

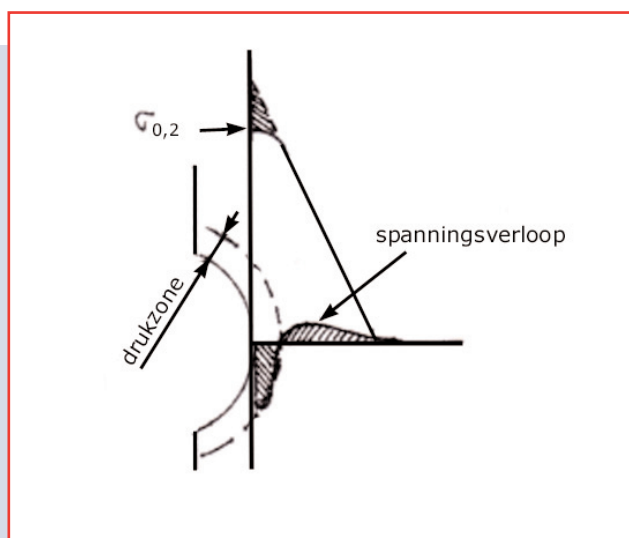
# HET EFFECT VAN MICROPEENBEHANDELING EN DE GEVOLGEN VOOR HET SPANNINGSVERLOOP IN EEN MATERIAAL OF CONSTRUCTIE-ELEMENT

De micropeenbehandeling heeft uit oogpunt van het verbeteren van de vermoeiingsweerstand van een materiaal of constructie tot doel, om een residuele drukspanning aan het oppervlak aan te brengen. Het is een koud vervormingsproces waarbij elke kogel een plastische deformatie van het oppervlak tot gevolg heeft.

C.B.M. Nagel en P. Jonkers

CTB Holland B.V., Dordrecht

Een plastische deformatie van het oppervlak betekent dat elke keer een blijvende vervorming achterblijft. Met andere woorden, het materiaal onder de kogelindrukking wordt uitgerekt en kan niet meer terug in de oude vorm. Het materiaal wordt in elkaar gedrukt. Het materiaal in de onderliggende omgeving wil gewoon elastisch terugveren tot spanning nul. Maar dit is niet mogelijk omdat hierdoor aan het oppervlak een drukspanning wordt opgebouwd. Door dit terugveren zal er evenwicht ontstaan tussen de opgebouwde drukspanning aan het oppervlak en de achterblijvende trekspanning in een zone juist achter het drukgebied. Het gebied wat zodoende onder drukspanning komt, heeft een geringe diepte van ca. 0,15 - 0,40 mm, afhankelijk van de peenparameters.



Afbeelding 1 Schematische weergave van het spanningsverloop na peenen, voor een glad materiaaloppervlak, bij een kogelindruk.

Voor het ontstaan van een vermoeiingsscheur is bij een dynamische belasting, plastische deformatie op microschaal noodzakelijk. Dus het herhaald overschrijden van de vloeigrens bij een gunstig georiënteerde korrel, leidt tot structuurverval. Hierdoor ontstaat een microscheurtje en de omliggende korrels moeten de belasting overnemen. Vervolgens ontstaat een microscheurtje bij een naastliggende korrel, etc. etc. Het is bekend dat vermoeiingsscheuren in de meeste gevallen aan het oppervlak initiëren. Dit wordt veroorzaakt door:

- meer vervormingmogelijkheden aan het oppervlak;
- materiaalfouten leiden aan het oppervlak tot hogere spanningsconcentraties;
- milieu-invloeden (corrosie);
- oppervlakteruwheden en bewerkingsgroeven;
- negatieve spanningen aan het oppervlak bijv. trekspanningen bij lassen;
- spanningen t.g.v. belasting meestal maximaal aan het oppervlak (buiging, torsie etc.).

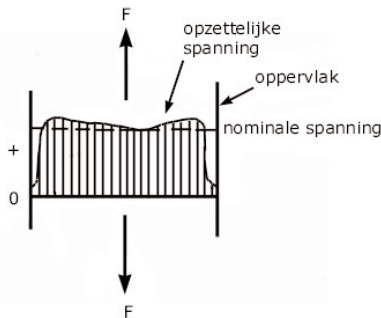
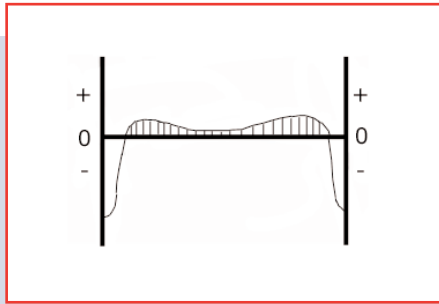
De zone welke na de micropeenbehandeling onder residuele trekspanning blijft staan, zou een negatief effect op de vermoeiingsweerstand kunnen hebben. In de praktijk is dit echter hoogst zelden het geval, en dit heeft slechts invloed op de scheurgroei en in zeer bijzondere omstandigheden op de scheurinitiatie. Tevens wordt er op gewezen dat de hoogte van de residuele trekspanning gering is t.o.v. de te bereiken residuele drukspanning.

Onder gelijke belastingsomstandigheden zal een scheur veel moeilijker of niet kunnen initiëren vanuit het inwendige van het materiaal, omdat de plastische vervormingsmogelijkheden daar erg gering zijn. En alle andere negatieve effecten zoals eerder genoemd voor het oppervlak (kerven, milieu etc.) hier ook niet aanwezig zijn.

De micropeenbehandeling wordt dan ook toegepast om scheurinitiatie te voorkomen. Dan is er dus van een versnelde groei geen sprake. Het effect van een eventueel ontstaan van een vermoeiingsscheur vanuit deze residuele trekzone zal alleen optreden in een ongestoord plaatveld dynamisch op trek belast. Hierin ontstaan in de praktijk slechts zelden vermoeiingsscheuren, omdat op plaatsen waar krachten worden ingeleid meestal hogere spanningen aanwezig zijn als gevolg van kerven (bijv. las of boutverbindingen).

Zodra een materiaal op buiging wordt belast en/of wanneer er kerven (dus spanningspieken) aanwezig zijn, zal de spanningsval naar het inwendige het effect van de residuele trekspanning teniet doen. En zal de spanning lager zijn dan oorspronkelijk aan het oppervlak het geval was.

**Afbeelding 2**  
Het spanningsverloop na de micropeenbehandeling van een ongestoorde 2 mm plaat.

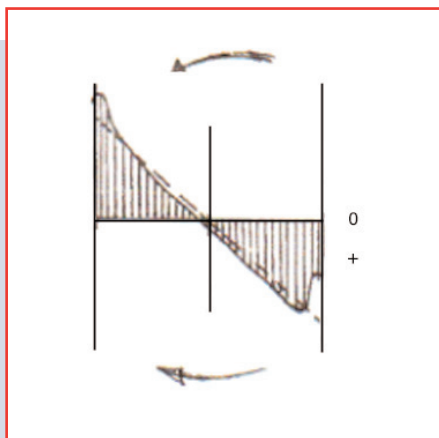


**Afbeelding 3** Het spanningsverloop indien de plaat van afbeelding 2, na de micropeenbehandeling onder uitwendige trekbelasting wordt gezet.

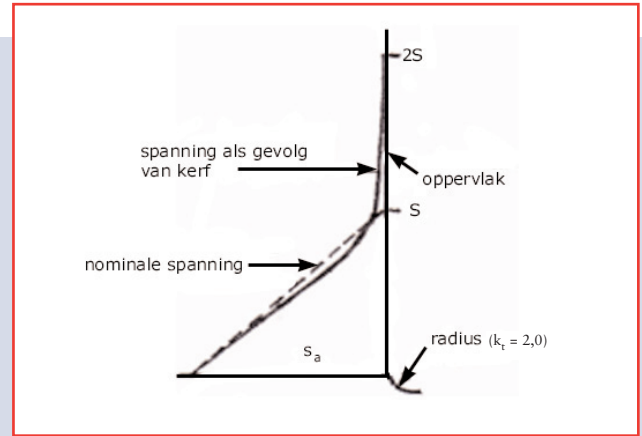
Uit de schematische weergave van het spanningsverloop blijkt, dat onder de residuele drukzone een verhoogde spanning aanwezig is.

Maar zoals boven reeds genoemd, zal deze spanning in het algemeen lager zijn dan elders in deze constructie, en hier dus waarschijnlijk niet leiden tot scheurvorming.

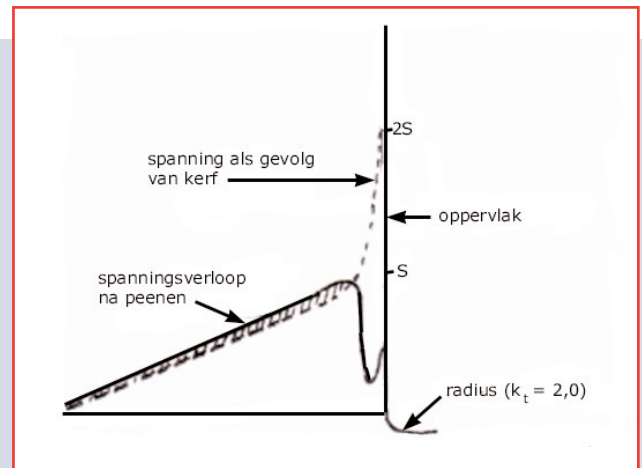
**Afbeelding 4**  
Het spanningsverloop indien de plaat van afbeelding 2 onder een uitwendige buigbelasting wordt gezet.



Uit deze schematische weergave blijkt, dat de trekspanning niet de waarde bereikt welke zonder micropeenbehandeling zou zijn bereikt. Dus hier heeft de micropeenbehandeling enkel een positief effect.



**Afbeelding 5** Het spanningsverloop in een op buiging belaste balk met een overgangsradius, met kerffactor  $K_t=2$ . De spanning is hier 2x de nominale spanning.



**Afbeelding 6** Het spanningsverloop van de balk van afbeelding 5, na een micropeenbehandeling, op buiging belast.

Uit de schematische weergave van afbeelding 6 blijkt, dat de buigbelasting slechts tot circa de helft van de oorspronkelijke waarde is, als gevolg van de micropeenbehandeling. Tevens wordt er op gewezen dat bij toenemende kerfwerking, het voordeel effect van een micropeenbehandeling, in gelijke mate toeneemt.

Het is uit de literatuur wel bekend dat bij door nitreren, inductiehardten etc. verharde staaloppervlakken, de residuele trekspanning onder de drukzone van een veel hoger gehalte kan zijn en soms tot onderhuidse initiatie aanleiding kan geven. Van onderhuidse scheurinitiatie bij een gepeened oppervlak, zijn ons geen voorbeelden bekend.

Wanneer in een uitzonderlijk geval een constructie op korte levensduur is geconstrueerd en dus scheurvorming toelaatbaar wordt geacht, zal een scheur in de regel toch niet initiëren in een plaatveld waar enkel de nominale spanning aanwezig is. Dus zijn wij dus van mening dat het geval als in afbeelding 2 en 3, een louter theoretische is, voor het ontstaan van een vermoeiingsscheur. ◀