

In-line controle van precisieschroefdraad in airbag-componenten

Schroefdraadmeetmachine

R. Galestien

Voor het controleren van schroefdraad in de productie bestaat sinds kort een microprocessorgestuurd apparaat dat simultaan een binnen- en een buitenschroefdraad op hetzelfde produkt snel kan aftasten. Door de on-line verwerking van de meetgegevens kan de schroefdraad tevens op verscheidene eigenschappen worden gecontroleerd. Het apparaat wordt sinds enige tijd met succes toegepast in de onderdelenfabricage van airbags door het bedrijf Amefo te Almelo. Het draagt de naam "Screw scanner", zie figuur 1, en is ontwikkeld door het Industrieel Adviescentrum (IAC) te Emmen.

Schroefdraad meten

Kwaliteitscontrole speelt een steeds grotere rol bij de onderdelenfabricage, zodat steeds vaker meetapparatuur in de fabricagelijns wordt opgenomen voor het controleren van een aantal kenmerkende afmetingen van het produkt.

Het controleren van schroefdraad en soortgelijke groeven is als gevolg van de grote diepte van de groeven een uitzonderlijk lastige opgave. De bestaande apparatuur voor het mechanisch aftasten van schroefdraadprofielen maakt

gebruik een taster die over de schroefdraad gesleept wordt door een motorisch aangedreven slede. De tasternaald zit bevestigd aan een arm die om een draaipunt in het verticale vlak kan bewegen, zie figuur 2. De meetkracht wordt door de zwaartekracht geleverd en wordt net als bij de arm van een platenspeler ingesteld met een contragewicht. Het profiel van de schroefdraad wordt gemeten door de hoekverdraaiing van de arm te registreren.

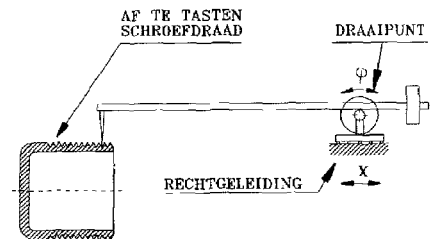
Als gevolg van deze meetopstelling ontstaat een aantal afwijkingen tussen het werkelijke en het gemeten profiel, waarvoor niet of onvoldoende wordt gecompenseerd, of waarvoor niet te compenseren is.

Willekeurige maar wel te vermijden fouten zijn:

- slijtage, waardoor de radius van de taster onroond wordt;
- de relatief hoge massastraagheid, waardoor bij een hogere tastsnelheid de taster het profiel niet meer volgt. Naarmate de tastkracht fijner wordt ingesteld, volgt de taster trager en is de gevoeligheid voor storingen (trillingen, vuiltjes, snijolie) van buitenaf groter;

De systematisch optredende vervormingen van het meetsignaal ontstaan door:

- de rotatie van de tasterarm, waar-



Figuur 2 Conventionele methode voor het meten van schroefdraadprofielen

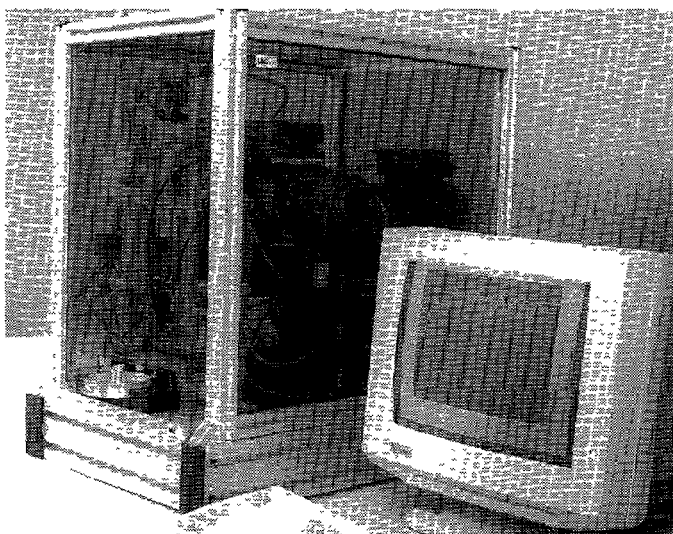
door de signaaloverdracht niet meer geheel lineair is;

- de tasterradius, waardoor niet het werkelijk profiel wordt weergegeven, maar een profiel op een afstand r evenwijdig aan het gemeten profiel;
- de helling (spoedhoek) van het schroefdraadprofiel, waardoor het raakpunt van de taster met het profiel niet meer in het vlak van de doorsnede ligt, met als gevolg dat de hierdoor ontstane schijnbare tasterradius kleiner is dan de werkelijke. Deze fout verdubbelt omdat het contactpunt van de taster met het schroefdraadprofiel bij stijgend anders is dan bij dalend profiel.

Gewoonlijk wordt de rotatie van de arm gemeten en in een x-y-grafiek weergegeven op papier. Omdat het meetsignaal direct wordt doorgegeven is van correctie voor een aantal van bovengenoemde systematische fouten geen sprake. Bij sommige apparaten wordt gecorrigeerd voor de tasterradius, maar dan doet zich een ander probleem voor: slijtage aan de taster, waardoor de werkelijke vorm anders is dan de in het rekenmodel veronderstelde radius.

Een nieuw concept

Uit de opsomming van onvolkomenheden blijkt dat de bestaande apparatuur zowel mechanisch als in de verwerking van het meetsignaal sterk was achtergebleven bij de mogelijkheden die de techniek ons nu biedt.



Figuur 1 Screw scanner, een computergestuurd meetstelsel voor het controleren van schroefdraad. De computer verwerkt tevens de gedigitaliseerde meetsignalen tot bruikbare gegevens voor het beoordelen van de schroefdraadkwaliteit

In-line controle van precisieschroefdraad in airbag-componenten

Correctie voor tasterslijtage

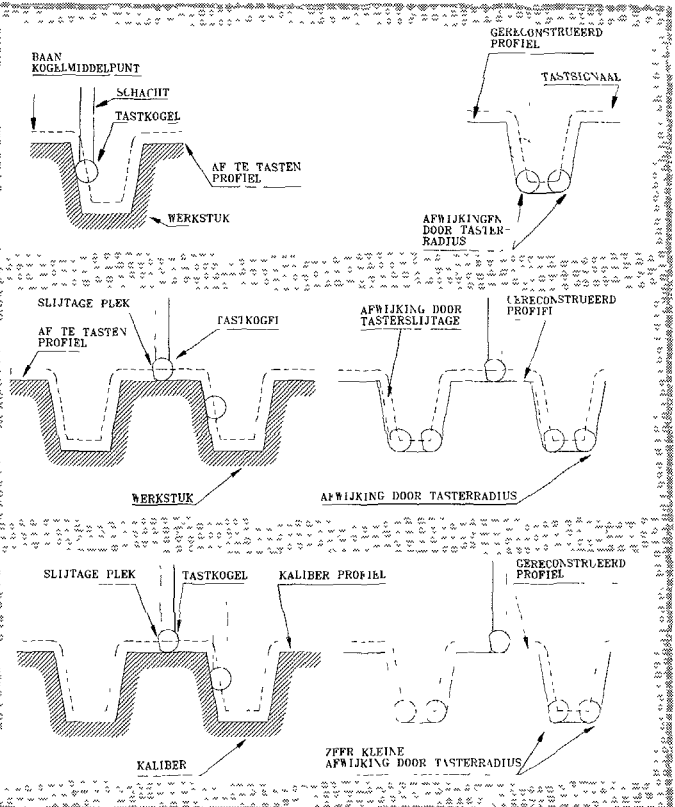
Bijgaande figuren stellen (overdreven) het effect van tasterslijtage weer.

Door met geregelde tussenpozen een ijkkaliber met dezelfde vorm af te tasten, kan uit de verandering van dit meetsignaal de vormverandering van de taster worden bepaald. Deze wordt gebruikt voor correctie van de metingen op de werkstukken.

Figuur A: Aftasten van een schroefdraad met een kogelvormige taster (links) en reconstructie van het profiel in de veronderstelling dat de kogel exact rond en niet gesleten is.

Figuur B: Door slijtage aan de taster wijkt het gereconstrueerde profiel te veel af van de werkelijkheid. Deze afwijking ontstaat doordat de taster niet meer rond is, zoals bij de berekening van het gereconstrueerde profiel verondersteld wordt.

Figuur C: Door te ijken op een kaliber met dezelfde vorm als het werkstuk, wordt tevens de vormafwijking van de taster door slijtage vastgelegd. Het met deze kalibratiegegevens gereconstrueerde profiel bevat nu geen afwijkingen meer als gevolg van tasterslijtage.

**Lichte, stijve en hysteresevrije taster**

Voor een contourgetrouw volgen van het schroefdraadprofiel met de taster was een aantal mechanische verbeteringen noodzakelijk. Een lichte, stijve en hysteresevrije ophanging van de tasternaald waren een eerste vereiste. De naald werd bevestigd aan een zeer licht koolstofvezelversterkt kunststofbuisje dat met een elastisch scharnier werd gelagerd. De tastkracht werd met behulp van een spiraalveer nauwkeurig op 1,5 N gehouden. Het aantal en de massa van de componenten is daarmee tot een minimum beperkt.

De zwaartekracht zou nu echter wel een storende factor kunnen worden, zodat de tastrichting verticaal werd gekozen. De tasterarm hangt daarbij naar beneden met haaks daarop de tasternaald. De naald bestaat uit een cilindrische stift (3mm diameter) van hardmetaal met een beitelvormige punt met een radius van 0,22 mm.

Vanwege de stijve en compacte constructie van de taster, kon de beweging van de taster naar het meetobject (schroefdraad) met een eenvoudige mechanische aandrijving (miniatur luchtcilinder) op een zeer beheerste

wijze worden gerealiseerd. Omdat de benodigde vrije ruimte klein was kon op geringe afstand een tweede taster gemonteerd worden, waarmee gelijktijdig het diametraal tegenovergelegen schroefdraadprofiel kon worden afgetaast, zie figuur 3. Gelijktijdig kunnen er dus twee onafhankelijke metingen op hetzelfde produkt (schroefdraad) worden uitgevoerd, waardoor de betrouwbaarheid van de meting wordt vergroot.

Foutcorrectie van het meetsignaal

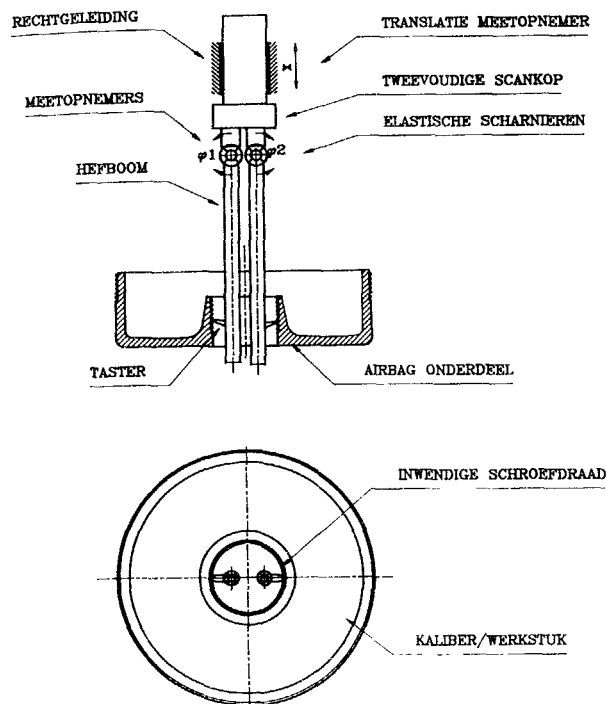
Door het continu bemonsteren en digitaliseren van het meetsignaal werd het mogelijk met de computer voor de optredende systematische meetfouten te corrigeren. Maar door het gebruik van de computer kwamen er meer mogelijkheden binnen bereik:

- De schroefdraadnormen kennen een aantal parameters waarmee vorm en kwaliteit van het profiel worden gedefinieerd, zoals actuele en effectieve flankdiameter, kerndiameter, buitendiameter, spoed, flank- en tophoek, profielzuiverheid van het complete schroefdraadprofiel en stand-off. Door het eenmaal gedigitaliseerde signaal met de computer

verder te bewerken konden ook deze grootheden worden berekend. Daarmee sluiten de verkregen gegevens bij de bestaande normalisatie aan.

- Het was nu ook mogelijk voor de slijtage van de taster te corrigeren. Daarbij werd een zeer praktische benadering toegepast. De taster wordt geijkt op een kaliber dat dezelfde vorm heeft als de te meten produkten. Het tastsignaal wordt gedigitaliseerd en opgeslagen. Door deze ijking met zekere tussenpozen te herhalen en de signalen te vergelijken kan men uit de verandering van het signaal vaststellen hoe de taster door slijtage van vorm verandert en hoeveel. Daarmee is vrij eenvoudig vast te stellen wanneer de taster zodanig gesleten is dat het einde van de levensduur bereikt is.

Zolang de slijtage zodanig klein is dat de taster nog bruikbaar is voor metingen, kan het gemeten schroefdraadprofiel worden gecorrigeerd met de bij kalibratie vastgestelde slijtage. Daarmee speelt de tasterslijtage geen rol meer in de beoordeling van de produktnauwkeurigheid en de gewenste bijstelling van het productieproces. Men zou zelfs



INWENDIGE SCHROEFDRAADSCANNING

Meetresultaten.

- flankendiameter
- top- en kerndiameter
- flankhoeken
- profielzuiverheid

Figuur 3. Het meetsysteem van de screw scanner uitgerust met twee tasters die gelijktijdig meten

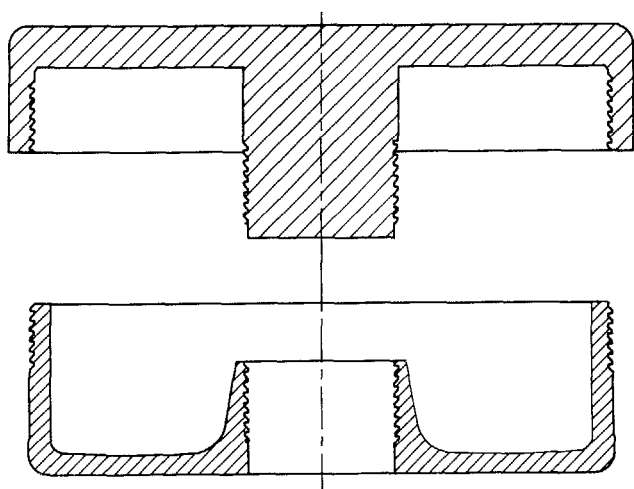
zover kunnen gaan dat het controleresultaat weer automatisch naar de besturing van de produktiemachine wordt teruggekoppeld, zoals men dat ook met diameter-meetbesturingssystemen doet.

Airbag-componenten

Een duidelijke testcase voor de Screw scanner was de toepassing in de fabricage van airbag-componenten bij Amefo. Airbags worden als veiligheids-accessoire ingebouwd bij een groot aantal automerken. De fabricageaantallen lopen daardoor al snel in de richting van een miljoen of meer stuks per jaar.

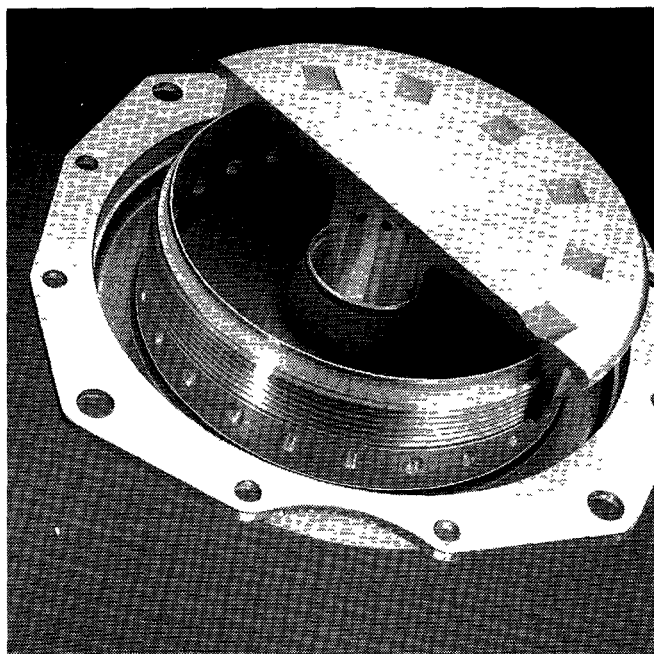
De gasgenerator van de airbag, zie figuur 4a en b, bestaat uit twee delen die zijn voorzien van twee zaagtand-schroefdraad-verbindingen, die synchroon in elkaar moeten passen. Gelijktijdig van beide schroefdraden is dus een eerste vereiste om ze te kunnen monteren. In de doos die dan ontstaat zit een schijf vaste brandstof die na ontsteking een hoge gasdruk oplevert. De schroefdraad wordt dan zeer sterk belast, zodat de belasting zo goed mogelijk over beide schroefdraden verdeeld moet zijn. Dit stelt enorm hoge eisen aan de productienauwkeurigheid en aan de nauwkeurigheid van de controle.

Voor dit doel is de Screw scanner met twee extra tasters uitgerust die gelijktij-



Figuur 4 boven doorsnede van een airbag gasgenerator, waarin later vaste brandstof wordt aangebracht. De gasdruk loopt hoog op na ontsteking van de brandstof en de kracht op de deksel moet door de schroefdraden worden opgevangen. Daarom worden zeer hoge eisen gesteld aan de synchrone loop van binnen- en buitenschroefdraad.

Rechts foto airbag gasgenerator



In-line controle van precisieschroefdraad in airbag-componenten

dig de tweede schroefdraad aftasten, zie figuur 5. Daarmee is het mogelijk om tevens de synchrone loop van beide schroefdraden in combinatie met een aantal andere functionele produktmaten te controleren. De totale meetcyclus over de volle lengte van de dwarsdoorsnede van beide schroefdraden duurt slechts 30 seconden.

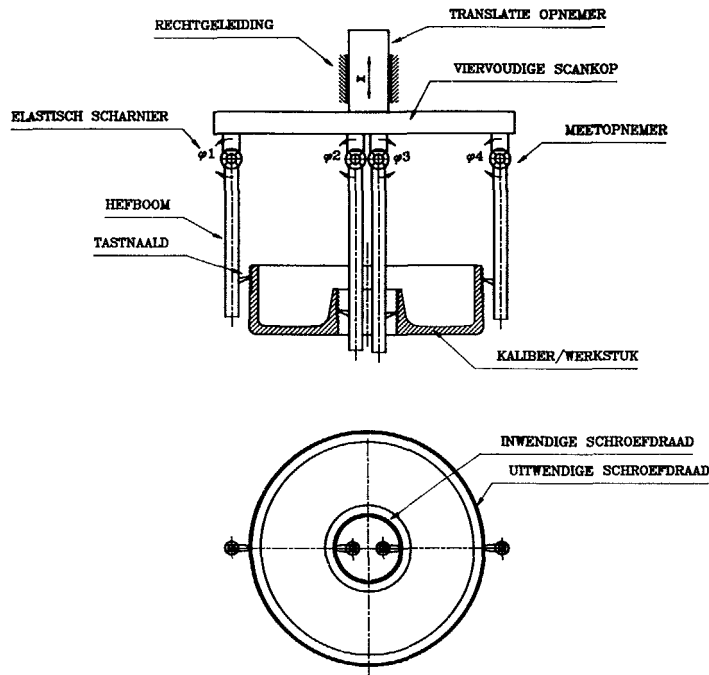
De Screw scanner is in de produktielijn geplaatst en met behulp van een robot worden de onderdelen aan- en afgevoerd. Dit vereist een grote robuustheid en betrouwbaarheid in het functioneren van de Screw scanner, want storingen in de meetapparatuur stagneren meteen ook de productie.

Vanwege de produktaansprakelijkheid (CE-norm) worden hoge eisen gesteld aan de procesbeheersing en aan de documentatie. Elke meetgrootte wordt daarom door een SPC meetcomputer (Rhemmetall Mess- und Prüftechnik) bewaakt. Vandaaruit worden de produktiemachines automatisch bijgesteld wanneer de nauw ingestelde tolerantiegrenzen overschreden dreigen te worden.

Toepassingsmogelijkheden

In de precisietechnologie is het een algemene tendens dat de produktnauwkeurigheden blijven toenemen. Dit wordt veroorzaakt door een aantal factoren:

- reductie van de produktiekosten door het overbodig maken van nabewerkingen (bijvoorbeeld slijpen) of het voorkomen van te grote afwijkingen bij stapeling van toleranties;
- het verminderen van uitval door het



Figuur 5 Screw scanner met dubbele tasters voor het gelijktijdig aftasten van de binnen- en buitenschroefdraad. Door deze opzet is de synchrone loop van beide schroefdraden goed vast te stellen.

Meetresultaten:

- onderlinge orientatie beide schroefdraden
- flankdiameters
- buiten- en kerndiameters
- profielzuiverheid
- flankhoeken

handhaven van nauwere toleranties en een betere beheersing van processen;

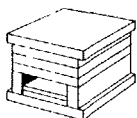
- toenemende nauwkeurigheid door opgevoerde constructieve eisen.

De absolute nauwkeurigheid van produktiemachines kan niet onbeperkt worden opgevoerd. Daarom zal steeds vaker een directe terugkoppeling van de maatvoering van het produkt naar de produktiemachine worden toegepast. Circa 90% van alle gedraaide delen bevat wel een schroefdraad of groef. De

Screw scanner is een uitstekend instrument gebleken voor de gelijktijdige controle van een aantal functionele maten. Daarbij is de software flexibel aan te passen aan de gestelde eisen.

Noot

Ir R. Galestien is directeur van Industrieel Adviescentrum (IAC) te Emmen. IAC kreeg in 1984 van de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) een erkenning voor het uitvoeren van gecertificeerde metingen en kalibraties, heeft ook een erkenning van de Rijksluchtvaartdienst en beschikt over geavanceerde kalibratie- en researchlaboratoria voor geometrische meettechniek.



MATRIJZENMAKERIJ SMH

Gespecialiseerd in het vervaardigen van aluminium en kunststof spuitgietmatrijzen

Wilhelminastraat 39a, 3621 VG Breukelen
Tel. 03462 - 6 50 50 - Fax 03462 - 6 32 83