



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 136501

(51) Int. Cl.² E 04 C 5/00

(21) Patentsøknad nr. 3398/70

(22) Inngitt 07.09.70

(23) Løpedag 07.09.70

(41) Alment tilgjengelig fra 15.03.71

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 06.06.77

(30) Prioritet begjært 12.09.69, Nederland, nr. 6913898

(54) Oppfinnelsens benevnelse Trådformet armeringselement.

(71)(73) Søker/Patenthaver
NV BEKAERT SA
Léo Bekaertstraat 1,
B-8550 Zwevegem,
Belgia.

(72) Oppfinner
JORIS MOENS,
Kortrijk,
Belgia.

(74) Fullmektig -
Siv.ing. Rolf Larsen,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
Norsk patent nr. 27533
US patent nr. 2677955

Oppfinnelsen vedrører et trådelement for innblanding i et mykt materiale som derefter herder. Slike trådelementer med høy elastisitetsmodul og høy strekkfasthet blir brukt i store mengder til forsterkning eller armering av syntetiske harpikser, plaster, gummi og andre materialer, spesielt mørtel og betong, som i seg selv har liten styrke overfor strekkpåkjenning. Disse elementer er korte trådstykker fremstilt av stål, glassfiber eller et annet tilsvarende materiale med høy strekkfasthet som, når det blandes inn i et materiale med lavere elastisitetsmodul, medvirker til dannelse av et tofase-materiale med bemerkelsesverdig styrke.

For ved anvendelse av en gitt vekt av trådmateriale å forbedre styrkeegenskapene i slike armerte materialer, har det tidligere vært foreslått å øke konsentrasjonen av trådelementer i materialmassen ved en større tilsetning av finere (tynnere) tråder. Et tilstrekkelig lengde/diameter-forhold for trådelementene er nødvendig for å sikre et godt inngrep av disse i massen. Flere ulike trådformer har også vært foreslått for å forbedre dette grep, f. eks. korrugeringer i tråden eller anvendelse av skruelinje- eller ringformede tråder.

Den tidligere kjente teknikk kan illustreres med US-patent nr. 2.677.955 som viser elementer med høy grad av tilbøyning eller krumning, eventuelt korrugering, over hele eller vesentlige deler av elementenes lengde. Disse former, som avviker sterkt fra en hovedsakelig rettlinjert utformning, er ikke i stand til å gi en forsterkningsvirkning tilsvarende mengden av elementer, og forankringen eller grepet er mer eller mindre fordelt over en større del av elementenes lengde uten å være konsentrert til endepartiene. Den største ulempe ved disse kjente elementer er imidlertid deres høyst ugunstige blandbarhetsegenskaper.

Dessverre har det i praksis vist seg at tilstedeværelsen av trådelementer i materialet har en nedsettende virkning på blandbarheten av komponentene. Elementene har en tendens til å knyte seg sammen til klumper og fordelingen av trådene blir da ujevn. Selv når det gjelder rette tråder er det kjent at denne tendens vil øke med økende konsentrasjon av tråder i massen og med lengde/diameterforholdet, og dette er akkurat de betingelser som fører til gode styrkeegenskaper. Ut fra dette må det fornuftigvis erkjennes at for en gitt trådform er betingelsene for gode styrkeegenskaper uforenlige med betingelsene for god blandbarhet.

Oppfinnelsen er basert på den erkjennelse at der må finnes trådformer hvor denne uforenlighet er mindre alvorlig enn for rette tråder.

Det er derfor formålet med den foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en form for trådelementer hvor de motstridende betingelser er i vesentlig grad forenet, og hvor det er mulig ved en bestemt styrkegrad å oppnå bedre blandbarhet med samme prosentdel trådelementer i materialet.

I det følgende vil det bli gitt en forklaring på det som antas å finne sted, på den ene side når det armerte materiale motsetter seg en sprekkeforplantning under belastning, og på den annen side, når elementene blir blandet i det myke materiale som herder etterpå.

Under belastning vil forplantning av en hvilken som helst begynnende sprekke bli stoppet av et trådelement som sprekke-kanten møter på sin vei. Der vil tråden overta den konsentrerte, lokale strekkpåkjenning som fremkaller sprekke-dannelsen, og denne påkjenning overføres via tråden og blir fordelt over den omgivende masse via den berøringsflate hvor reaksjonskreftene konsentreres, hvilket motvirker enhver relativ bevegelse mellom tråden og massen. Dette kalles med et annet uttrykk trådens grep i materialet. For eksempel vil et rett trådelement som ligger i veien for en begynnende aksialt innfallende sprekke ta over en ren strekkpåvirkning, og reaksjonskreftene blir da også parallelle med trådaksen og stammer fra trådens vedhengning i massen. I buepartiene i en ikke rett tråd som står under strekkpåkjenning er det dessuten reaksjonskref-

ter som er vinkelrette på berøringsflaten og disse vil øke grepet som følgelig vil være avhengig av både lengden og formen av tråden.

For å oppnå en god blandbarhet er det ønskelig å benytte trådelementer hvor forholdet mellom lengde og diameter er lite. Men når et trådelement med en gitt diameter er for kort, kan det ikke gi et tilfredsstillende grep i forhold til den strekkpåvirkning som tråden er i stand til å bære og det er derfor unødvendig og uøkonomisk å benytte en for stor diameter. Stålet blir utnyttet uøkonomisk og for en gitt armeringsprosent vil styrken være lavere enn det som er ønskelig. Ved rette tråder vil kortere og kortere trådelementer gi bedre og bedre blandbarhet, men det er umulig å gå under en bestemt grense av forholdet mellom lengde og diameter uten å tape for meget styrke.

Ved å benytte tilbøyde elementer, slik som skruelinjeformede eller korrugerte tråder, er det imidlertid mulig å forbedre elementets grep i materialet, slik at det oppnås et lavere forhold mellom lengde og diameter for en gitt styrke og det kan benyttes kortere trådelementer som har en bedre blandbarhet. Men her kan igjen bøyningene ha en ødeleggende virkning på blandbarheten på en slik måte at det endelige resultat igjen vil bli negativt, slik som ved utførelsene i ovennevnte US-patent. Og her oppstår et første problem, nemlig å finne en type tilbøyninger som tillater maksimal økning av grepet og som også tillater bruk av kortere tråder med bedre blandbarhet, men som gir en minst mulig nedsettelse av blandbarheten på grunn av disse bøyninger.

Det foreligger et annet problem i forbindelse med tilbøyde tråder. Deres effektive lengde er mindre enn den effektive lengde av en tilsvarende rett tråd. Dette skyldes det forhold at en rett tråd vil dekke et større område hvor sprekk-kanten kan stoppes. En fremadskridende kant har større mulighet for på sin vei å finne en rett tråd enn en bøyet tråd med samme trådlengde, og dette er av betydning for den endelige styrke av materialet. Følgelig er det et problem å finne en type av tilbøyninger som, mens de gir maksimal økning av grepet, vil gi minimal nedsettelse av effektiv trådlengde, hvilket ikke er oppnådd i ovennevnte US-patent.

Det er blitt observert at klumpdannelsesmekanismen under blandeoperasjonen vil avhenge av typen av trådelement. Lange rette tråder er bøyelige og i stand til å sammenfiltres. Korte tråder har mer en tendens til å tre inn med det ene endeparti og bli bundet i den ball som er under dannelselse, for derefter å bli innflettet i og bli en del av denne (nålevirkning). For i det vesentlige rette, korte trådelementer med bøyninger ved begge ender ser dette ikke ut til å være mulig, men likevel synes disse å være utsatt for et klumpdannelsesfenomen. I forbindelse med foreliggende oppfinnelse er det blitt observert at det forekommer spesielt i forbindelse med bøyninger i form av en krok eller hake, og videre observasjon viste at klumpdannelsen oppstår ved at trådenes underpartier hekter seg sammen. Av dette er det funnet at ombøyning ved endepartiene av en rett tråd til en form som ikke gjør det mulig for to tilgrensende elementer å hektes eller hakes i hverandre, ikke bare forhindrer den nevnte klumpdannelsesmekanisme, men også nålevirkningen.

De ovenfor behandlede problemer kan kort resymeres på følgende måte:

For å oppnå størst mulig strekkfasthet av det armerte materiale må de iblandede trådelementer ha størst mulig effektiv lengde, dvs. være i det vesentlige rette elementer, for hindring av sprekkeforplantning og for at grepet i grunnmassen blir maksimalt etter herdningen. Dessuten må endene av trådelementet være tilbøyde for ytterligere å øke dette grep eller forankringsvirkningen, og samtidig må elementet ha optimal blandbarhet i massen slik at klumpdannelse unngås, f.eks. ved sammenhektning av elementene, dvs. at tilbøyningene må være av en slik art at sammenhektning eller hakevirkning unngås.

Nærmere bestemt tar således denne oppfinnelse utgangspunkt i et trådformet armeringselement med et tilbøyet parti ved hver ende og fremstilt av et materiale med stor strekkfasthet, f.eks. stål, fortrinnsvis til bruk for armering av materialer på basis av sement eller lignende, så som mørtel eller betong, hvilket trådelement har et lengde/diameter-forhold som ligger i et område mellom 50 og 200. Det nye og særegne ved armeringselementet ifølge oppfinnelsen består i første rekke i et i hovedsaken rett midtparti som for-

binder de tilbøyde partier og har en total absolutt krøkning på mindre enn 45° og en lengde svarende i det minste til den totale lengde av de tilbøyde partier tilsammen, hvert av hvilke tilbøyde partier har en total, absolutt krøkning på i det minste 60° og en lengde på i det minste fem ganger tråddiameteren samt en form som gir elementer uten innbyrdes hakevirkning.

Med et i hovedsaken rett midtparti som har en total, absolutt krøkning på mindre enn 45° skal forstås at integralet over det rette parti av den absolutte verdi av krøkningen pr. lengde-enhet er mindre enn 45° . Midtpartiet skal således ikke nødvendigvis tilsvare en matematisk rett linje.

Med et tilbøyet parti som har en total, absolutt krøkning på i det minste 60° skal her forstås at integralet over lengden av dette parti av den absolutte verdi av krøkning pr. lengde-enhet er minst 60° .

I praksis har det vist seg at materialer som er armert med trådelementer med de ovenfor angitte karakteristiske trekk kan oppvise en strekkfasthet som ligger mer enn 20 % over det som kan oppnås ifølge enhver kjent teknikk på det omhandlede område.

Oppfinnelsen skal i det følgende forklares nærmere under henvisning til de skjematiske figurer, hvor:

- Fig. 1 er et første eksempel på et trådelement ifølge oppfinnelsen med fullstendig ombøyde endepartier.
- Fig. 2 er et annet eksempel på et trådelement ifølge oppfinnelsen med rette endepartier.
- Fig. 3 viser en fremgangsmåte til fremstilling av trådelementet ifølge fig. 2.
- Fig. 4 er et eksempel på et trådelement som ikke tilfredsstiller kriteriene ifølge oppfinnelsen.
- Fig. 5 er et tredje eksempel på et element ifølge oppfinnelsen, og
- fig. 6 er et fjerde eksempel på et element ifølge oppfinnelsen.

I eksempelet ifølge fig. 1 er hvert endeparti 1 resp. 1' av trådelementet 2 bøyet rundt slik at det danner en lukket sirkel. Den-

ne utformning gjør det ikke mulig for tilgrensende trådelementer å hake seg fast i hverandre. Et element ifølge fig. 1 er imidlertid vanskelig å fremstille. Det er lettere å fremstille et trådelement 3 med rette endepartier 4, 4' slik som vist på fig. 2. En rett tråd 5 kan deformeres mellom et par tannhjul 6 med spesiell form slik at det frembringes en triangulær bølgeform 7 (fig. 3) som derefter kuttes opp til korte trådelementer 8. I disse trådelementer 8 kan endepartiene 4, 4' ikke hekte seg fast i hverandre når bøye vinklene ikke er spisse. I eksempelet ifølge fig. 4, hvor begge endepartier også er tildannet av en rett tråddel, er det klart at betingelsene for gjensidig hakevirkning mellom slike elementer er oppfylt. Bøye vinklene for endepartiene må som vist på fig. 5, være stumpe. Det kan bli tatt som et kriterium for disse elementer med rette trådendepartier at i minst ett av disse endepartier strekker normalen i hvert punkt på overflaten seg ikke over til det andre endeparti. Da kan elementene ikke hektes fast til hverandre ved endepartiene, fordi det ikke finnes noen stabil inngrepsstilling mellom disse.

Trådelementene er fortrinnsvis fremstilt av ståltråd som kan være tilbøyet slik som ifølge fig. 2. I dette tilfelle er det mulig med en bøyning på 90° og det oppnås en bedre forankrings- eller gripevirkning for det tilbøyde parti ved trådden. For slike elementer med rette endepartier er det utført en del prøver for å undersøke den innflytelse som endepartiens lengde, bøyning vinkel og krumningsradius har på gripevirkningen. Ved hver prøve er 5 elementer blitt innleiret med den ene halvdel i en umettet polyesterharpiks som derefter herdet ved romtemperatur. Trådene var av 0,35 mm overflaterenset stål og det rette midtparti ble innleiret under rette vinkler i polyesterflaten over en lengde på 15 mm. Den kraft som var nødvendig for å trekke elementene ut, ble målt og det ble beregnet en gjennomsnittlig verdi for de 5 elementer. Resultatene er angitt i den nedenfor følgende tabell, hvor β er den vinkel som det rette trådendeparti danner i forhold til det rette midtparti, L/d er forholdet mellom lengden og diameteren av det rette endeparti, og R/d er forholdet mellom bøyning radius og trådens diameter. Verdiene for trekk-kreftene er gitt i kg.

Tabell I

Innvirkning av β og L/d med konstant krumningsradius = $0,5 d$				
$\beta \backslash L/d$	0°	45°	60°	80°
4,3	4,1	7,9	10,4	11,4
10	4	7,5	10,2	11,9
14,3	4,1	7,8	10,7	12,9

Tabell II

Innvirkning av L/d og R/d med konstant bøyningsvinkel $\beta = 60^\circ$			
$R/d \backslash L/d$	0,5	1	2
4,3	10,4	8,2	7,3
10	10,2	8	7,3
14,3	10,7	8,6	7,7

Ut fra disse resultater kan det slutes at vinkelens størrelse β og dens skarphet R er av stor betydning for den nødvendige trekkraft, og at lengden L av det rette trådendeparti har liten innflytelse på denne.

Det er imidlertid blitt observert at den totale energimengde som er nødvendig for å trekke ut elementet, er omtrent proporsjonal med denne lengde L . Dette blir bekreftet av tabell III hvor energien er angitt i kgmm.

Tabel III

Energimengde som funksjon av β og L/d med konstant krumningsradius = $0,5 d$			
β L/d	45°	60°	80°
4,3	9,5	12,5	13,7
10	24,4	29,6	36,8
14,3	32,6	44,9	53,0

Dette kan forklares ut fra det faktum at trådelementet blir uttrukket gjennom den "tunnel" som det var innleiret i. Hver del av det rette endeparti må passere gjennom krumningen i denne tunnel og blir følgelig der både bøyet og utrettet igjen når det passerer i det rette parti av tunnelen. Hele lengden L av det rette endeparti gjennomgår dette og dette krever en konstant trekk-kraft i hele tidsrommet så lenge endepartiet ikke har passert fullstendig forbi tunnelens krumning. Dette forklarer at den totale energi for å trekke elementet ut er proporsjonal med L .

Hérav følger at tofase-materialer med elementer som krever stor uttrekningsenergi behøver en stor bruddenergi. Den første sprekk kan finne sted ved samme belastning, men derefter behøves en ytterligere kraft for å fortsette deformasjonen inntil fullstendig brudd. Dette er viktig for materialer som skal ha en høy slagfasthet, slik som betong i bunkere, eller materialer hvor det ønskes en plastisk flytning før brudd. I alle tilfeller kan den plastiske flytefasthet styres ved hjelp av lengden L , og trekk-kraften ved hjelp av vinkelen β og krumningsradien R . På denne måte kan kurveformen for trekk-kraften som funksjon av forlengelsen bli regulert.

Det er også mulig å benytte trådenepartier med mer enn én skarp bøyning. Disse endepartier kan bestå av i det minste to rette partier som er adskilt fra den tilgrensende rette del ved en bøyning på minst 45° . Denne kombinasjon av to bøyninger over en vinkel β og to lengder L , gir en ytterligere mulighet for å regu-

lere kurveformen for trekkraften som funksjon av forlengelsen. Men fremdeles gjelder den betingelse at elementene ikke må ha innbyrdes hakevirkning, hvilket betyr at for i det minste ett av endepartiene må normalen i hvert punkt på overflaten ikke passere gjennom det annet endeparti. Et eksempel på en utførelse i henhold til ovenstående er gitt i figur 6, hvor et rett midtparti 20 ved hver ende har et tilbøydet parti bestående av henholdsvis trådstykker 21a-21b og 22a-22b. De mellomliggende trådstykker 21a og 22a er betydelig kortere enn trådstykkene 21b og 22b, og danner en forholdsvis stor vinkel, i dette eksempel anslagsvis 60° , med de tilgrensende rette tråddeler på henholdsvis midtpartiet 20 og de respektive ytre trådstykker 21b og 22b.

Som det fremgår av den her gitte beskrivelse, kan den egenskap at foreliggende trådelementer er uten innbyrdes hakevirkning, også defineres som følger: Når to trådelementer uten innbyrdes hakevirkning holdes med de rette midtpartier i flukt med hverandre og de sammenstøtende tilbøyde endepartier i inngrep med hverandre, vil elementene ved utøvelse av fra hverandre motsatt rettede krefter på elementene, gli løs og frigjøres fra hverandre.

Det er blitt vist at med trådelementene ifølge oppfinnelsen oppnås en god blandbarhet. For et lengde/diameterforhold i området mellom 50 og 200, kan elementene blandes til en konsentrasjon hvor den gjennomsnittlige avstand D mellom massepunktene i naboelementer er mindre enn fjerdeparten av lengden av hvert element. Med gjennomsnittlig avstand menes:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{N}}$$

hvor V er det totale volum av materialet og N antallet av trådelementer. For et forhold mellom lengde og diameter på 100 og en volumprosent på minst 0,5 % tråd blir $D < \frac{1}{4}$.

Oppfinnelsen er ikke begrenset til de materialer som er blitt nevnt, heller ikke til de trådformer som er vist i eksemplene.

136531

P a t e n t k r a v:

1. Trådformet armeringselement med et tilbøydet parti ved hver ende og fremstilt av et materiale med stor strekkfasthet, f.eks. stål, fortrinnsvis til bruk for armering av materialer på basis av sement eller lignende, så som mørtel eller betong, hvilket trådelement har et lengde/diameter-forhold som ligger i et område mellom 50 og 200, k a r a k t e r i s e r t ved et i hovedsaken rett midtparti (2,3,9,20), som forbinder de tilbøyde partier (1,1',4,4',10,10',21a-b,22a-b) og har en total absolutt krøkning på mindre enn 45° og en lengde svarende i det minste til den totale lengde av de tilbøyde partier tilsammen, hvert av hvilke tilbøyde partier har en total, absolutt krøkning på i det minste 60° og en lengde på i det minste fem ganger tråddiameteren samt en form som gir elementer uten innbyrdes hakevirkning.
2. Element ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at hvert tilbøydet parti omfatter i det minste to rette trådstykker (21a-21b resp. 22a-22b) som er adskilt fra den tilgrensende rette del av elementet ved en bøyning på i det minste 45° .
3. Element ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at hvert tilbøydet parti består av et i hovedsaken rett trådstykke (4,4',10,10') med en slik bøyning i forhold til midtpartiet (3,9) at normalen i hvert punkt på overflaten av det ene tilbøyde parti ikke passerer gjennom det andre tilbøyde parti.
(Figur 2 og 5)
4. Element ifølge krav 1, 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at krumningsradien ved bøyningsstedene er av størrelsesorden 0,5 ganger tråddiameteren.

136531

Fig. 1.

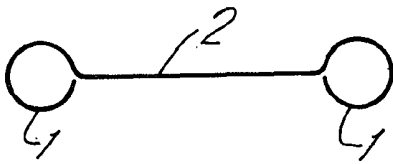


Fig. 2.

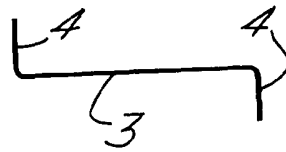


Fig. 3.

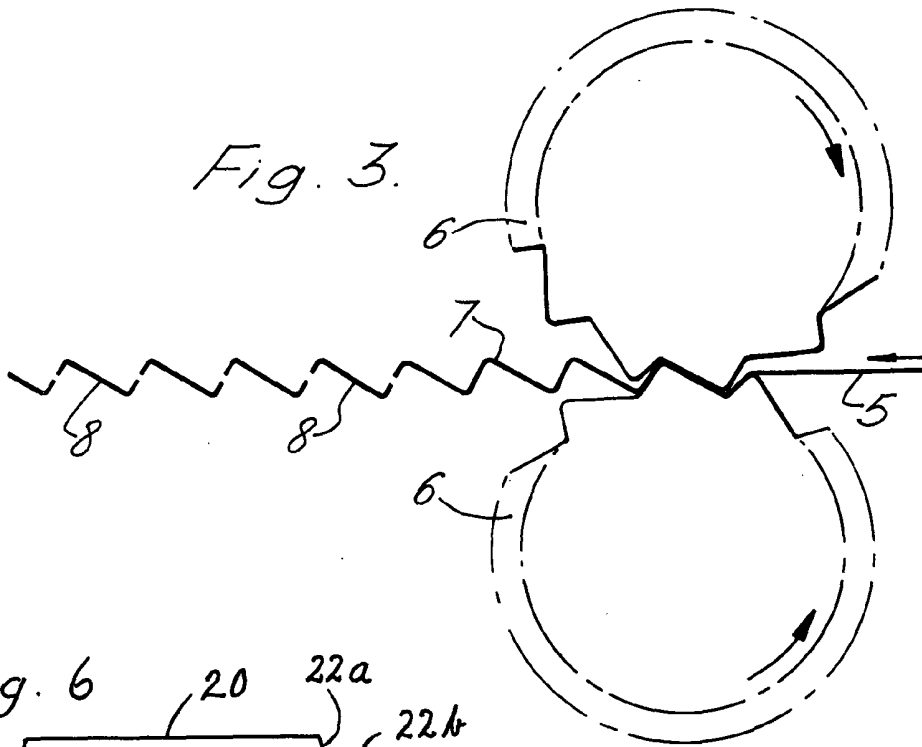


Fig. 6

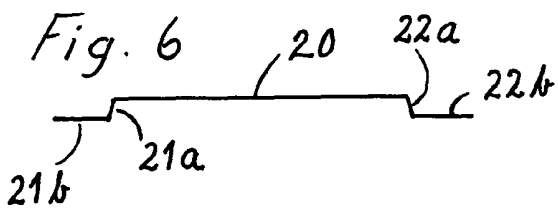


Fig. 4.

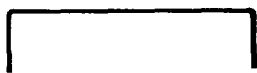


Fig. 5.

