze wet is het duidelijk, dat voor een zekere θ en d slechts röntgenstralen van bepaalde golflengten gereflecteerd worden.

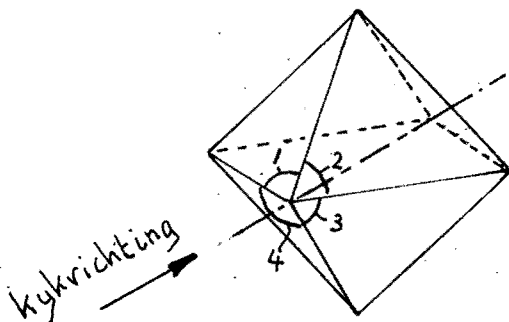


Selectieve Röntgendiffractie in een kristal. fig.8.

Echter, indien men een bundel met een continu röntgenspectrum gebruikt, waarvan de golflengte varieert tussen b.v. 0,25 en 1 \AA , dan zullen de netvlakken met een bepaalde d voor een vaste glanshoek θ hun eigen golflengte selecteren, zodanig, dat reflectie optreedt.

Beschouwen wij een diamant-octaeder langs een kubus-as, (figuur 9) dan zien we, dat de octaedervlakken vierzijdig

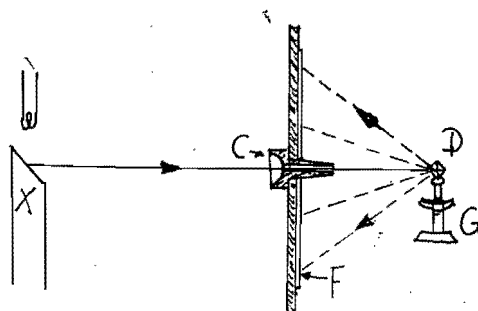
symmetrisch rond de kijkrichting liggen. Als nu een röntgenbundel samenvalt met een kubusas, d.w.z. loodrecht op een kubusvlak staat, dan zal het resulterende diffractiepatroon 4-voudige symmetrie vertonen, tengevolge van de reflectie tegen octaedervlakken, dodecaedervlakken, enz. Vertoont echter het diffractiepatroon drie- of tweevoudige symmetrie, dan weten we, dat de invallende bundel loodrecht staat op een octaeder- resp. dodecaedervlak.



Voorbeeld van een viervoudige symmetrische oriëntatie. fig.9.

De oriëntatie kan op twee manieren plaatsvinden:

a. De terugstraalmethode.



Schema van de terugstraalmethode.

figuur 10

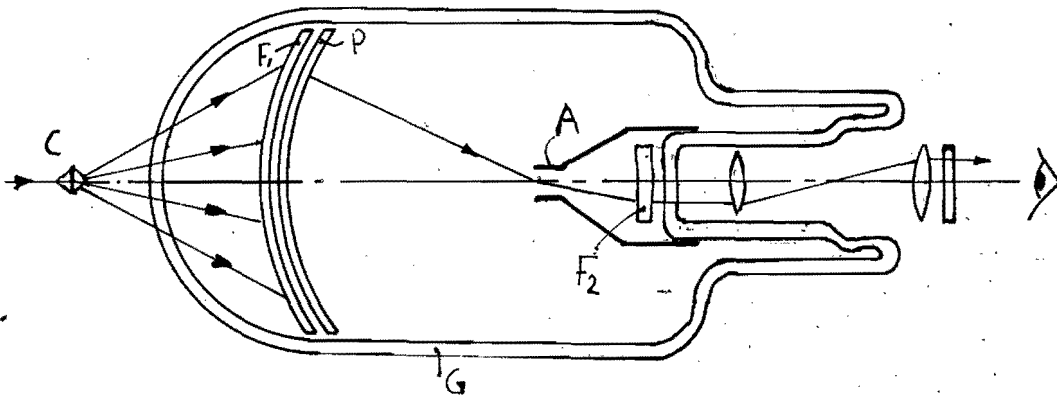
Dit is de standaardtechniek, welke het eerst door von Laue werd ontwikkeld in 1912 (figuur 10). De ongefiltreerde continue röntgenbundel wordt door de collimator C op het kristal D gericht. Het kristal reflecteert op zijn netvlakken röntgenbundels van bepaalde golflengten, welke de fotografische plaat F belichten. Het kristal is op de goniometer G gemonteerd, welke 3 rotatievrijheden heeft.

Deze techniek is nogal tijdrovend voor de gereedschapsmaker. Een snellere methode, ontwikkeld door het Diamond Research Laboratory in Johannesburg is die met de:

b. Röntgenbeeldversterker.

Het schema is volgens figuur 11. De gecollimeerde röntgenstraal met continu spectrum komt in de diamant C, gemonteerd op een goniometer als tevoren en wordt verspreid in voorwaartse richting (doorstraalmethode) om op het fluorescerende scherm F_1 te komen, dat zich in de geëvacueerde buis G bevindt. De fluorescerende plekken op F_1 , nauwelijks zichtbaar met het menselijk oog, maken electronen vrij van fotokathode P, welke contact maakt met het fluorescerende scherm. Deze electronen worden versneld en gefocusseerd door een potentiaal verschil van ongeveer 25.000 V, dat is aangelegd tussen de fotokathode P en de open anode A, ^{en} komen terecht op een tweede fluorescerend scherm F_2 . Doordat de electronen versneld zijn en doordat ze nu op een kleiner oppervlak geconcentreerd worden wordt het oorspronkelijke beeld ongeveer 1000x versterkt. Door vergroting met een stereo-microscop

wordt het uiteindelijke beeld weer in zijn oorspronkelijke grootte waargenomen.
 Met dit apparaat kan in enkele seconden een diamant georiënteerd worden.



De röntgenbeeldversterker.

figuur 11

2. Enige mogelijkheden tot verbeterde gereedschapsconstructie.

Het verloop van een verspaningsproces wordt door vele variabelen bepaald.

In dit rapport worden enige variabelen genoemd resp. besproken, welke - volgens ervaring van anderen - in belangrijke mate de standtijd van de beitel en de geometrische gesteldheid van het werkstuk bepalen. Van één dezer variabelen, de kristaloriëntatie, zal worden aangegeven, hoe een systematische analyse tot optimalisering zou kunnen leiden.

2.1. Stabiliteit van de draaibank.

Op de numerieke eisen wordt hier niet ingegaan. Vermeld zij slechts, dat diamant zeer gevoelig voor trillingen is en dat bij een onderzoek dit punt de volle aandacht zal dienen te krijgen.

2.2. De optimale kristaloriëntatie.

In de literatuur vindt men twee criteria, die voor de oriëntatie van belang zijn:



- a. De kracht op de beitel mag niet evenwijdig zijn aan één der kloofvlakken.
- b. De richtingen met de grootste hardheid (slijtage-weerstand) moeten zo goed mogelijk worden benut.

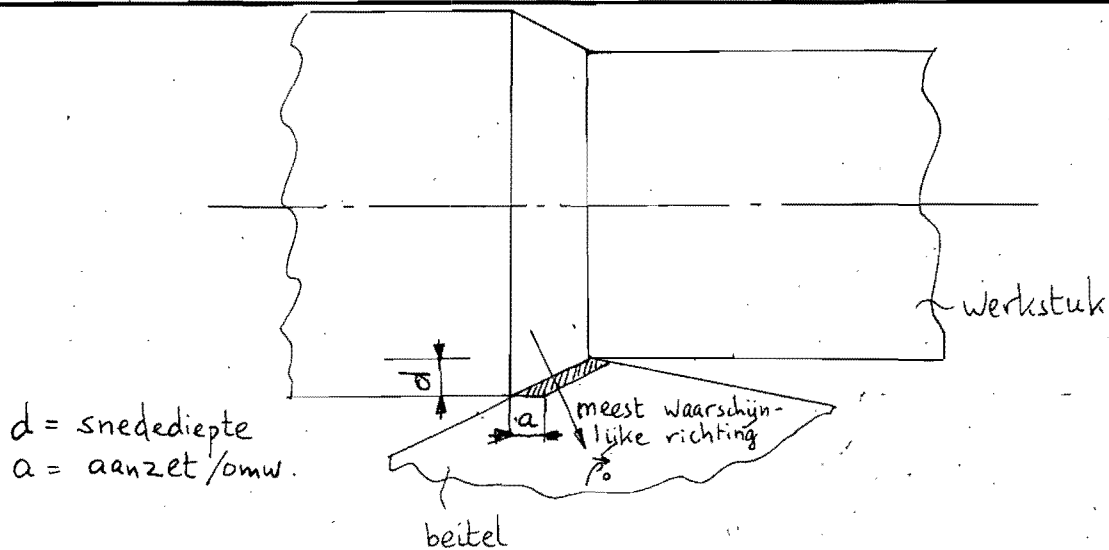
Hoewel de oriëntatie zeer belangrijk blijkt voor de standtijd van de beitel, wordt slechts in beperkte mate rekening gehouden met dit criterium bij de vervaardiging van een draaibeitel: Men kiest voor het spaanvlak zonder meer een kubusvlak, soms een dodecaeder- of octaedervlak.

De optimale oriëntatie is afhankelijk van een groot aantal factoren. De onafhankelijk variabelen kunnen voor een te verrichten experiment het beste gekozen worden volgens in de praktijk gebruikelijke waarden. We kiezen dus een geschikte beitelvorm, spaanvorm, snijsnelheid en een goed bewerkbaar materiaal (b.v. een Al-legering).

(zie ook de rapporten 0113, 0114, 0115, 0116, 0118)

Beschrijving van het uit te voeren experiment.

1. Vervaardig een keramische (isotrope) beitel met dezelfde geometrie als de later te gebruiken diamantbeitel. Belast deze onder dezelfde condities. Aan deze beitel zien we, welk slijtagebeeld optreedt, dus welke vlakken het zwaarst belast zijn. (Bij de diamantbeitel kunnen we uit het slijtagebeeld geen conclusies trekken i.v.m. de anisotrope slijtage-eigenschappen).
In het nu volgende nemen we aan, dat het spaanvlak de grootste slijtage vertoont.
2. Bepaal met behulp van een driecomponenten beitelkrachtmeter de richting van de totale beitelkracht \vec{P} als resultante van \vec{P}_v , \vec{P}_a en \vec{P}_r voor de diamantbeitel. Uit deze richting kunnen we berekenen:
 - 2.1. De hoek (α) tussen \vec{P} en de aflooprichting van de spaan (φ). (Met deze richting wordt een lijn in het spaanvlak bedoeld).
Bij draaien met diamant werkt men met een vrij slanke spaan, zodat mag worden verondersteld, dat φ loodrecht op de hoofdsnijkant komt te staan. (zie figuur 12). Eventueel zou dit fotografisch geverifieerd kunnen worden.



figuur 12

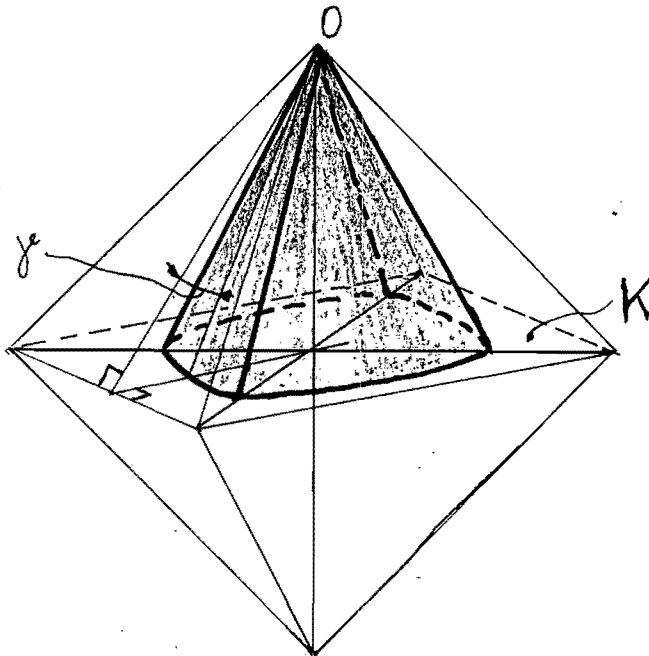
2.2. De standhoek (β) tussen \vec{P} en het spaanvlak (S).

3. De kracht \vec{P} brengt de diamant in een ruimtelijke spanningstoestand. Breuk treedt op, zodra de schuifspanning langs een octaedervlak de toelaatbare overschrijdt. Dit probleem is echter zeer gecompliceerd en het is zelfs twijfelachtig of schematisering een redelijke benadering kan geven. Behalve de geometrie van de diamant spelen nl. de onbekende oplegreacties een rol, terwijl waarschijnlijk ook de elasticiteits- en glijdingsmodulus anisotroop zijn.

Men kan echter wel stellen, dat aan de eis: "kracht niet evenwijdig aan één der kloofvlakken" het beste is voldaan, als \vec{P} gelijke hoeken maakt met alle kloofvlakken, dus evenwijdig is aan een kubusribbe (viertallige as).

Om nu enige keuze in richting over te houden, wat wenselijk is om beter aan het onder b. genoemde criterium te kunnen voldoen, kunnen we arbitrair een hoek (ψ) bepalen die \vec{P} minstens met elk der kloofvlakken moet maken. Dit geeft ons een aantal toelaatbare richtingen van \vec{P} .

Deze bundel toelaatbare richtingen vormt een lichaam binnen het octaeder. Het vinden van de juiste vorm van dit lichaam is een stereometrisch probleem, dat niet nader onderzocht is. Om de gedachten te bepalen is in figuur 13 een mogelijke uitkomst getekend.



De toelaatbare richtingen gaan alle door de top O en snijden het kubusvlak K binnen het ruitachtige middenstuk.

Het "toelaatbare richtingen lichaam"

figuur 13.

4. Construeer een lichaam dat in bolcoördinaten de slijtagehardheid $\bar{\rho}$ weergeeft met O als oorsprong.

Dit lichaam kan slechts bij benadering geconstrueerd worden

omdat de hardheid in een bepaalde richting niet alleen

afhangt van de richting in een vlak, maar ook van de

stand van het vlak (figuur 13).

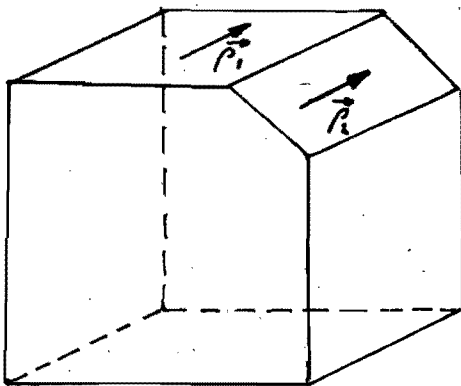
Het blijkt echter, dat de grootte-orde wel steeds

dezelfde is, zodat men wel verantwoord met gemiddelden

kan rekenen. Verder moet worden opgelet, dat tegen-

gesteld gerichte vectoren ongelijk van grootte kunnen

zijn (zie tabel blz. 7).

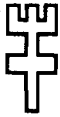


$$|\vec{P}_1| \approx |\vec{P}_2|$$

omdat

$$\vec{P}_1 \parallel \vec{P}_2$$

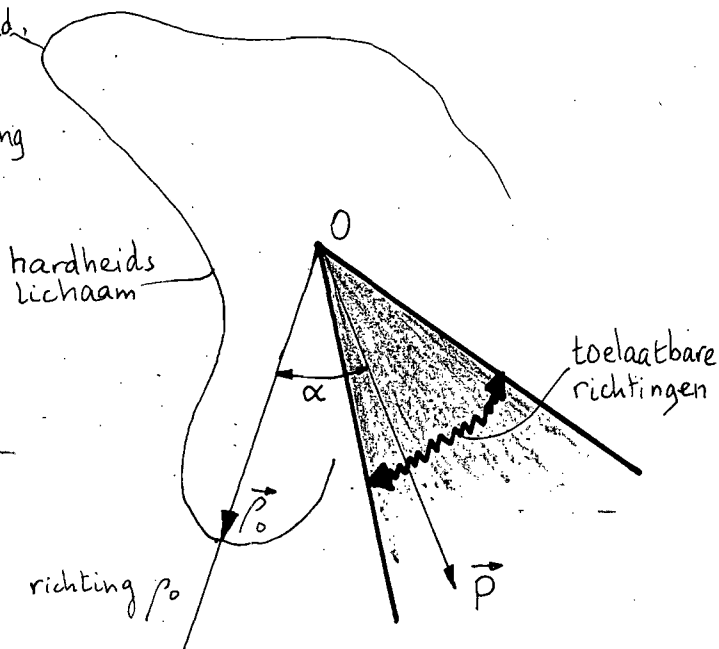
figuur 14



5. Het hardheidslichaam en het toelaatbare krachtrichtingenlichaam hebben beide een vaste stand t.o.v. het kristal. De optimale oriëntatie vinden we nu, door als richting van \vec{P} één der toelaatbare te kiezen, en wel zodanig, dat de hardheid in de richting van de aflopende spaan (ρ_0) maximaal is.

Meetkundig betekent dit, dat we de vaste hoek α zo in beide lichamen plaatsen, dat bij een toelaatbare \vec{P} de

max. hardheid,
echter niet
toelaatbaar
i.v.m. richting
van \vec{P}



richtingslijn ρ_0 het hardheidslichaam op een maximale afstand van O snijdt. Verstaan we nu onder ρ_0 de hardheidsvector, in de richting ρ_0 , dan ligt hiermee de oriëntatie vast. Figuur 15 schematiseert deze gang van zaken voor een 2-dimensionaal geval.

De stand van het spaanvlak vinden we nu, door een vlak S te construeren door ρ_0 , dat een standhoek β heeft met \vec{P} .

Geschematiseerde werkwijze bij de optimalisering.

figuur 15

2.3. Draaien in inerte of reducerende atmosfeer.

Dit onderwerp is in hoge mate speculatief. Hoewel een onderzoek in deze richting zeker de moeite waard is, kan met minder zekerheid dan bij de punten 2.1. en 2.2. een uitspraak over het resultaat worden gedaan. De behandeling beperkt zich hier tot het vermelden van enkele overwegingen, welke in dit verband van belang zouden kunnen zijn. De beperkingen van diamant worden gevormd door:

1. chemische
2. fysische
3. mechanische.

ad 1. a) Verbinding met het werkstukmateriiaal
(ijzer bij $\approx 1000^\circ\text{C}$).
b) Oxydatie (bij $\approx 1000^\circ\text{C}$).



ad 2. Omzetting in het stabielere grafiet bij $\approx 1800^{\circ}\text{C}$.

ad 3. Breuk, slijtage.

Voor de gevallen, waarin oxydatie de beperkende factor is, kan de standtijd of de spaanproductie worden vergroot door de verspaning in inerte of reducerende atmosfeer te doen plaatsvinden (b.v. Argon, CO_2 , H_2).

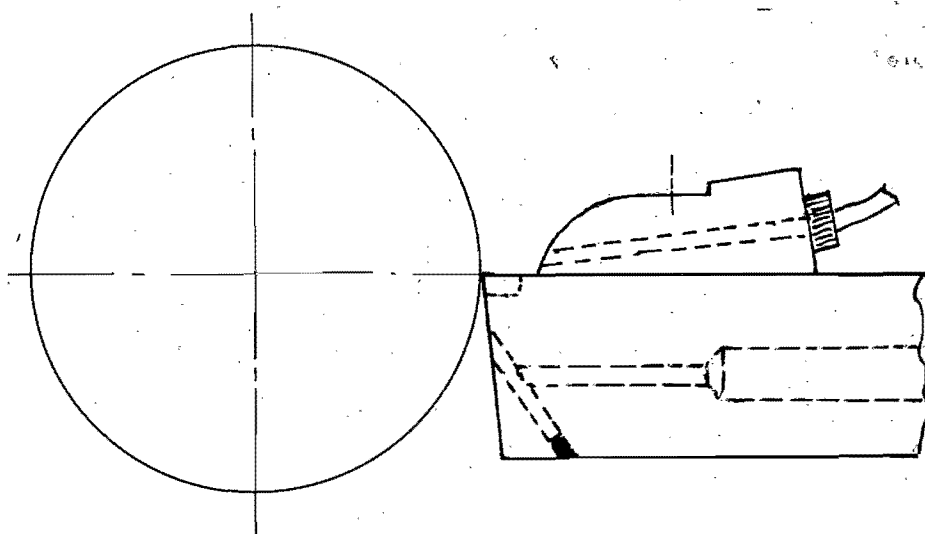
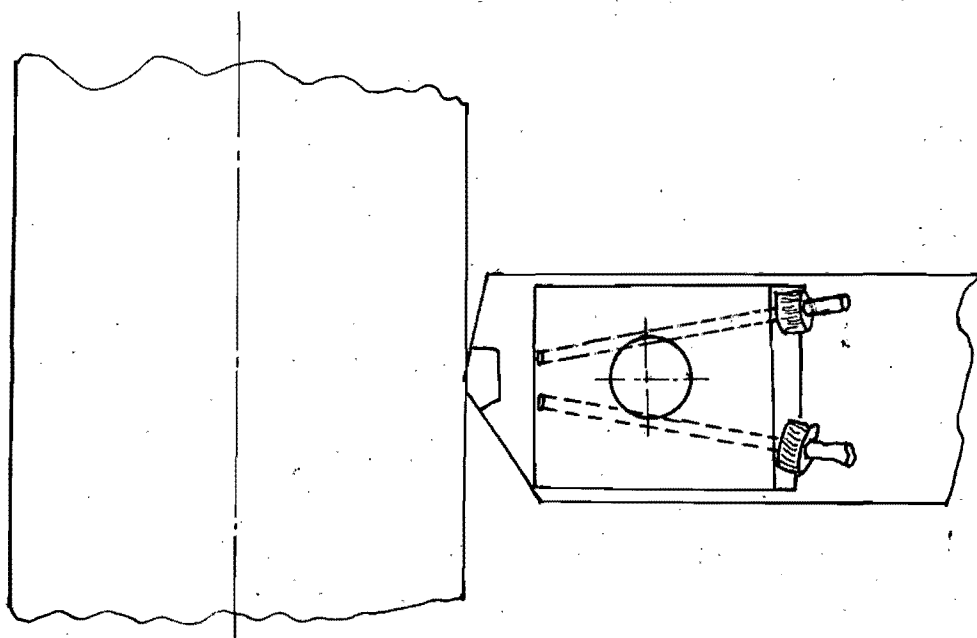
De beitelpunt kan tijdens de verspaning plaatselijk en momentaan een hogere temperatuur krijgen dan het smeltpunt van het werkstukmateriaal, zodat hier ook voor materialen met een smeltpunt beneden 1000°C plaatselijke oxydatie niet uitgesloten is en dus bij toepassing van een inerte atmosfeer verbetering kan optreden. Bovendien wordt bij hogere temperatuur de vloeigrens verlaagd, dus de krachten worden kleiner.

Bij hogere temperaturen moet relatief meer waarde worden gehecht aan:

1. de uitzettingscoëfficiënt. Deze is $1,18 \times 10^{-6}$ (Fizean, 1869) of $\frac{1}{10}$ van die van staal.
2. de warmtegeleidingscoëfficiënt. Deze is $1,5 \text{ Watt} / \text{cm}^{\circ}\text{C}$ bij 0°C , of $2,5 \times$ die van staal.

Tenslotte zij vermeld, dat de wrijvingscoëfficiënt tussen werkstuk en beitel afhankelijk is van de omringende atmosfeer, zodat bij geschikte keuze hiervan ook slijtagevermindering kan optreden.

Figuur 16 geeft een mogelijke uitvoering van een beitelhouder met gasspuitbuisjes.



Ontwerp van beitel en
beitelhouder voor draaien
in inerte atmosfeer

figuur 16

Geraadpleede literatuur.

1. Manufacture of diamond tools in theory and practice, Diamond Research Laboratory, Johannesburg.
2. The hardness of diamond, Eileen M. Wilks, Univ. of Oxford. Symposium "Diamond in Industry, 1962, p.283 - 290.
3. The orientation of diamond for tools, F.A. Raal Symposium, diamond in Industry, 1962, p.13-20.
4. Maximum hardness vectors in the diamond, C.B. Slawson and J.A. Kohn, Industrial diamond review, 10 (1950) p.168-172.
5. Simplified manufacture of diamond tools, R.G. Weavind, M.Sc(Eng.), Optima 6 (1956).
6. Werkstattbuch no. 61, 2.ed. Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe, s.34-51.
7. Mechanism of friction and lubrication in metalworking, F.P. Bowden and D. Tabor, Journal of the institute of petroleum, 40 (1954) p.244-253.
8. Friction and wear, Robert Davies editor. Symposium General Motors Research Lab., 1957.

Geraadpleede literatuur.

1. Manufacture of diamond tools in theory and practice, Diamond Research Laboratory, Johannesburg.
2. The hardness of diamond, Eileen M. Wilks, Univ. of Oxford. Symposium "Diamond in Industry, 1962, p.283 - 290.
3. The orientation of diamond for tools, F.A. Raal Symposium, diamond in Industry, 1962, p.13-20.
4. Maximum hardness vectors in the diamond, C.B. Slawson and J.A. Kohn, Industrial diamond review, 10 (1950) p.168-172.
5. Simplified manufacture of diamond tools, R.G. Weavind, M.Sc(Eng.), Optima 6 (1956).
6. Werkstattbuch no. 61, 2.ed. Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe, s.34-51.
7. Mechanism of friction and lubrication in metalworking, F.P. Bowden and D. Tabor, Journal of the institute of petroleum, 40 (1954) p.244-253.
8. Friction and wear, Robert Davies editor. Symposium General Motors Research Lab., 1957.