
Octrooiraad



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 7908910

Nederland

⑲ NL

⑤4 Werkwijze voor het indirect meten van de voortspanning van een bout.

⑤1 Int.Cl³: G01L5/24, G01L1/10, B25B23/14.

⑦1 Aanvrager: Maschinenfabrik-Augsburg-Nürnberg Aktiengesellschaft te Nürnberg, Bondsrepubliek Duitsland.

**⑦4 Gem.: Ir. A. Siedsma c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.**

②1 Aanvraag Nr. 7908910.

②2 Ingediend 11 december 1979.

③2 Voorrang vanaf 14 december 1978.

③3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 2853988 .

②3 - -

⑥1 - -

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 17 juni 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Werkwijze voor het indirekt meten van de voorspanning van een bout.

De uitvinding heeft betrekking op het indirekt meten van de voorspanning van een bout met de ultrasoon-impulsechowerkwijze.

De boutvoorspanning (b.v. bij cilinderkopbouten) wordt gewoonlijk direkt bepaald door middel van de meting van het aanhaalmoment. Daarbij moet men een spreiding van $\pm 25\%$ incalculeren, welke hoofdzakelijk afhangt van de invloed op de wrijvingscoëfficiënte van uitwendige omstandigheden (roest, smering enz.) ter plaatse van de oppervlakken van de bout. Voor seriefabricage is dit een onbevredigende toestand.

Om hierin verbetering te brengen is het doel van de uitvinding een werkwijze en een inrichting te ontwikkelen voor het sneller en aanzienlijk nauwkeuriger bepalen van de boutvoorspanning.

Dit doel wordt bereikt met de in conclusie 1 beschreven werkwijze.

Door deze werkwijze is het mogelijk geworden de afwijkingen van de werkelijke voorspanning en de gewenste voorspanning tot een waarde van $\pm 5\%$ in plaats van $\pm 25\%$ met de gebruikelijke werkwijze te verbeteren. Dit is mogelijk door het ontkoppelen van de werkwijze van onzekerheidsfactoren zoals de wrijvingscoëfficiënten, die sterk afhangen van de oppervlaktegesteldheid van de bout. De afhankelijkheid van de werkwijze volgens de uitvinding van de geluidssnelheid in het boutmateriaal wordt door ijking van het ultrasoon toestel op de geluidssnelheid in de bout in onbelaste toestand omzeild. Een ander voordeel van de werkwijze is het toepassen van normale volschachtbouten in plaats van dure voorspanbouten, daar men nauwkeurig op de hoogte is van de bereikte voorspanning en daardoor het teloorgaan van de bouten door wisselbelasting niet behoeft te vrezen.

Een inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze onderscheidt zich daardoor, dat in een tussen een boutkop en een ratel aangebrachte dopsleutel en ten opzichte

van deze concentrisch een ultrasoon testkop is ingebouwd, dat deze ultrasoon testkop door middel van een veer, onder tussenschakeling van een koppelmedium tegen de boutkop aangedrukt kan worden, en dat deze testkop via een ultrasoon-
5 toestel met een rekeninrichting is verbonden.

Met een dergelijke inrichting kan men betrouwbaar en zonder extra tijdsinspanning bouten zo aanhalen, dat deze een bepaalde voorspanning hebben. Dit wordt bereikt door een meting van de looptijdverschillen van geluidsimpulsen uit de testkop, welke aan een rekeninrichting worden
10 toegevoerd na een daaraan voorafgaande versterking in ultrasoon toestel, waarbij de rekeninrichting de verlenging van de bout berekent, waaruit de voorspanning resulteert. Door het bedieningspersoneel behoeft dus alleen voor het plaatsen van de dopsleutel een weinig koppelmedium op de boutkop gestreken te worden en de bout zover aangehaald te worden, tot de rekeninrichting een bepaalde verlenging van de bout aangeeft.
15

Een gunstige uitvoering van de inrichting blijkt
20 uit conclusie 3.

Deze soort inrichting is onafhankelijk van een koppelmedium, maar biedt verder dezelfde voordelen als de inrichting volgens conclusie 2. Als extra voordeel kan deze echter toegepast worden bij hogere temperaturen (boven 330
25 Kelvin), daar in plaats van het warmtegevoelige koppelmedium slechts een kleine luchtspleet voor de koppeling noodzakelijk is.

Een uitvoeringsvoorbeeld van de inrichting en een ijkdiagram zijn in de tekening weergegeven.

30 Figuur 1 toont een doorsnede door een op een boutkop geplaatste dopsleutel met testkop.

Figuur 2 toont een ijkdiagram voor het bepalen van de voorspankracht van de bout.

Fig. 1 toont een mogelijke uitvoeringsvorm voor
35 het uitvoeren van de werkwijze volgens conclusie 1. Daarbij wordt via een ratel 1 met behulp van een dopsleutel 2 een bout 3 aangehaald. In het inwendige van de dopsleutel 2 bevindt zich een testkop 4 (in het weergegeven geval een ultrasoon-testkop 5), welke door middel van een veer 6 tegen

790 89 10

de boutkop 7 wordt aangedrukt. In het geval van de ultrasoon testkop is de boutkop voor het aanbrengen van de dopsleutel bestreken met een koppelmedium. De testkop 4 is via een ultrasoon toestel 8 met een rekeninrichting 9 verbonden, die bij seriefabricage de besturing van de dopsleutel overneemt en het verder aanhalen van de bout 3 verhindert, wanneer de ingevoerde waarde is bereikt.

Voor eenvoudiger gevallen is een ultrasoon toestel voldoende, waarmee de verlenging van de bout 3 wordt aangegeven, en waarmee men door vergelijking met de lengte van een bout van een zelfde type in een trekbank weet, wanneer de gewenste voorspankracht is bereikt.

In plaats van de ultrasoon testkop 5 kan ook een volgens het magnetostrictieve principe werkende elektrodynamische sonde worden toegepast, deze wordt niet met een koppelmedium, maar via een luchtspleet gekoppeld, waarbij de rest van de installatie ongewijzigd blijft.

Fig.2 toont een ijkdiagram, waarbij de lengteverandering Δl van de testbout uitgezet is tegen de door een trekbank aangelegde kracht F . De ijking wordt zo uitgevoerd, dat men een testbout, welke gelijk is aan de in serie in te bouwen bouten, met dezelfde inspanlengte als in de ingebouwde toestand in een trekbank inspanst en belast. Nu wordt met een ultrasoon testkop en een ultrasoon testtoestel de lengteverandering Δl van de bout als functie van de kracht F bepaald. De voor de inbouw gebruikte bout van hetzelfde type behoeft dus slechts tot de uit het ijkdiagram te bepalen en met de inrichting volgens de uitvinding te meten lengte Δl bij het aanhalen gerekt te worden, om een bepaalde voorspankracht te bereiken.

Voor een begrip van de werkingwijze zal hierna op de theoretische grondslagen worden ingegaan.

De werkwijze berust op het feit, dat bij het voorspannen van een bout een rek optreedt, die volgens de wet van Hook evenredig is met de voorspanning. Voor het meten van deze rek bedient men zich van ultrasoon geluid, dat in de boutkop ingeleid wordt, door de bout loopt en aan het einde gereflecteerd wordt. Uit de looptijd kan de lengte

van de bout worden bepaald, waarbij er nog op gelet moet worden, dat de geluidssnelheid V_G een funktie is van de spanning. Is V_0 de geluidssnelheid in onbelaste toestand, dan blijkt V_G uit :

$$V_G = V_0 (1 + a \cdot G) \quad (1).$$

Hierin is a eveneens een materiaalkonstante. Wanneer nu een bout met een lengte l_0 door de spanning G met een waarde Δl gerekt wordt, dan ontstaat een looptijdverschil

$$\Delta t: \quad \Delta t = \frac{2(l_0 + \Delta l)}{V_0(1+a \cdot G)} - \frac{2 \cdot l_0}{V_0} \quad (2).$$

Met de wet van Hook, die enigszins anders geschreven luidt:

$$E = \frac{l_0}{\Delta l} \cdot G \quad (2.1)$$

volgt met $a \cdot G \ll 1$ en $G \ll E$ de benaderingsformule:

$$\Delta t \approx \frac{2 \cdot \Delta l}{V_0} (1 - a \cdot E) \quad (3).$$

De in deze formule gebruikte materiaalkonstanten V_0, E zijn bekend of gemakkelijk te bepalen, hetgeen echter niet geldt voor a . De oorzaken voor de wijziging van de geluidssnelheid die afhangt van de E -modules, de dichtheid en de dwarskontraktiecoëfficiënten van Poisson, zijn moeilijk te bepalen, om daaruit a te berekenen. Daarom is het beter, de direkte
samenhang tussen Δt en Δl proefondervindelijk te bepalen. Met het oog op de gebruikelijke techniek wordt daarbij niet Δt maar de op het beeldscherm van het ultrasoontoestel te aanschouwen verschuiving Δs van de echo ten opzichte van de uitgezonden impuls gebruikt. Deze verschuiving Δs is evenredig met Δt .

$$\Delta s \approx \frac{2 \cdot \Delta l}{V_0} \cdot b (1 - a \cdot E) \quad (4)$$

De faktor b is een toestelkonstante van het ultrasoontoestel en is de aftastsnelheid van de elektronenstraal over de lijnen van het beeldscherm.

De in de formules 2,3,4 opduikende faktor 2 wordt gewoonlijk weggelaten, daar de voor ultrasoon proefnemingen gebruikte toestellen zo zijn ingericht, dat de

faktor 2 , die resulteert uit de dubbele weg, die het geluid bij reflectie af moet leggen, reeds in het toestel is verwerkt.

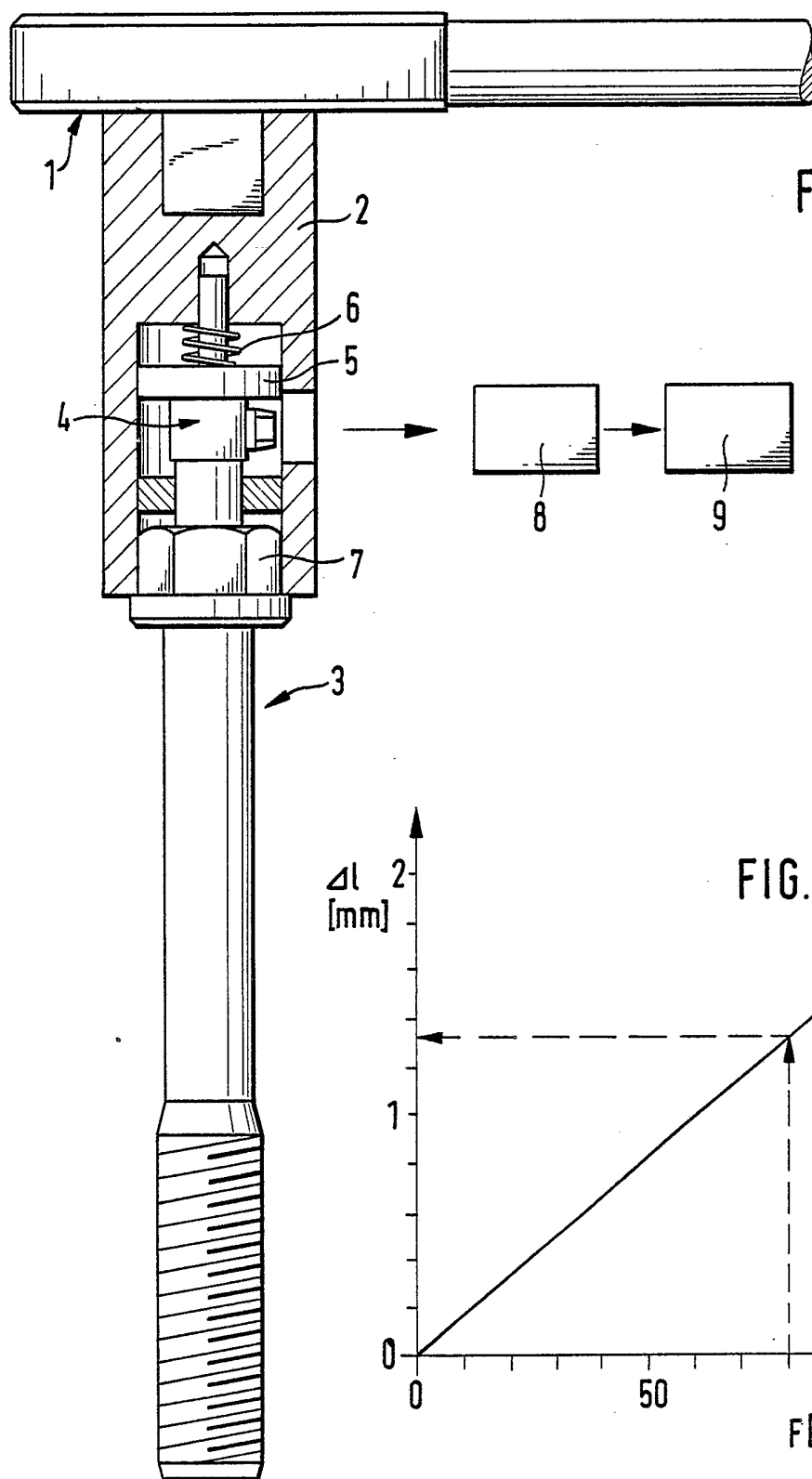
5 Voor een beter begrip van de werkelijk optredende grootheden is de faktor 2 in de formule blijven staan.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het indirect meten van de
voorspanning van een bout met de ultrasoon-impuls-echo-me-
thode, met het kenmerk, dat de lengte van een testbout voor
en na het aanleggen van een bepaalde voorspanning door mid-
5 del van een trekbank bepaald wordt door de looptijd van een
ultrasoonimpuls, dat door verschilvorming van beide lengten
de lengteverandering wordt bepaald, en dat de voorspankracht
van een voor de inbouw bedoelde bout van hetzelfde type als
de testbout door het aanhalen zover wordt opgevoerd, tot
10 de eveneens met ultrasoonimpulsen uit de looptijd bepaalde
relatieve lengteverandering identiek is met de in de trek-
bank bepaalde relatieve lengteverandering van de testbout,
waarbij een daartoe gebruikt ultrasoon-toestel (8) geijkt
is op de geluidssnelheid van het materiaal in de onbelaste
15 bout.

2. Inrichting voor het toepassen van de werk-
wijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in een tus-
sen een boutkop (7) en een ratel (1) geplaatste dopsleutel
(2) en ten opzichte van deze concentrisch een ultrasoon-
20 testkop (5) is ingebouwd, dat deze ultrasoon - testkop via
een veer (6) en via een koppelmedium tegen de boutkop (7)
aangedrukt kan worden en dat deze testkop (4) via een ultra-
soon toestel (8) met een rekeninrichting (9) is verbonden.

3. Inrichting voor het uitvoeren van de werk-
25 wijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in een tus-
sen de boutkop (7) en een ratel (1) geplaatste dopsleutel
(2) en ten opzichte van deze concentrisch een elektrodyna-
mische sonde is ingebouwd, en dat tussen deze sonde en de
boutkop een luchtspleet aanwezig is, en dat deze sonde via
30 een ultrasoon toestel (8) met een rekeninrichting (9) is
verbonden.



7908910