

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 761549 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 761549

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
B29D

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 02.06.1976

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 02.06.1976

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 06.12.1976

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

05.06.1975 BE 24300

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • N.V. Bekaert S.A., Bekaertstraat 2 8550 Zwevegem, Belgium, BELGIA, (BE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Verbuawhede, Germain, Belgium, BELGIA, (BE)

2 • Coopmam, Frans, Belgium, BELGIA, (BE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Teräspunoksella vahvistetut muovimateriaalit

Med Ståltråd armerade plastmaterial

N.V. Bekaert S.A.; Zwevegem, Belgia

Teräspunoksella vahvistetut muovimateriaalit - Med ståltråd armerade plast-material

Tämä keksintö koskee vahvistettuja muovimateriaaleja ja aivan erityisesti mutta ei yksinomaan putkien ja sen kaltaisten kappaleiden muodossa olevia vahvistettuja muovimateriaaleja.

Kierrettyllä säikeellä vahvistettuja muoviartikkeleita käytetään lisääntyvästi laajasti eroavilla sovellutusalueilla. Tämän lisääntyneen käytön uskotaan johtuvan ainakin osaksi siitä tosiasiasta, että näitä artikkeleita voidaan helposti valmistaa kaupallisessa mittakaavassa suhteellisin alhaisin työkustannuksin ja että valmistus voidaan toteuttaa antaen homogeenisia tuotteita, joilla on tuotteiden aiotun käytön mukaan valitut ennalta määrätyt mekaaniset ominaisuudet.

Esimerkkejä sellaisista kierrettyllä säikeellä vahvistetuista muovio-artikkeleista ovat muoviputket, esimerkiksi nesteen kuljetusta varten, mukaanlukien ilmassa kulkevat sekä maanalaiset putket, säiliöt, sähköisten kytkinlaitteiden kotelot, savupiiput ja suksen sauvat.

Edellä mainittujen säikeillä kierrettyjen muoviartikkeleiden suhteellisen uusia muotoja ovat kattilat, koneenosat kuten pneumaattiset ja hydrauliset

set sylinterit, alaspäin kulkevat putket, lankamaisten tai levymäisten tuotteiden rullien akselit, lyhtypylväät, sähköpylväät ja puhelinkaapelien pylväät, golfmailat, ilmakompressorien osat, kaasusylinterit jne.

Jo muutama vuosi sitten muoviartikkeleiden vahvistus saatiin aikaan yleisesti käyttämällä erilaisissa muodoissa olevia lasikuituja. Niinpä esimerkiksi lasikuitu voitiin käyttää jatkuvassa muodossa (esimerkiksi toimitettuna puolalta) joko yksistään tai kudottujen materiaalien yhteydessä tai tapulikuitujen muodossa, jotka kiinnitettiin maton muodossa tai ruiskutettiin muovimateriaaliin. Tiettyjä erityissovellutuksia varten, kuten lentokoneita tai avaruusaluksia varten, on käytetty muita vahvistusmateriaaleja, kuten hiilikuituja.

Monen edellä kuvatuista lasikuidulla vahvistetuista muovimateriaaleista on usein havaittu kärsivän jäykkyyden puutteesta ja suhteellisen alhaisesta virumis- ja väsymislujuudesta. Myöskin ollaan taloudellisista syistä haluttomia käyttämään kalliita vahvistusmateriaaleja, kuten hiilikuituja edellä mainittujen haittojen voittamiseksi, jotka liittyvät lasikuidulla vahvistettuihin muovimateriaaleihin, ja teräslankaa on sen vuoksi ehdotettu vaihtoehdokseksi vahvistusmateriaaliksi. Vahvistava teräslanka voi olla teräslangan muodossa sinänsä, kudottuina teräslanka kankaina tai yksisuuntaisina non-woven teräslankakudoksina, joissa yhdensuuntaisten teräslankojen sarjoja on sidottu ohueeseen non-woven lasikuitua olevaan taustalevyyn ja ovat tämän kannattamia jälkimmäisiä non-woven kankaita, mainitaan tässä "lankalevyiksi" (wire-sheet).

Teräslangan käytön vahvistimena havaittiin jäykkyyden lisääntymisen ohella antavan saman aikaisesti hieman suuremman virumis- ja väsymislujuuden, ja nämä edut yleensä korvaavat teräksen käytöstä vahvistetuissa muoveissa aiheutuvat haitat, esimerkiksi teräksen korkeammasta tiheydestä ja sen suhteellisen huonosta adheesiosta muoviin johtuvat. Sitäpaitsi hyvin suunnitelluissa rakenteissa lasikuidun yhteydessä käytetty teräslanka nostaa todellakin hyvin vähän tai ei yhtään tuotteen kokonaistiheyttä ja vielä parantaa teknisiä ominaisuuksia. Kuitenkin teräslangan päähaitta huonon muoveihin olevan adheesion ohella on R.H. Strettonin ja P. Covellin kirjoittaman artikkelin, jonka nimi oli "Wire sheet as a reinforcement in resin matrices" ja joka on painettu julkaisussa "Composites", 1970, sivut 171-175 johtopäätösten mukaan teräsvaijerin kimmoinen luonne, joka tekee sen vaikeaksi käsitellä.

Olemme nyt havainneet, että putkien, säiliöiden tai levymäisten laminaattien muodossa olevia muovimateriaaleja voidaan edullisesti vahvistaa yhdistelmän avulla, joka muodostuu olennaisesti hartsilla kyllästetyistä

lasikuiduista ja teräspunoksesta termin "teräspunos" ollessa käytetty tässä sen tavanomaisessa mielessä merkitsemään punosta, joka muodostuu kahdesta tai useammasta toisiinsa punotusta teräslangasta tai lankasäiekimpusta (tavallisesti korkeahiilisestä teräksestä, esimerkiksi ainakin hiilipitoisuuden 0,4 paino-% omaavasta teräksestä). Termillä yhdistelmä tarkoitetaan tässä että hartsilla kyllästetyt lasikuidut ovat läsnä teräspunoksen välittömässä läheisyydessä, jolloin näiden lasikuitujen orientaatio ei valtaosaltaan ole vastakkainen punosten orientaatioille.

Erityisesti olemme havainneet, että teräspunoksen ja lasikuitujen edellä mainittujen yhdistelmän ainakin yhden kerroksen käyttö voi saada aikaan vahvistettuja muovimateriaaleja, joilla on yllättävästi parantuneet mekaaniset ominaisuudet verrattuna tavanomaisiin teräslangalla vahvistettuihin materiaaleihin. Esimerkkejä ominaisuuksista, joita voidaan parantaa käyttämällä tämän keksinnön mukaisia vahvisteita ovat lujuus (esimerkiksi taivutuslujuus ja vetomurtolujuus), jäykkyys, kerrosten irtautumisen vastustuskyky, iskusitkeys, virumislujuus ja väsymis- (vuoto)lujuus. Näiden parannusten ajatellaan johtuvan teräspunoksen paremmasta ankkuroitumiskyvystä muoviin verrattuna teräslankaan. Hartsilla kyllästettyjen lasikuitujen läsnäolo teräspunosten välittömässä läheisyydessä joko umpimähkäisessä orientaatioissa tai samassa orientaatioissa kuin teräspunokset, edistää edelleen hartsin suorittamaa teräspunoksen pinnan kostutusta, mutta samoin estää puhtaiden hartsipisteiden tai juovien ilmaantumista teräspunoksille tai niiden väliin, jotka pisteet ovat tavallisesti yhdistelmäateriaalin heikkoja kohtia. Näin tulee mahdolliseksi suunnitella yhdistelmäateriaali, jonka rakenne on niin homogeeninen kuin mahdollista.

Tämän keksinnön lisäetu on, että teräspunoksesta ja lasikuidusta muodostuvat vahvistuselementit ovat yleensä helpompia muovata ja käsitellä kuin aikaisemmin käytetyt teräslangasta ja lasikuidusta muodostuneet vahvistuselementit. Edelleen teräspunokseen käyttöönotto teräslangan sijasta muovimateriaalin vahvistamiseen tämän keksinnön mukaisesti ei vaadi laajaa keksinnön toteuttamiseen tarvittavan työvoiman uudelleenkoulutusta, päinvastoin kuin edellä mainitun lankalevyn käyttöönotto vahvistavana materiaalina. Useita kerroksia lasikuituja ja/tai lankalevyä, joissa langoilla on tietty läpimitta (ja täten ennalta määrätty jäykistysvaikutus) voidaan helposti korvata ainoastaan yhdellä kerroksella teräspunoksia, joilla on samanlainen jäykistysvaikutus, mutta jotka ovat paljon nopeammin ja helpommin käsiteltävissä. Vähäisemmän vahvistusmateriaalin käytön seurauksena ja vähäisemmän muovimateriaalin seurauksena saadaan tulokseksi kevyempiä tuotteita, joilla on samat tai jopa

paremmat mekaaniset ominaisuudet, mikä antaa suuren taloudellisen edun. Olemme myös havainneet, että teräspunosta voidaan yleensä käyttää tavanomaisissa säikeen kehimiskoneissa tarvitsematta muuntaa koneistoa laajasti. Vielä lisäetuna on, että teräspunoksen käyttö vahvistuselementteinä antaa näin saaduille tuotteille antistaattisia ja lämmönpoistumisoimaisuuksia. Yleensä on havaittu, että putkimaisissa rakenteissa, säiliöt mukaan lukien, teräspunoksen käytöstä vahvistuselementteinä lasikuitujen yhteydessä tämän keksinnön mukaan aiheutuvat edut verrattuna pelkästään lasikuituun ovat korostuneempia suurehkon läpimitan (yli 50 cm) ja suurehkon pituuden (yli 6 m) omaaville putkille tai vaativassa käytössä oleville putkille. Samoin tämän keksinnön mukaisen teräspunoksen vahvistusteho on korostuneempi suurilla pintoja omaaville levyäisille laminoituille rakenteille tai aksiaalisesti vahvistetuille suuren pituuden omaaville listoille.

Mitä tulee muovimateriaalin vahvistamiseen käytettyyn teräspunokseen tämä voidaan käyttää sellaisenaan tai non-woven rakenteen tai kudotun rakenteen muodossa, esimerkiksi kudottuna rakenteena, joka muodostuu synteettisen kuidun kuten nailonin tai polyesterin kanssa kudotusta teräspunoksesta, teräspunoksen muodostaessa edullisesti loimen ja synteettisen kuidun muodostaessa kuteen. Tämän keksinnön mukaisen teräspunoksen voi muodostaa esimerkiksi ydinlanka (esimerkiksi läpimitan 0,25 mm tai enemmän omaava) jota ympäröi ydinlangan ympärille punottuna useita (esimerkiksi 4-7) lankoja, joiden läpimitta ei ole suurempi kuin ydinlangan. Vaihtoehtoisesti teräspunoksen voi muodostaa esimerkiksi 2-5 langan yhteen punottu ytimetön säiekimppu, jokaisen langan läpimitan ollessa esimerkiksi 0,5-0,60 mm. Muita sopivia teräspunoksen rakenteita muodostetaan lankojen vastaavasti muiden säiekimppujen ympäröimästä ydinsäiekipusta tai muodostetaan toisiinsa punottujen lankasäiekimppujen ytimetön rakenne. Muutamissa tapauksissa voidaan pitää parempana käyttää teräspunoksen rakenteita, jotka muodostuvat lukuisien lankasäiekimppujen ympäröimästä ydinlangasta. Raskaampia konstruktioita käyttämällä on mahdollista alentaa yhdistelmärakenteen punosten lukua, joka on välttämätön mekaanisten ominaisuuksien ennalta määrätyn parannuksen aikaansaamiseksi. Käytetyt teräspunokset voidaan edelleen kietoa yhdellä langalla käyttäen pitkää nousua. Tällä tavalla punoksen taivutusjäykkyys nousee sekä myös sen aksiaalinen puristuslujuus.

Muovimateriaali voi olla joko kestopuuvia tai kertamuovia oleva materiaali, jälkimmäisen esimerkkejä ovat polyesterit, epoksihartsit, fenolihartsit, melamiini-formaldehydihartsit, urea-formaldehydihartsit, resorsinoli-formaldehydihartsit tai polyuretaanit sekä kertamuovia olevat kopolymeerit. Muovi-

materiaali voi haluttaessa myös sisältää siihen tasaisesti jakautuneena kuivaa täyteainetta, esimerkiksi epäorgaanista ainetta, jota voi olla läsnä määränä, joka ei ylitä 60 paino-%. Täyteaineen läsnäolo alentaa vahvistetun rakenteen hintaa merkittävästi, mutta sillä on yleensä epädullinen vaikutus rakenteen mekaanisiin ominaisuuksiin ja korroosion vastustuskykyyn ja hartsin kostutuskykyyn. Täyteaineet voivat myös hidastuttaa hartsin kovettumista.

Keksinnön mukaista vahvistettua muovimateriaalia voidaan tuottaa min-kä tahansa halutun muodon omaavina artikkeleina. Tämä keksintö on erityisesti sovellettavissa vahvistettujen muoviputkien ja sen kaltaisten artikkelien valmistukseen, joita tavanomaisesti tuotetaan säikeenkiertokoneella. Sellaisen artikkelien erityisesimerkkejä kuvataan yksityiskohtaisemmin alempana.

Putkien ja sen kaltaisten artikkelien, esimerkiksi säiliöiden rungon osien ollessa kyseessä, teräspunoksesta ja lasikuidusta muodostuvat vahvistuselementit voidaan järjestää niin, että punokset ja kuidut ovat akselin suunnassa tai kehän suunnassa poikittain akseliin nähden. Haluttaessa vahvistuselementit voivat sisältää aksiaalisesti ja kehänsuunnassa asetettujen teräspunosten ja lasikuitujen yhdistelmän, tässä olevan viittauksen kehänsuunnassa asetettuihin teräspunoksiin ja lasikuituihin ollessa tarkoitetun sisältämään teräspunokset ja lasikuidun, jotka ovat muissa kulmissa kuin 90° akselin suuntaan nähden, kuten esimerkiksi on tapaus, jos yksisuuntainen non-woven-teräsvaljerien tai lasikuitujen kangas on järjestetty kierteisesti muoviputken valmistuksessa.

Mitä tulee teräspunoksen ja lasikuitujen yhdistelmään, useita yhdistelmämuotoja on mahdollisia. Niinpä esimerkiksi teräspunos voi ainakin osittain olla upotettu lasikuitusäikeisiin teräspunosten ja lasikuitujen ollessa yhdensuuntaisessa suhteessa. Tässä toteutuksessa teräspunosten määrän suhde lasikuitusäikeiden määrään saman kerroksen poikkileikkauksissa ei edullisesti ylitä 2:1 ja on edullisesti alueella 1:1-0,33:1. Vaihtoehtoisesti yksi tai useampia teräspunoksen materiaalin kerroksia (esimerkiksi kudottuna tai non-woven-kankaana) voidaan käyttää lasikuitusäikeiden ja/tai lasikuitukankaiden (esimerkiksi non-woven-kangas) yhden tai useamman kerroksen yhdistelmänä. Muovimateriaali voi näin sisältää esimerkiksi lukuisia lasikuitusäikeiden kerroksia, lasikuitusäikeiden yhdistelmiä teräspunoksen kanssa, joka on ainakin osittain upotettu siihen lasikuitukankaiden ja teräspunoskankaiden yhdistelmiä kuten tässä on kuvattu. Nämä toistensa päälle asetetut kerrokset voivat olla sijoitettu aksiaalisesti tai kehämäisesti tai sellaisten kerrosten osa voi olla aksiaalisesti sijoitettuna kun taas jäljelle jäävät kerrokset ovat kehämäisesti sijoitettuna. Niinpä esimerkiksi useita kudotun teräs-

punoskankaan ja non-woven-lasikuitukankaan kerroksia voidaan käyttää haluttaessa. Ainakin muutamat näistä lähekkäin asetetuista kerroksista ovat edullisesti erotettuna toisistaan lasikuitukerroksilla, jotka ovat edullisesti järjestetty kehämäisesti kun taas teräspunos ja lasikuitukankaan kerrokset ovat järjestetyt aksiaalisesti.

Tarkoituksena varmistaa, että muovimateriaaleilla on toivotut ominaisuudet kyseistä aiottua käyttöä varten, lasikuitua ja teräspunosta olevien vahvistuselementtien sopiva yhdistelmä tulisi valita kuten on kuvattu jäljempänä esimerkeissä.

Tämä keksintö antaa edelleen menetelmiä ja koneita tämän keksinnön mukaisten vahvistettujen muovimateriaalien valmistamiseksi, joissa lasikuidun ja teräspunoksen yhdistelmä on liitetty vahvistavina elementteinä muovin materiaaliin. Kun vahvistettu tuote on putki tai sen kaltainen artikkeli, teräspunos ja lasikuitu liitetään edullisesti muovimateriaaliin säikeenkiertomenetelmällä. Niinpä muovimateriaalilla kyllästetyt lasikuidut (sopivasti plastisoidulla kyllästetyt) ja teräspunos voidaan levittää paikallaan olevaan tai pyörivään akseliin, jotta saataisiin vahvistuselementtien akselinsuuntainen tai vastaavasti kehänsuuntainen järjestely muovimateriaaliin.

Tätä keksintöä havainnollistetaan edelleen viittaamalla liitteensä oleviin piirroksiin, joissa

kuv. 1 on pitkittäiskuva laitteesta keksinnön mukaisten vahvistettujen muoviputkien valmistamiseksi käyttäen lasikuitusäikeitä ja teräspunoksia aksiaalisestisijoitettuna;

kuv. 2 on poikittainen läpileikkauskuva kuvion 1 laitteistosta;

kuv. 3 on perspektiivikuva laitteistosta kartiomaisten vahvistettujen muoviputkien valmistamiseksi vaihtoehtoisen menetelmän mukaan;

kuv. 4 on kuva laitteistosta keksinnön mukaisten vahvistettujen muoviputkien valmistamiseksi käyttäen lasikuitusäikeitä ja teräspunoksia kehämäisesti sijoitettuna;

kuv. 5 on poikkileikkaus laitteistosta keksinnön mukaisten vahvistettujen muoviputkien valmistamiseksi käyttäen kudottua levyä olevia vahvistusmateriaaleja; ja

kuv. 6 on poikkileikkauskuvanto kuvion 5 viivaa A-A pitkin.

Kuvio 7 on teräspunoksella vahvistettuja muoviputkien vuotokäyttämistä esittävä diagrammi.

Viitaten ensinnä kuviin 1 ja 2, ryhmä yhdensuuntaisia hartsilla kyllästettyjä lasikuitusäikeitä 1 ja ryhmä kyllästämättömiä teräspunoksia 2 viedään ohjaussysteemiin 3, joka on asennettu tavanomaisen säikeenkiertokoneen pai-

kallaan olevan karan 4 pinnan läheisyyteen, ohjaussysteemin muodostuessa olennaisesti parista kehältä uritettuja rullia 8, joiden kautta teräspunokset kulkevat. Lasikuitusäikeet voidaan johtaa tavanomaisten aukkojen läpi. Puolakehikot ja ohjaussysteemi 3 liikkuvat samanaikaisesti akselin suunnassa kiskojen päällä mainittua karaa pitkin ja vahvistuselementit tuodaan yhteen keskinäiseen kontaktiin mainitun ohjaussysteemin avulla ja edelleen ohjataan akselinsuuntaisena kerroksena karan pinnalle niin, että kukin teräspunos asetetaan ja upotetaan lasikuitusäikeeseen. Kaiken häiriön ja aksiaalisen kerroksen vääristymisen estämiseksi poikittaissuunnassa ja kerroksen pitämiseksi suorana ja tukevana sen akselin suunnassa elastista sidelankaa 5 kääritään samanaikaisesti käyttäen suurta nousua ja tiettyä jännitystä akselinsuuntaiseen kerrokseen sopivan kiertosysteemin 6 avulla, joka on yhdistetty systeemiin 3 ja täten liikkuu karaa pitkin kiertämisen aikana. Sidelanka edistää samanaikaisesti teräspunoksen peittymistä lasikuitusäikeisiin. Kun systeemi 3 saapuu karan toiseen päähän, kara käännetään akselin suunnassa kulmaan, joka riittää uuden aksiaalisen kerroksen saamiseksi lähinnä juuri asetettua kerrosta. Systeemi 3 palaa akselinsuuntaisesti karan toiseen päähän ja toinen kiertoinen sidelanka, joka tulee puolelta 7, kääritään nyt uuden akselinsuuntaisen kerroksen päälle. Tämä prosessi toistetaan kunnes koko kara on akselinsuuntaisten kerrosten peittämä. Kussakin akselinsuuntaisessa kerroksessa, joka sijaitsee karan kehällä lähinnä vieressä olevaa aksiaalista kerrosta, teräspunos asetetaan vaihtoehtoisesti lasikuitusäikeiden päälle tai vastaavasti alapuolelle.

Teräspunosten sivusuuntaisen sijoittumisen valvomiseksi ne johdetaan kahden sopivan uritetun rullan 8 väliin ja ohjaustankojen 9 väliin (esimerkiksi jousilangalta). On myös edullista johtaa langat 5 aukkojen 10 läpi, jotka ovat sijoitetut aivan lähelle karaa 4 ja sijoittaa puolia 6 ja 7 kannattavat kiertävät renkaat jonkin verran epäkeskisesti karan 4 ympärille ja edullisesti niin, että kiertävän systeemin keskus sijaitsee karan keskuksen alapuolella.

Teräspunos otetaan edullisesti yläpuolelta paikallaan olevista puolista 11 esimerkiksi putkimaisen siipivärttinämekanismin 12 avulla kuten on kuvattu samaan aikaan tutkittavana olevassa patenttihakemuksessamme n:o 14606/75. Tämä järjestely tekee mahdollisesti teräspunoksen jatkuvan syötön ilman epätoivottavaa vääntöjännitystä (so. olennaisesti vapaana kierrosta) niin kauan kuin teräspunoksen sopivia puolekehikkoja on jatkuvasti saatavissa. Kuitenkin punoksen jännitys on tässä systeemissä rajoitettu melkein kahteen kilopondiin punosta kohden eikä painavia punoksia voida sijoittaa tämän paikallaan

olevan puolasysteemin avulla. Painavien punosten tapauksessa käytetään pyöriä puolia.

Kun kara on kartion muotoinen, kuvioissa 1 ja 2 esitetty ja edellä kuvattu kone ei ole oikein sopiva, koska se aiheuttaa vahvistavan materiaalin sopimatonta päällekkäin menoa kartion yläpäässä. Tässä tapauksessa pidetään parempana kuvion 3 esittämää konetta. Kartiomainen kara 1 on peitetty sisävuorauksella 2 ja haluttaessa kehämäisesti sijoitetulla vahvistavan materiaalin kerroksilla. Akselin suuntainen vahvistus valmistetaan erillisellä pöydällä 3. Kannattavalle verkkorakenteelle 4 on sijoitettu hartsilla kyllästetty lasikuitumatto 5, jolle hartsilla kyllästettyjen lasikuitujen 13 ja teräspunosten 14 levy 6 asetetaan akselin suuntaisesti. Akselinsuuntaisista lasikuitusäikeistä ja teräspunoksista muodostuvan levyn pinta on samanlainen kuin kartiomaisten avattu pinta ja säikeet ja punokset suunnataan kartiomaisten pinnan sivuviivan mukaisesti. Akselin suuntainen levy peitetään hartsilla kyllästetyllä lasikuitumatolla 7 ja edelleen lasikuitusäikeistä ja teräspunoksista muodostuvalla levyllä 8, joka on samanlainen kuin levy 6, joka ulottuu kartion pohjalta noin puolimatkaan kartion pituutta. Hartsilla kyllästetty lasikuitumatto 9 asetetaan yläosaan ja peittää edelleen koko pinnan. Sidelankoja 10 otetaan rullilta 11 ja ne kulkevat verkkorakenteen 4 alla useita kierroksia karan ympäri. Sidelangat 10 kiinnitetään myös verkkorakenteen syötötpäästä 12 ja laminaatti kierretään karalle ja sidotaan siihen. Verkkorakenne ja kiinnitetyt sidelangat mahdollistavat akselinsuuntaisen teräspunoksen ja lasikuitusäikeiden pitämisen tukevasti niiden asemassa niin, että niiden orientaatio karan pinnalla sattuu tarkkaan yhteen kartion sivuviivan kanssa kartiolle kierrettyinä. Tämä menetelmä on erityisen sopiva pitkille (yli 8 m) lyhtypylväille, jotka ovat katkaistun kartion tai pyramidin (monikulmainen poikkileikkaus) muotoisia. Aksiaalinen vahviste on tässä välttämätön ja havaittiin, että kuvatus kaltaisen laminoitu rakenne, jossa oli kuuden 0,47 mm:n läpimittaisen suojalangankin ympäröimästä 0,55 mm:n läpimittaisesta ydinlangasta muodostuvia galvanoituja teräspunoksia, toimi erittäin hyvin lyhtypylväässä, jonka pituus oli 11 m, sisäläpimitta alaosassa 315 mm ja yläosassa 110 mm. Laminoitu akselinsuuntainen vahvisterakenne kerrostettiin kehänsuuntaisten kyllästettyjen lasikuitusäikeiden kerrosten väliin ja pylvään seinämän paksuus oli noin 8 mm.

Tarkasteltaessa teräspunosten ja kyllästettyjen lasikuitusäikeiden kiertämistä kehämäisesti (mukaanlukien kiertäisesti) järjestettynä pyörivälle karalle, pidetään edullisena kuviossa 4 esitettyä ohjaussysteemiä 3. Säikeitä 1 ja teräspunoksia 2 ohjataan systeemin 3 avulla, joka liikkuu akselin

suunnassa karaa 4 pitkin, kun taas vahvistavien säiekimppujen 1 ja 2 yhdistelmä kulkee uritetun rullan 5 yli karan pinnan läheisyydessä ja kierretään pyörivälle karalle 4. Jotta saataisiin tarkka ohjaus, ohjausrullan 5 akselin orientaation tulisi aina olla kohtisuora vahvistavien säikeiden suuntaan nähden ja täten tämän akselin orientaatio tulisi aina mukauttaa kehämäisten kerroksien kiertokulmaan kitkan tai ilman sulkeumien välttämiseksi. Tämän kiertokulman määrää tietenkin systeemin 3 aksiaalisen liikkeen nopeus ja karan 4 kiertonopeus.

Edellä kuvattu laitteisto (kuv. 1), joka on tarkoitettu yhdistettyjen lasikuitusäie-teräspunoskerrosten kiertämiseksi voidaan myöskin mukauttaa kudottujen punoskerrosten puoliautomaattiseksi akselinsuuntaiseksi asettamiseksi. On toivottavaa, että akselinsuuntaisten kudottujen punoskerrosten punokset ovat suoria ja samanlaisesti jännitettyjä muutoin kerroksen akselin suuntainen lujuus voi muuttua haitallisesti. Näitä yhtäläisiä prosessin vaatimuksia voidaan tuskin valvoa käsin, erityisesti suuriläpimittaisten putkien ollessa kyseessä. Liitteenä olevien piirustusten kuvien 3 ja 4 esittämä laitteisto käsittää olennaisesti rengasmaisen rungon 1, johon kudotut punoskerrokset kannattavat puolat 2 voidaan asentaa. Puolat käsittävä runko varustetaan myös ohjaussysteemillä 3 kudottuja punoskerroksia varten ja ohjaussysteemiä voidaan liikuttaa akselin suunnassa tavanomaisen säikeenkiertokoneen paikallaan olevaa karaa 4 pitkin. Kudotut punoskerrokset saadaan karalle tietyn jännityksen alaisina esimerkiksi jarruttamalla puolia 2. Aksiaalisen sijoittelun minkä tahansa vääristymisen estämiseksi sidelankaa 5 kiedotaan taas samanaikaisesti suurta nousua käyttäen kiinnitetyille akselin suuntaisille kerroksille sopivan kiertosysteemin 6 avulla, joka on yhdistetty runkoon 1.

Pitkiä putkia varten ei edullisesti sijoiteta kudotut punoskerrokset kannattavia puolia 2 rengaskehruukoneeseen, vaan sijoitetaan puolat erilliseen kiinteään kehykseen ja käytetään runkoa 1 ja sen ohjaussysteemiä 3 ainoastaan väliaikaisena laitteena kudottujen punoskerrosten tarkkaa ohjausta varten. Tätä muunnosta käyttäen olisi myös mahdollista syöttää ja ohjata samanaikaisesti kudottujen punoskerrosten kanssa lukuisia kyllästettyjä lasikuitusäikeitä tai kankaita, jotka lasikuitumateriaalit voitaisiin sitten peittää tai asettaa teräspunoskerrosten väliin tai päinvastoin.

On myös havaittu, että esimerkiksi aksiaalisessa suunnassa esijännitetyjen teräspunosten käyttö nostaa huomattavasti putken lujuutta. Tosin köyden rakenteen omaava teräspunos voi venyä hieman kun se pannaan pienen jännityksen alaiseksi. Tämä pieni venymiskyky, jota tämän jälkeen nimitetään rakenteelliseksi venymäksi, johtuu punoksen akselinsuuntaisesta kasaanmenosta,

jolloin suojalangat tai punoksen säiekimput poimuttuvat ydinlangalle tai ydinsäiekipulle kun punos pannaan pienen pituussuuntaisen jännityksen alaiseksi. Edelleen jännittämällä akselinsuuntaisesti asetettuja punoksia niiden elastisen rajan alapuolella olevaan määrään jaspitämällä tätä jännitystä kunnes putki on täysin kovettunut, saadaan yhdistelmä rakenne, jossa hartsimatriisi on aksiaalisen puristusvoiman alaisena, kun taas teräspunos on yhä vetokuormitettu. Kun sellaista putkea taivutetaan nyt akselin suunnassa, tietyt putkenseinämän vyöhykkeet joutuvat puristusvoimien alaiseksi kun taas muut joutuvat vetojännitysten alaisiksi. Puristusvyöhykkeessä hartsia puristetaan sitten lisää, mutta koska hartsilla on suhteellisen hyvä puristuslujuus, tästä ei aiheudu vahinkoa. Teräspunos on kuitenkin yhä vetojännityksen alaisena tässä vyöhykkeessä ja koska teräspunoksella on paljon parempi vetolujuus kuin puristuslujuus, teräspunoksen vahvistusvaikutus on optimaalinen näissä puristusvyöhykkeissä. Toisaalta vetojännityksen alaisina olevissa vyöhykkeissä teräspunos muodostaa sopivan rungon hartsimatriisille korkean vetolujuutensa ansiosta. Hartseilla ei yleensä ole suurta vetolujuutta.

Esijännitettyjen punosten käytöllä on myöskin mielenkiintoa levymäisten laminoitujen rakenteiden valmistuksessa, jotka rakenteet voidaan helposti valmistaa pöydällä samalla tapaa kuin on kuvattu edellä kartiomaisten putkien valmistusta varten.

Edellä olevasta pohdiskelusta voidaan tehdä se johtopäätös, että tietyissä olosuhteissa pidetään edullisena menetelmää, jossa teräspunos saateetaan vähintään punosten rakenteellisen venymän poistamaan riittävän jännityksen alaiseksi.

Esimerkit

Seuraavia materiaaleja käytettiin tämän keksinnön mukaisten vahvistettujen materiaalien konstruoimiseen:

1. Polyesterihartsit:

"I": Isoftaalihiappoon pohjautuva polyesterihartsit ERVAPON, joka on tyyppiä D 1324 (Plastimer-Ranska)

"D": Vinyyliesterihartsit DERA-KANE, joka on tyyppiä 411-C-45 (Dow Chemical, Sveitsi)

"O": Ortoftaalipolyesterihartsit ERVAPON, joka on tyyppiä D 426 T (Plastimer, Ranska)

2. Vahvistusmateriaalit:

a) Lasikuitutuotteet: Lasikuitusäikeet 2400 Tex, jotka ovat tyyppiä EC-14/K937 (Vetrotex), joiden säikeen pituus on noin 4,2 mm, säikeen paksuus noin 0,45 mm, vetomurtolujuus noin 160 kg/mm²

"RN" Rovinap 640405: yksisuuntaisia jatkuvia lasikuitusäikeitä, jotka ovat kiinnitetyt non-woven-kudokseen: kokonaispaino 730 g/m^2 (Chomarat)

"300M": Lasikatkokuitua oleva matto Vetrotex M 13, paino 300 g/m^2

"450M": Lasikatkokuitua oleva matto Vetrotex M 13, paino 450 g/m^2

"V": Synteettisistä kuiduista (liner) (Freudenberg) valmistettu non-woven-kangas, joka on tyyppiä H 3002 tai tyyppiä 1748.

b) Teräspunostuotteet

Teräspunos SC 4,025 - S- tai Z-kierrettä käyttäen valmistettu 4:n messingillä päällystetyn korkeahiilisen teräslangan punos, kunkin langan läpimitan ollessa 0,25 mm

SC 7,025 - 7 sellaisen langan punos, yhden langan muodostaessa säiekin pun ytimen.

SC 4,0175-4 sellaisen langan punos, langan läpimitan ollessa 0,175 mm.

SCS - punos, jonka 0,30 mm:n läpimittaista ydintä ympäröi 6 0,25 mm:n läpimittaista lankaa

Kudottu punos WC 14: kudottu kangas, joka muodostuu loimena olevista SC 4,025 punoksista ja kudemateriaalina olevista nailonin yksisäikeistä kudoksen painon ollessa 1400 g/m^2 , so. suunnilleen 897 loimen päätä metriä kohden tai pakkauskertoimen ollessa noin 56,5 %.

WC 7: Kudottu kangas, joka muodostuu loimena olevista SC 4,0175 punoksista ja kudemateriaalina olevista nailonsäikeistä, kudoksen painon ollessa 700 g/m^2 (920 päätä per metri tai pakkauskertoimen ollessa 37 %).

Käytetty polymerointisysteemi oli tavanomainen ja käytettiin 2 %:sta Trigonox 42PR:ä katalysaattoreina ja 1 %:sta NL49:ä kiihdyttimenä (molemmat AKZO Chemie). Geelinmuodostus ja kovetus suoritettiin infrapunakuumennuksella ja jatkuvasti valvotussa lämpötilassa 75°C - 85°C .

Putkien ensimmäinen erä suunniteltiin käytettäväksi lyhtypylväinä, alhaisen jännitteen omaavien sähkö- ja puhelinkaapelien pylväinä, purjeveeneen mastoina, ulokepalkkeina ja myös savupiippuina. Sellaisiin artikkeleihin käytetyillä tavanomaisilla materiaaleilla on pyrkimys omata olennaisia haittoja: alumiini voi olla liian kallista, teräs saattaa vaatia kallista huoltoa, ja betoni ja teräs eivät ehkä ole kovin turvallisia ja niihin voi liittyä suuret asennuskustannukset suuren painon vuoksi. Useissa maissa viranomaiset sen vuoksi edistävät nyt vahvistettujen muovien käyttöä näihin sovellutuksiin, erityisesti siellä missä kuljetus ja huolto on vaikeaa (esimerkiksi taivutuslujuus ja vetomurtolujuus). Akselin suuntainen jäykkyys ja lujuus (esimerkiksi taivutuslujuus ja vetomurtolujuus) ovat äärimmäisen tärkeitä näitä käyttöjä varten ja havaittiin, että lasikuituvahvistus ei yksinään voinut

antaa tälle ongelmalle teknistä ja taloudellista ratkaisua. Lankalevyjä käyttävä aksiaalinen vahvistus antoi putkille parantuneen jäykkyyden, mutta levyjen kimmoinen luonne aiheuttaa vaikeuksia käsittelyssä, joita vaikeuksia ei esiinny käytettäessä teräspunosta tai kudottua teräspunosta. Edustava testi putkien arvioimiseksi näitä loppukäyttöjä silmällä pitäen muodostuu taivutuskokeesta, jolloin putket kiinnitetään toisesta päästä ja kuormitetaan kohtisuoraan toisesta (vapaasta) päästä. Taivutuslujuus δ_b ja taivutusmoduuli E_b määritettiin neljälle erilaiselle putken rakenteelle, joissa rakenne-elementit määritellään seuraavasti:

R tarkoittaa kehämäisestään kierrettyä jatkuvia lasikuitusäikeiden kerrosta.

AG: akselinsuuntainen lasikuitusäikeiden kerros

$\frac{AG}{SC}...$: tarkoittaa akselinsuuntaista teräspunosta kontaktissa kunkin lasikuitusäikeen kanssa.

$\frac{AG}{2SC}...$: tarkoittaa samanlaista rakennetta, mutta kahden akselinsuuntaisen teräspunoksen ollessa kunkin lasikuitusäikeen kohdalla.

Putkia varten käytettiin tyyppin "D" hartsia.

Yhtälöissä:

$$\delta_b = \frac{10PLD}{(D^4 - d^4)} \quad (\text{kp/mm}^2) \quad \text{ja} \quad E_b = \frac{PL^3}{3If} \quad (\text{kp/mm}^2)$$

P tarkoittaa käytettyä kohtisuoraa kuormitusta putken päässä (kp)

L on testatun putken vapaa pituus (mm)

D on putken ulkoläpimitta (mm)

d on putken sisäläpimitta (mm)

I on hitausmomentti (mm^4)

f on taipumusmomentti putken päässä (mm)

Useita putkia jokaisesta rakennetyypistä testattiin ja laskettiin keskimääräiset E_b :n ja δ_b :n arvot.

Taulukko 1

Vahvistuksella varustettu putkinäyte - taivutustesti - mastot, lyhtypylväät

No	d (mm)	D (mm)	L (mm)	Putken koostumus		E_p (kp/mm ²)	δ (kp/mm ²)
				sisäpuoli	ulkopuoli		
1	90	96,6	3500	V - R - R - R - R - $\frac{AG}{SCS}$ - $\frac{AG}{SCS}$	- R - R - V	2270	27
2	90	98,8	3500	V - R - R - R - R - AG - AG - AG - AG - AG - R - R - V		1240	14,8
3	28	34,2	1000	V - R - R - R - R - $\frac{AG}{SCS}$ - $\frac{AG}{SCS}$ - $\frac{AG}{SCS}$	- R - R - V	2333	53
4	28	34,2	1000	V - R - R - R - R - $\frac{AG}{2SC4.025}$ - $\frac{AG}{2SC4.025}$ - $\frac{AG}{2SC4.025}$	- R - R - V	2296	51,2

Lyhtypylvään suunnitellaan yleensä pituuksille, jotka ovat noin 4 ja 18 metrin välillä. Hyvin edullinen teräspunoksella vahvistettu putken yhdistelmä rakenne tätä tarkoitusta varten näyttää olevan taulukon 1 koostumus 1. Taivutuskokeen aikana aksiaalisten kerrosten yksi osa on jännityskuormitettu, kun taas toinen osa saa puristuskuormituksen. Tämä kuormitusvoimien epätasapaino aiheuttaa yleensä poikkileikkauksen poikkittaisia kuormituksia, jotka pyrkivät muokkaamaan sitä säteen suunnassa. Tiedetään hyvin, että tämä poikkileikkauksen deformaatio (yleisesti ovalisoitumiseksi kutsuttu) voidaan välttää tekemällä rakenne, joka vastustaa näitä säteensuuntaisia jännityksiä. Siksi kolme 90° :en kehämäistä hartsilla kyllästettyä lasikuitusäikeiden kerroksia R kiinnitettiin lähimmäksi sisävuorausta V alarakenteena, joka vastustaa näitä radiaalisia jännityksiä. Kerrosten R korvaaminen hartsilla kyllästetyllä lasikuitumatolla (M) voi edelleen kohottaa tämän alarakenteen jäykkyyttä ja kerrosten irtautumisen vastustuskykyä, joka rakenne on sinänsä vahvasti koherentti laminaatti tai kerrosrakenne.

Tämä pohjarakenne peitettiin edelleen kahdella toisiaan seuraavalla yhdistetyllä aksiaalisella kerroksella kummankin kerroksen muodostuessa akselinsuuntaisista lasikuitusäikeistä, joissa kerroksissa yksi teräspunos (SCS) oli järjestetty akselinsuuntaisesti kontaktiin kunkin mainitun säikeen kanssa. Tällä tavoin teräspunokset upotettiin jossain määrin lasikuitusäikeisiin ja niin teräspunosten kontakti hartsin kanssa oli parempi ja ilmakuplien muodostus minimoitui. Ilmakuplat ovat yleensä hyvin harmillisia vahvistetuissa muoveissa, koska ne muodostavat heikkoja kohtia, joissa murtumat ensimmäiseksi saavat alkunsa.

Lopuksi kaksi kyllästettyjen lasikuitusäikeiden R kerrosta kierrettiin kehämäisesti akselinsuuntaisille kerroksille ja peitettiin ulkovuorauksella V. Nämä kaksi 90° :n kehämäistä kerrosta omaavat jälleen säteettäisen jäykistysvaikutuksen, joka pyrkii alentamaan ovalisaatiota ja ne myös auttavat kannattamaan akselinsuuntaisia kerroksia ja rajoittamaan näiden kerrosten pyrkimystä kerrosten irtautumiseen. Kerrosten irtautumisen välttämiseksi välipinnalla aksiaalisen kerroksen ja kehämäisen kerroksen välillä on hyödyllistä katkottujen lasikuitujen pienen määrän läsnäolo ruiskutettuna alla olevan kerroksen ulkopinnalle (esimerkiksi tavanomaisen ruiskutuslaitteen avulla, joka muodostuu katkojasta sekä hartsisuuttimesta).

Teräspunoksen liittäminen antaa putkelle aksiaalisen taivutuslujuuden ja modulin olennaisen parantumisen verrattuna samankaltaisen rakenteen omaaviin yksistään lasikuidulla vahvistettuihin putkiin, kuten havainnollistaa taulukon 1 putki 2.

Taulukon 1 putken 3 rakenne, jolla putkella oli samanlainen koostumus kuin putkella 1, mutta pienempi läpimitta, testattiin myös ja kuten voitiin kohtuullisesti odottaa, sillä oli olennaisesti suurempi lujuus sen suuremmasta $\frac{D-d}{d}$ suhteesta johtuen. Putkessa 4 kaksi akselinsuuntaista vahvistavaa kerrosta oli rakennettu seuraavasti: kukin kerros muodostui akselinsuuntaisesta lasikuitusäikeestä ja kontaktiin kunkin lasikuitusäikeen kanssa oli sijoitettu kaksi rakenteen 4,025 teräspunosta akselinsuuntaisesti. Koostumuksissa 3 ja 4 oli teräksen paino vertailukelpoinen, nimittäin 1330 g/m^2 ja 1350 g/m^2 putken pinta-alaa vastaavasti. Lujuus ja moduli ovat kuitenkin parempia putkessa 3, mikä osoittaa, että SCS-punos käytetään edullisesti. Tältä menettelyn näkökannalta katsoen raskaampi SCS-punos antaa lisäetuja, koska ainoastaan puolet punoksista on käsiteltävä verrattuna koostumukseen 4. Luultavasti teräspunoksen SCS-rakenne, joka muodostuu kuuden pienehkön läpimitan omaavan suojalangan ympäröimästä suurempi läpimittaisesta ydinlangasta, mahdollistaa hartsin paremman tunkeutumisen ytimeen ja täten parantaa mekaanista ankkuroitumista. SCS-rakenne on myöskin halvempi kilohinnan mielessä. Näistä testituloksista voidaan myöskin päätellä, että mitä tahansa hartsilla kyllästettyjen lasikuitujen ja teräspunoksen kombinaatiota, joka antaa niiden välisen läheisen sidoksen, voidaan käyttää esim. yhdistämällä kudottuja punoskerroksia kyllästettyjen lasikuitukudosten kanssa (ohuita mattoja M toiselta tai molemmilta kudotun punoksen kerroksen puolelta) esimerkiksi silmuoimalla siihen. Teräspunokset voidaan myöskin upottaa kyllästettyihin lasikuitusäikeisiin akselinsuuntaisen kiertämisen aikana, kuten esitetään esimerkiksi taulukon 1 koostumuksissa 1, 3 ja 4.

Toinen putkisarja valmistettiin ja testattiin käytettäväksi matalan paineen alaisina kuljetusputkina ja johtoina nestettä varten, jotka putket tai johdot kannatetaan säännöllisin välimatkoin, esimerkiksi ripustimilla tai alustoilla. Etäisyyden, joka voidaan asettaa riippumaan kahden perättäisen tukielimen väliin sellaisia nesteen kuljetusputkia käytettäessä, tulisi olla niin suuri kuin mahdollista asennuskustannusten minimoimiseksi, jotka kustannukset riippuvat osittain johtolinjan tai putkilinjan pituusyksikköä kohti tarvittavien tukielinten lukumäärästä. Samoin putkien lujuus ja virumislujuus alustoiden tukivyohtyhykkeessä on äärimmäisen tärkeä ja keksintöä käytettäessä voidaan hylätä tai ainakin minimoida näiden vyöhykkeiden paikalliset vahvikkeet (renkaat tai sen kaltaiset). Myös suuria säiliöiden runkoja, esimerkiksi säiliöautoja varten, kannatetaan alustoilla. Edustava testi putkien kestävyvyyden arvioimiseksi normaaleissa työolosuhteissa, joiden alaisina putket voivat olla, on kolmen pisteen tai neljän pisteen taivutus tai kuor-

man kantamistesti, jossa putkia tuetaan kohtisuoraan molemmista päistä ja kuormitetaan joko kohtisuoraan mainittujen päiden puolitiessä (kolmen pisteen taivutus ASTM-STP-327) tai symmetrisesti kahdessa pisteessä päiden välissä (neljän pisteen taivutus). Neljän pisteen taivutustesti on myös luotettava lähestymistapa putken pituudella olevan tasaisen kuormituksen vaikutuksen arvioimiseksi. Putkien käyttö kuormaa kantavina eliminä, kuten on tapaus esimerkiksi raskaiden tai suurien esimerkiksi paperi tai tekstiilimateriaalien rullien keräämiseen ja kuljettamiseen käytettävillä sydänputkilla, akseleilla ja palkeilla on toinen tapaus, jossa mainitut testit lähestyvät todellisia työskentelyn olosuhteita mitä lähemmin.

Akselin suuntainen lujuus on äärimmäisen tärkeä sellaisia sovellutuksia varten, ja täten aksiaaliset vahvistuskerrokset ovat hyvin toivottavia. Kuitenkin tasaisen poikittaisten kuorman kantamisen vaikutus, jonka alaiseksi nämä putket joutuvat, vaatii kohonnuttua lujuutta virumisen ehkäisemiseksi (sekä pituussuuntainen laajeneminen että säteittäinen ovalisaatio). Tämän vuoksi alla olevan taulukon 2 koostumuksissa 2 90°:en kehämäistä kerrosta kierrettiin sisävuoraukseen ennen kierteisten kerrosten (H) levitystä. H:lla tarkoitetaan lasikuitusäikeiden kahden päällekkäin asetetun ja kierteisesti kierretyn kerroksen sarjaa. On hyvin tunnettua, että yksinomaan kierteisiä kerroksia sisältävällä vahvikkeella on huono vastustuskyky leikkausvoimiin nähden ja kerrosten irtaantumiseen nähden, koska nämä kerrokset siirtyvät akselinsuunnassa vetopuristus- tai taivutusjännitysten alaisina. Kierteisten kerrosten (H) kiertokulma valittiin 54°:ksi putken akseliin nähden: Taivutuslujuus δ_b ja taivutusmoduuli E_b laskettiin seuraavien yhtälöiden mukaan:

$$\text{kolmen pisteen taivutus } \delta_b = \frac{PLD}{8I} \text{ (kp/mm}^2\text{)} \quad E_b = \frac{PL^3}{48If} \text{ (kp/mm}^2\text{)}$$

$$\text{neljän pisteen taivutus } E_b = \frac{PLa^2}{2fI} \left(1 - \frac{4a}{3L}\right)$$

P tarkoittaa poikittaissuunnassa käytettyä kokonaiskuormitusta (kp),

L tarkoittaa putkien päissä olevien tukien välistä etäisyyttä, joka oli tässä 1,4 m

I tarkoittaa hitausmomenttia (mm⁴)

D tarkoittaa putkien ulkoläpimittaa (sisäläpimitta oli 90 mm)

f tarkoittaa poikkeamaa mitattuna putkella olevalla kuorman iskukohdalla (-kohdilla)

a tarkoittaa etäisyyttä tukipisteen (putken pään) ja lähinnä mainittua tukipistettä sijaitsevan kuorman iskukohdan välillä ja etäisyys oli näissä koekäytöissä 0,3 m.

Useita putkia testattiin taas koostumusta kohden ja määritettiin arvot E_b ja δ_b . Käytetty hartsi oli tyyppiä "D" paitsi koostumuksissa 10 ja 11, joissa käytettiin hartsia "I". Näiden koostumusten testituloksista on tehty yhteenveto taulukossa 2. Modulin erot kolmen pisteen ja neljän pisteen testin välillä johtuivat putken poikkileikkauksen suuremmasta ovalisaatiosta kuorman iskukohdalla neljän pisteen testin aikana, mistä oli seurauksena erilainen poikkeaman (f) arvo. Korjattaessa nämä f -arvojen poikkeamat, E oli todellakin sama kolmen pisteen ja neljän pisteen kokeille.

Taulukko 2

Putkinäyte - kolmen pisteen ja neljän pisteen taivutuskokeet

No	D(mm)	Putken seinämän koostumus		δ_b (kp/mm ²)	E_p (kp/mm ²)	
		sisäpuoli	ulkopuoli		kolmen pisteen taivutus	neljän pisteen taivutus
5	98,6	V - R - R - H - H - R - R - AWC14 - R - AWC14 - R - V		19,3	2610	2340
6	98,4	V - R - R - H - H - R - R - AWC7 - R - AWC7 - R - V		16,50	2081	2058
7	99,4	V - R - R - H - H - R - R - AG - R - AG - R - V		16,10	1985	1783
8	98,6	V - R - R - H - H - H - R - R - AWC14 - R - V		18	2140	2023
9	98,6	V - R - R - H - H - H - R - R - AWC7 - R - V		16	1782	1650
10	98	V - R - R - H - H - H - R - R - AWC7 - R - V		13,4	1685	1569
11	98,2	V - R - R - H - H - R - R - AWC7 - R - AWC7 - R - V		14,3	1774	1819

Yleensä kehämäisten lasikuitusäikeiden kerrosten väliin suoritettun aksiaalisten teräspunosten kerrosten väliin kerrostuksen vaikutus (putket 5, 6 ja 11) oli vähemmän edullinen kuin oli edotettu välipinnoilla olevien ilmasulkeumien vuoksi. Täten kerrosten irtaantuminen tapahtuu mainituilla välipinnoilla ja niinpä lasikuitumattoja (M) tulisi edullisesti käyttää parantamaan kostutusta ja ankkuroitumista tarkasteltaessa kudottua punosta vahvistusmateriaalina. Kudotun punoksen ja lasikuitumattojen kahden yhdistelmäkerroksen väliin kerrostetusta vähintään yhdestä lasikuitukerroksesta muodostuvaa vahvistavaa pohjarakennetta voidaan kannattaa edelleen parhaiten lähinnä putken sisäpuolta sijaitsevilla, alla olevilla kehämäisillä kerroksilla putken ovalisaation estämiseksi. Hartsin lujuuden vaikutusta osoittaa myös hyvin 10:n ja 11:n vertailu 9:n ja 6:n kanssa mainitussa järjestyksessä.

Maanpinnan yläpuolella sijaitsevana alaisessa paineessa toimivina kuljetusputkina ja johtoina käytön lisäksi on kasvava kysyntä suuri läpimittaisista maanalaisista putkista, erityisesti viemäri- ja jäteputkista, joiden täytyy olla korroosion kestäviä. Lisäksi ottaen huomioon korroosion kestävyys, joka on parempi kuin päällystettyjen teräsputkien, vahvistettuja muoviputkia on ehdotettu jäähdytysveden kuljetukseen voimaloita varten ja putkiin, jotka ovat tarkoitettut esimerkiksi sijaitsemaan järvissä tai haudattaviksi korrooioivaan maaperään tai purkamaan vettä mereen. Muita ehdotuksia ovat kaukolämpöputket kuuman veden jakamiseksi tiheään asutuilla alueilla, lieteputkisysteemit kiinteiden ja nesteiden seosten, kuten hiililietteen pumppaamiseksi pitkiä matkoja ja maanalaiset putkilinjat sähköisiä suurjännitekaapeleita varten. Edullisen korroosion kestävyytensä lisäksi vahvistetuilla muoviputkilla on myös alhaisempien asennuskustannusten etu keveän painonsa vuoksi. Sitäpaitsi toimenpiteillä vahvistettujen muoviputkien lujittamiseksi teräspunosta liittämällä on se lisäetu, että putket voidaan tehdä pidemmiksi alentaen täten merkittävästi kalliiden liitosten lukumäärää. Käyttöajan lisääntymiset ja liikapainon poistaminen ovat antaneet säiekierretyille putkille suuren edun verrattuna aikaisempiin betoniputkiin kemiallisten jätteiden putkilinjoissa, painon ollessa vähemmän kuin 20 % ja huoltoajan kaksikertaa niin pitkä. Sitäpaitsi säiekierretty putki helpommin voi seurata maassa olevan kaivannon muotoa suuremman taipuisuutensa vuoksi verrattuna maahan upotettuun jäykkään putkisysteemiin, kuten teräs-, betoni- ja sementti-asbestiputkiin.

Upotetut putket ovat yleensä alttiina symmetrisille puristusjännityksille ja myös täytyillä alueilla, missä maan kannatus ei ole tasapainossa, aksiaalisille sekä radiaalisille taivutusvoimille. Käytettäessä putkia esi-

merkiksi lietteiden kuljetukseen, sisäpuolinen paine synnyttää lisäksi kehämäisiä ja pitkittäisiä vetojännityksiä niin, että itse asiassa voi kehittyä aika mutkikas jännitystilanne sellaisissa putkissa. Ottaen huomioon tämän tilanteen, kokeiltiin useita koostumuksia, joissa käytettiin lasikuitusäikeiden ja teräspunoksen samanaikaista kehämäistä kiertämistä, molempien ollessa puolilla. Kuten jo mainittiin aikaisemmin, sellaisen systeemin suuri etu on siinä, että systeemi voidaan toteuttaa melko yksinkertaisella pienellä ja halvalla apulaitteistolla, joka voidaan helposti ja nopeasti asentaa monenlaisiin tavanomaisiin säikeenkiertokoneisiin. Edelleen lasikuitusäikeiden ja teräspunoksen välistä suuretta voidaan helposti muunnella putken ominaisuuksien vaatimusten mukaan. Rakenteet voidaan näin valmistaa taloudellisesti ja teräspunos on hyvin upotettuna lasikuitusäikeisiin. Taulukossa 3 käytettiin seuraavia symboleita putken yhdistelmärakenteen määrittämiseksi: R ja H tarkoittavat vastaavasti 90° kehämäistä ja kierteistä lasikuitusäikeiden kerrosta, jolloin yksi teräspunos on yhdistetty yhden lasikuitusäikeen kanssa.

R ja H tarkoittavat vastaavasti 90° kehämäistä ja kierteistä lasikuitusäikeiden kerrosta, jolloin yksi teräspunos on yhdistetty joka kolmannen lasikuitusäikeen kanssa.

R ja H tarkoittavat 90° kehämäistä ja kierteistä lasikuitusäikeiden kerrosta, jolloin yksi teräspunos on yhdistetty joka kuudennen lasikuitusäikeen kanssa.

Kiertokulma oli 60° putken akseliin nähden kierteisille kerroksille, koska suuri kulma on toivottava putken säteittäisen virumislujuuden nostamiseksi.

M225 tarkoittaa lasikatkokuidun mattoa, jonka paino oli 225 g/m^2 . Käytetty hartsi oli edellä mainittua tyyppiä "O", joka oli täytetty Microdolilla, olennaisesti $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ koostumus. Täyteaineen pitoisuus oli 37,5 paino-% hartsista.

Käytetty teräspunos oli SC 4,025 ja putkien sisäläpimitta d oli 300 mm.

Tangentiaalinen jäykkyys, joka on olennaista upotetuille putkille, arvioidaan parhaiten ulkopuolisen levykuormituskokeen avulla, jolloin putki-segmentti asetetaan putken akselin kanssa yhdensuuntaisesti sijaitsevan kahden levyn väliin ja jolloin kuormitus P kohdistetaan kohtisuoraan putken akseliin nähden putken poikittaisen muodonmuutoksen (ovalisaation) aikaansaamiseksi.

Yhtälöissä:

$$\text{jäykkyysskerroin : } SF = \frac{0,149 \text{ Pd}^3}{8 f b} \quad (\text{ASTM 2412-68})$$

(kp/cm²/cm)

$$\text{modulit : } EC = \frac{1,786 \text{ Pd}^3}{2 b f (D-d)^3} \quad (\text{ASTM-STP-327})$$

(kp/mm²)

$$\text{tangentialinen : } STIS = \frac{0,01863 P}{b f} \quad (\text{KOMO})$$

alkuperäinen omi-

naisjäykkyys
(N/m²)

b tarkoittaa testatun putkisegmentin aksiaalista pituutta.

f tarkoittaa poikkeamaa mitattuna kuormituksen iskukohdalta.

Vaikka koemenetelmä ST- ja STIS-arvojen määrittämiseksi on hyvin samanlainen, niiden välillä ei ole mitään suhdetta, johtuen kokonaan erilaisesta laskutavasta. Useissa maissa viranomaiset tarkastelevat vielä yhteyttä betoni- ja asbestisementtiputkien kanssa ja niin määritettiin myös murtumiskuorma P_r (kp/m) ja murtumapoikkeama (f_r).

Koska merkittävä sisäinen paine esiintyy usein upotetuissa putkissa, koostumuksille 12-21 tehtiin myös vetokokeet (Nol-rengastesti ASTM-STP 327) ja määritettiin vetolujuus δ_t . Testattujen putkisegmenttien pituus b oli 150 mm ja δ_t :n määrittävä yhtälö oli seuraava:

$$\delta_t = \frac{P}{b(D-d)} \quad (\text{kp/mm}^2)$$

Taulukosta 3 voidaan nähdä, että vertailukelpoisten koostumusten ensimmäisessä alueessa 12-15, koostumuksella 13 on parhaat tulokset verrattuna koostumukseen 12 ottaen huomioon, että suhteellisen pieni määrä teräspunosta oli lisätty.

Koostumuksella 21 näyttää olevan sopiva rakenne sen tangentialisen jäykkyyden huomioon ottaen. Käytetyn teräspunoksen tulisi edullisesti olla SCS-tyyppiä. Tietenkin samanlaiset konstruktiot ovat tyypillisiä suurten imuputkien rakentamiseen (esimerkiksi kaivoskuilujen ilmanvaihtoputkiin ja viljan lastaukseen jne.) ja maanalaisten säiliöiden rakentamiseen, joissa esiintyy samanlaisia kuormitustilanteita.

Upotetuilla putkilla tulisi myös olla hyvä iskusitkeys, koska esimerkiksi nostureilla suoritettavan asennuksen aikana putkiin kohdistuu yleensä iskuja, erityisesti kun putket lasketaan alas ruorisilla alueilla.

Senvuoksi taulukon 3 muutamia putkirakenteita testattiin niiden iskusitkeyden määrittämiseksi (astm-D2444-70/tupA). Käytettiin 5200 g:n painoista iskukuormaa ja pudotuskorkeutta vaihdeltiin asteettain. Iskusitkeysarvo katsottiin saavutetuksi, kun havaittiin putken sisä- tai ulkopinnalla vahingoittuminen. Koostumuksissa, joissa teräspunos oli ulommissa kerroksissa kierretty samanaikaisesti kunkin lasikuitusäikeen kanssa, suurempi vahingoittuminen havaittiin putken sisäpuolella kuin putken ulkopuolella. Ulkopuolelta tulevien nesteiden aiheuttama likaantuminen on täten vähemmän todennäköistä näissä tapauksissa. Koostumuksissa, joissa teräspunos sijaitsi sisemmissä kerroksissa, suurempi vahingoittuminen havaittiin putken ulkopuolella kuin putken sisäpuolella.

Taulukko 3 - Ulkopuolinen levykuormitus ja Nol-rengas (vetolujuus) koe

Koostu- mus	D mm	Putken seinämän koostumus		SF $\frac{\text{kp}_2}{\text{cm}}$	Ec $\frac{\text{kp}_2}{\text{mm}}$	STIS $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	Pr $\frac{\text{kp}}{\text{m}}$	fr %	t $\frac{\text{kp}_2}{\text{mm}}$
		sisäpuoli	ulkopuoli						
12	307,6	V - R - H - R - R - V		960	1050	3350	1410	65	24
13	307,8	V - R - H - R - R - V		1180	1220	4150	1757	67	27,5
14	308,2	V - R - H - R - R - V		1580	1340	5510	2000	62	-
15	308,4	V - R - H - R - R - V		1260	1360	4350	1175	50	24,6
16	309	V - R - R - H - R - R - V		1670	1332	5820	1944	60	23,0 ²³
17	309,2	V - R - R - H - R - R - V		2400	1447	8320	2520	60	23,3
18	311,4	V - R - R - H - R - R - V		4410	1420	15130	3540	53	24,2
19	312	V - R - H - R - AGRN - R - R - V		4000	1207	13700	2260	35	17,8
20	324,4	V - R - R - H - H - R - R - AWC14 - R - V		53400	1736	175100	4670	8	-
21	313	V - M225 - V - R - R - H - R - R - V	(vrt. koostumus 8)	5190	1340	16300	7670	40	15,10

Taulukko 4

	Iskusitkeys (kgom)						
Koostumus	12	13	14	15	16	17	19
Iskusitkeys	143	182	156	286	156	442	1248
Seinämän paksuus (D-d) mm	3,8	3,9	4,1	4,2	4,5	4,6	6

Koostumus 13 antaa noin 27 %:n parannuksen iskusitkeydessä verrattuna koostumukseen 12.

Suuripaineiset putket, esimerkiksi jotka ovat tarkoitettut avomerellä tapahtuvaa öljyn ja kaasun tuotantoa varten ja painetankit tarjoavat teräspunoksella vahvistettujen tämän keksinnön mukaisten muoviputkien vielä yhden potentiaalisen käyttöalueen, koska sellaiset putket ja tankit tarvitsevat pitkän käyttöajan, korkean turvallisuuskertoimen ja kyvyn kestää suhteellisen suuria paineita ja paineen vaihteluja. Käytännössä sellaisen putken puhkeamispaine ei ole kovin tärkeä putken sopivuuden arvioimiseksi paineputkena, koska sellainen putki täytyy korvata sen osoittaessa olennaista vuotamista. Putken "vuotopisteen" määrittäminen paineen, jossa putkessa oleva neste alkaa tihkua putken seinämän läpi, on siksi paineputkeen työskentelyolosuhteiden realistisempi testi ja antaa samalla viitteen putken toimiajasta. Lasikuituvahvisteisista putkista saatu kokemus on osoittanut, että paineen vaihtelu saa aikaan nopeamman murtuman kuin kokeilu paineen ollessa vakio lisänä olevan väsymysvaikutuksen vuoksi. Vettä käytettiin kokeen virtausväliaineena, koska tiedetään hyvin, että vesi vaikuttaa tuhoavasti lasikuituihin; veden tunkeutuminen mikrohalkeamien läpi kiihdyttää putken hajoamista ja on itse asiassa putken ennenaikaisen pettämisen tärkein syy.

Äärilujuuden määrittäminen ja sisäisen vaihtelevan paineen kokeet suoritettiin putkille, joiden päät olivat jännittämättömiä niin, että myös täysi aksiaalinen jännityskuormitus kohdistui putkiin, kuten on laita käytännössä.

Kun vuotopiste oli määritetty, putkille tehtiin lukuisia kokeita käyttäen jaksottaisen sisäisen paineen arvoja, jotka olivat alempia kuin mainittu vuotopiste ja värähtelevän paineen taajuuden ollessa 24 jaksoa minuutissa. Ilman putken pettämistä paineessa P suoritettu 10^6 jakson koeaika on vertailukelpoinen putken 15 vuoden elinikään paineessa P.

Testatut koostumukset esitetään seuraavassa taulukossa 5. Koostumuksessa 23 aksiaalisten lasikuitusäikeiden kerrosten (Syncoglas) paino oli

noin 650 g/m^2 . Putkessa 24 käytettiin tyyppiä SC 4,025. Huomattiin myös, että tarkasteltaessa lasikuitusäikeiden ja teräspunosten yhtäaikaista kehämäistä kiertämistä (putki 24), tämä tulisi edullisesti tehdä esihyydytetylle sisävuoraukselle V tai sisävuorauksen yhdistelmä rakenteelle V-M-V, joka on mahdollisesti esihyydytetty teräspunoksen alla olevien kerrosten läpi tapahtuvan poikittaisen leikkautumisen estämiseksi, erityisesti putken valmistuksen aikana. Putken sisäläpimitta oli 90 mm. Suuripaineisten putkien rakentamiseksi suositellaan kehämäisesti asetetuista teräspunoksista muodostuvan vahvistavan kerroksen asettamista lähinnä sisävuorausta.

Kuviossa 7 esitetään diagrammi, joka havainnollistaa vuotolujuuden P laskua painejaksojen lukumäärän funktiona. Tästä diagrammista on varsin selvää, että teräspunoksella vahvistetut koostumukset antavat paljon parempia tuloksia kuin muut, niin että voidaan tehdä se johtopäätös, että teräspunos on yllättävän käyttökelpoinen vahviste muovia oleville paineputkille. Erityisesti koostumukset, joissa on teräspunoksen ja lasikuitusäikeen yhtä aikaisista kehämäistä kierrosta (esimerkiksi putki 24) omaavat erinomaisen hyvän (vuoto-) paineen kestävyuden.

Kuviossa 7 olevien pelkällä lasikuidulla vahvistettujen putkien käyrien kaltevuus on jonkin verran jyrkempi kuin teräspunoksella vahvistettujen paineputkien noin 10^4 jakson jälkeen, mikä viittaa siihen, että teräspunoksella vahvistetuilla putkilla on parempi väsymislujuus ja täten pidempi toiminta-aika vieläpä suurissa työskentelypaineissa.

Taulukko 5 - Vuototesti - Suuripaineiset putket

Putken no	Putken koostumus		vuotopiste P kg/cm ²
	sisäpuoli	ulkopuoli	
6	V - R - R - H - H - R - AWC7	R - AWC7 - R - R - V	120
7	V - R - R - H - H - R - AG	R - AG - R - R - V	110
22	V - R - R - H - H - H - R - R - V		80
23	V - M450 - R - AG - R - R - AG - R - V		70
24	V - M450 - V - R - R - H - H - H - R - R - V		160
25	V - M450 - V - R - R - H - H - H - R - AWC14 - R - V		150
26	V - M450 - V - R - H - H - AWC14 - R - R - V		145
27	V - M450 - V - R - H - H - AGRN - R - R - V		100

Vaikka keksintöä on havainnollistettu erityisesti viitaten sylinterimäisiin laminoituihin rakenteisiin, jotka sisältävät lasikuitua, teräspunosta ja hartsia, so. putkirakenteisiin, huomautetaan, että keksintö pitää sisällään myös teräspunoksen liittämisen samalla tavoin monikulmaisen poikkeileikkauksen omaaviin putkiin laminaatteihin, kuten tasaisiin tai käyriin tai poimutettuihin levyihin tai laattoihin ja kolmiulotteisiin muovirakenteisiin, kuten profiileihin, kuutiomaisiin rakenteisiin, pyramideihin, kartioihin jne. Kudottujen punoskaistojen kiertäminen kyllästettyjen lasikuitukaistojen yhteydessä kehän suunnassa käyttäen kuviossa 4 esitettyä konetta, on myös mahdollista.

Käytetyt hartsit voivat olla korkealaatuisia polyestereitä, kuten tiedotyt Atlac® - tai Leguval® - tai Palatal® -hartsi-tyypit. Hartsit voidaan valita erityisesti niiden korkean lämpötilan- tai tulenkestävyyden, korkean väsymislujouden, korroosion kestävyys, kemiallisen kestävyys (hapojen, emästen, orgaanisten liuotteiden, suolojen, hydrolysoivien aineiden jne) funktiona.

Putket voidaan varustaa runsaasti hartsia sisältävillä sisävuorauksilla (V) ja/tai pintapeitteillä, jotka toimivat korroosion esteenä. Tässä tarkoituksessa tiksotrooppisia materiaaleja, kuten aerosiliä voidaan liittää ulompien ja sisempien vuorausten hartseihin. Vuorausten hartsi-koostumukset voidaan myös valita ottaen huomioon niiden kemiallinen inerttisyys. Vuoraukset V voivat muodostua esimerkiksi C-tyypin lasikuiduista.

Tietyissä tapauksissa messingillä päällystetyt teräspunokset tulisi korvata galvanoiduilla (Zn-päällystetyillä) punoksilla, erityisesti käytettäessä hitaasti kovettuvaa hartsia Cu^{++} -ionien ja hartsin välisen reaktion välttämiseksi. Reaktiotuotteet nimittäin alentavat teräspunoksen ja hartsin välistä adheesiota. Cu^{++} -ionit ovat edelleen epätoivottavia, koska ne edistävät sisäistä korroosiota.

On ymmärrettävä, että tämä hakemus on tarkoitettu peittämään keksinnön nämä ja muut modifikaatiot ja variaatiot, käytöt ja/tai sovellutukset, jotka noudattavat keksinnön yleistä periaatetta ja sisältävät sellaisia poikkeamia tästä asiakirjasta kuin on tunnettua tai tavanomaista käytäntöä alalla, johon keksintö kuuluu, ja niin kuin voidaan soveltaa edellä esitettyihin olennaisiin piirteisiin, kuten sisältyy viitteenä oleviin patenttivaatimuksiin.

Patenttivaatimukset:

1. Vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että vahvistava materiaali sisältää ainakin yhden kerroksen lasikuitujen ja teräspunoksen yhdistelmää.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että yhdistelmä sisältää teräspunoksen ainakin osittain upotettuna lasikuitusäikeisiin.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että läsnä on suuri määrä mainitut yhdistelmät sisältäviä päällekkäin asetettuja kerroksia ja jolloin teräspunosten määrän suhde lasikuitusäikeiden määrään mainituissa kerroksissa ei ole suurempi kuin 2.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että mainittu yhdistelmä sisältää ainakin yhden kudotun punoskerroksen yhdistettynä (liitettynä) ainakin yhteen lasikuitukankaaseen.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että mainittu kangas on non-woven-kangas.
6. Patenttivaatimuksen 4 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että läsnä on suuri määrä mainittujen yhdistelmien päällekkäin asetettuja kerroksia.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että lasikuitukerrokset sijaitsevat mainittujen yhdistelmien päällekkäin asetettujen kerrosten välissä.
8. Patenttivaatimuksen 7 mukaiset vahvistetut muoviartikkelit, t u n n e t t u siitä, että ainakin osa lasikuitukerroksista on kohtisuoraan orientoitunut mainittujen yhdistelmien kerroksiin nähden.
9. Jonkun edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n n e t t u siitä, että teräspunos on olennaisesti vapaa vääntöjännityksistä.
10. Jonkun edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n n e t t u siitä, että teräspunos on jännityksen alaisena, joka riittää ainakin sen rakenteellisen venymän poistamiseen.
11. Jonkun edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n n e t t u siitä, että teräspunos muodostuu lukuisten suojalankojen ympäröimästä ydinlangasta ja minkään suojalangan läpimitta ei ylitä ydinlangan läpimittaa.
12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n n e t t u siitä, että suojalangan läpimitta on vähintään 0,20 mm ja se on 4-7 langan ympäröimä.

13. Patenttivaatimusten 1-10 mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n -
n e t t u siitä, että teräspunos muodostuu 2-5:n langan ytimettömästä säie-
kimpusta.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen vahvistettu muoviartikkeli, t u n -
n e t t u siitä, että kunkin langan läpimitta on 0,15 mm:n ja 0,60 mm:n välissä.

15. Jonkun patenttivaatimuksen 1-10 mukainen vahvistettu muoviartikkeli,
t u n n e t t u siitä, että teräspunos muodostuu suuresta määrästä yhteenpuno-
tuja säiekinppuja.

16. Jonkun patenttivaatimuksen 1-10 mukainen vahvistettu muoviartikkeli,
t u n n e t t u siitä, että teräspunos muodostuu ydinsäiekimpusta, jota ympäröi
joukko lankoja.

17. Jonkun patenttivaatimuksen 1-10 mukainen vahvistettu muoviartikkeli,
t u n n e t t u siitä, että teräspunos muodostuu ydinlangasta, jota ympäröi jouk-
ko säiekinppuja.

Patentkrav:

1. Armerade plastartiklar, k ä n n e t e c k n a d därav, att förstärkningsmaterialet omfattar åtminstone ett lager av en kombination bestående av glasfibrer och stålkord.

2. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kombination omfattar stålkord åtminstone partiellt inbäddad i glasfiberroving.

3. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett flertal på varandra liggande lager, som inkluderar nämnda kombinationer, är närvarande och att antalet stålkord till antalet glasfiberroving i nämnda lager är högst 2.

4. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kombination omfattar åtminstone ett vävt kordlager förenat med åtminstone en glasfibervävnad.

5. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda vävnad är ett fibertyg.

6. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett flertal på varandra lagda lager av nämnda kombinationer är närvarande.

7. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att glasfiberlager anbringats mellan de på varandra lagda lagren av nämnda kombinationer.

8. Armerade plastartiklar enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a d därav, att åtminstone en del av nämnda glasfiberlager ligger orienterade på tvären i förhållande till nämnda lager av nämnda kombinationer.

9. Armerade plastartiklar enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att de utgörs av rör.

10. Armerade plastartiklar enligt patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a d därav, att de uppträder i form av skivliknande laminerade strukturer.

11. Armerade plastartiklar enligt patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a d därav, att de uppträder i form av behållare (kärl) med laminerade väggkonstruktioner.

12. Rör enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kombinationer är axiellt orienterade i röret.

13. Rör enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kombinationer orienterats i omkretsriktningen (90° omkrets och/eller spiralförmät) i röret.

14. Rör enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett antal av nämnda kombinationer ligger axiellt orienterade medan ett annat antal ligger orienterade i omkretsriktningen i röret.

15. Rör enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att åtminstone en förstärkande understruktur omfattande åtminstone ett glasfiberlager är närvarande och ligger sandwichat mellan två lager av nämnda kombination.

16. Skivliknande laminerade strukturer enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a d e därav, att ett antal av nämnda kombinationer ligger orienterade i samma riktning i nämnda struktur.

17. Skivliknande laminerad struktur enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett antal av nämnda kombinationer ligger orienterade i en riktning medan ett annat antal av nämnda kombinationer ligger orienterade på tvären till nämnda riktning.

18. Skivliknande laminerad struktur enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att åtminstone en förstärkande understruktur, som omfattar åtminstone ett glasfiberlager, är närvarande och ligger sandwichad mellan två lager av nämnda kombinationer.

19. Behållare enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en cylindrisk stomdel, varvid nämnda kombinationer ligger axiellt orienterade i nämnda stomdel.

20. Behållare enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en cylindrisk stomdel, varvid nämnda kombinationer ligger orienterade kring omkretsen (90° omkrets och/eller spiralförmät) i nämnda stomdel.

21. Behållare enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en cylindrisk stomdel, varvid ett antal av nämnda kombinationer ligger orienterade efter omkretsen i nämnda stomdel.

22. Behållare enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en cylindrisk stomdel, varvid åtminstone en förstärkande understruktur, som omfattar åtminstone ett glasfiberlager, är närvarande och ligger sandwichad mellan två lager av nämnda kombinationer i nämnda stomdel.

23. Armerad plastartikel enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden är väsentligen fri från vridspänningar.

24. Armerad plastartikel enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden är under spänning åtminstone

tillräckligt att eliminera dess structurella töjning.

25. Armerad plastartikel enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden består av en kärntråd omgiven av ett antal manteltrådar, varvid var och en av dessa har en diameter som ej överstiger kärntrådens.

26. Armerad plastartikel enligt patentkravet 25, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kärntråd har en diameter av åtminstone 0,20 mm och omges av 4-7 trådar.

27. Armerad plastartikel enligt patentkraven 1-24, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden består av en kärnlös sträng av 2-5 trådar.

28. Armerad plastartikel enligt patentkravet 27, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda trådar har en diameter mellan 0,15 och 0,60 mm.

29. Armerad plastartikel enligt något av patentkraven 1-24, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden består av ett antal strängar som tvinnats samman.

30. Armerad plastartikel enligt något av patentkraven 1-24, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden är sammansatt av en kärnsträng omgiven av ett antal trådar.

31. Armerad plastartikel enligt något av patentkraven 1-24, k ä n n e t e c k n a d därav, att stålkorden är sammansatt av en kärntråd omgiven av ett antal strängar.

32. Armerad plastartikel enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att grundmassan omfattar ett värmehärdande harts.

33. Armerad plastartikel enligt patentkravet 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att hartset är ett polyesterharts.

34. Armerad plastartikel enligt patentkravet 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att hartset är ett epoxiharts.

35. Armerad plastartikel enligt något av patentkraven 32-34, k ä n n e t e c k n a d därav, att grundmassan inkluderar ett fyllmaterial.

36. Armerad plastartikel enligt patentkravet 35, k ä n n e t e c k n a d därav, att fyllmaterialet är ett oorganiskt material och är närvarande i en mängd av upp till 60 vikt-% av hartset.

37. Förfarande för framställning av armerade plaströr genom trådlindningsteknik, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar steg för:

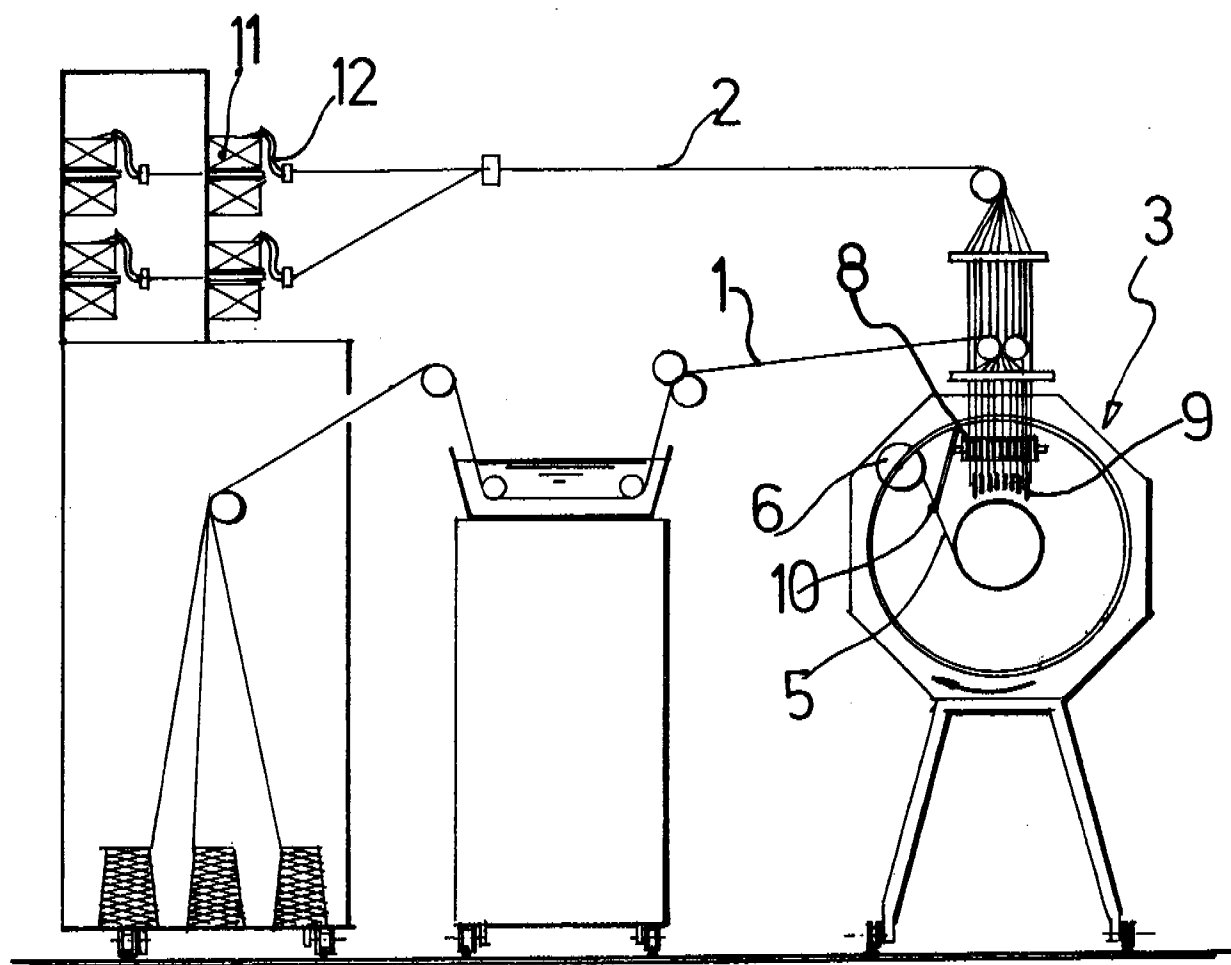
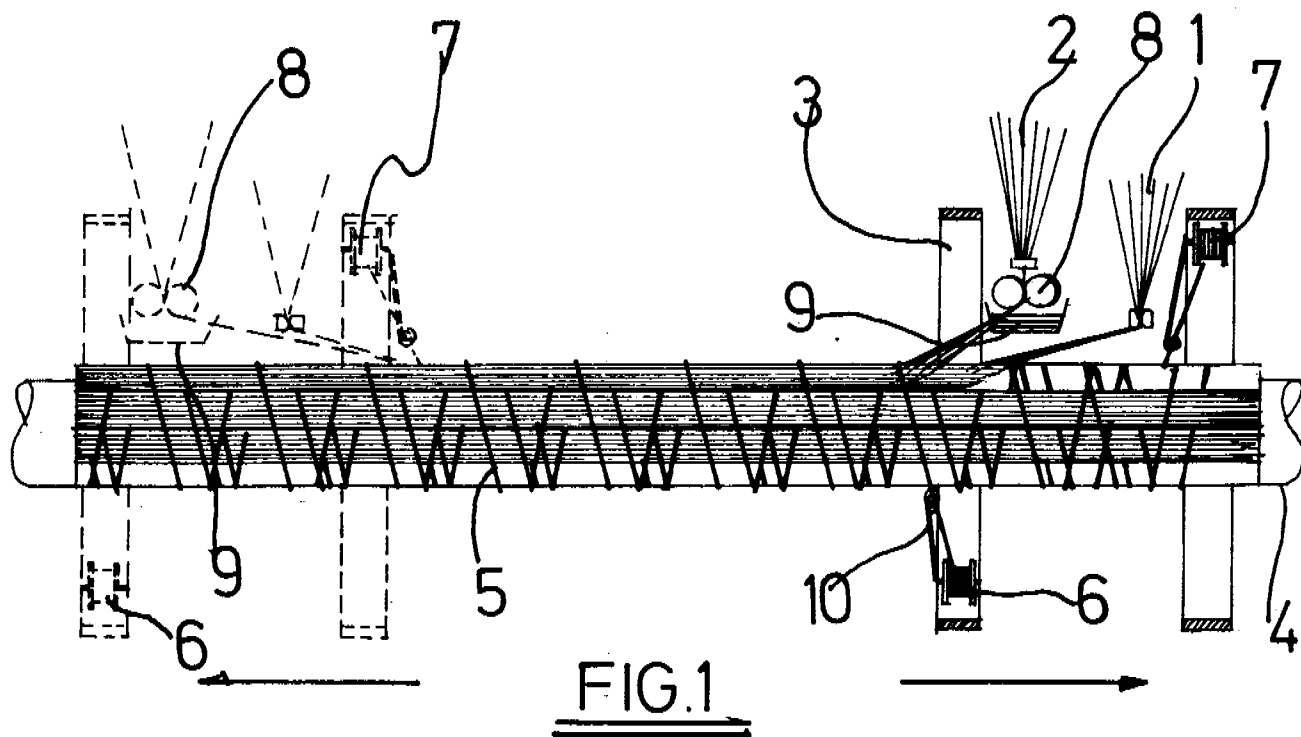
a) frammatande av en uppsättning hartsimpregnerad glasfiberroving och en uppsättning stålkord till ett styrsystem, som monterats i närheten av en spindel och är rörligt längs nämnda spindel,

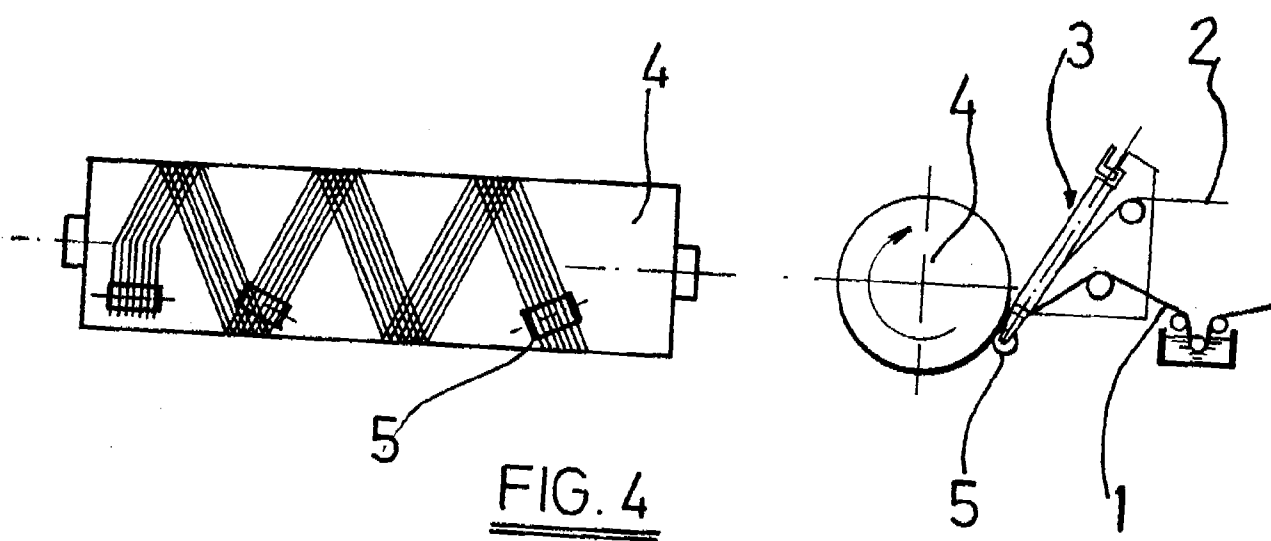
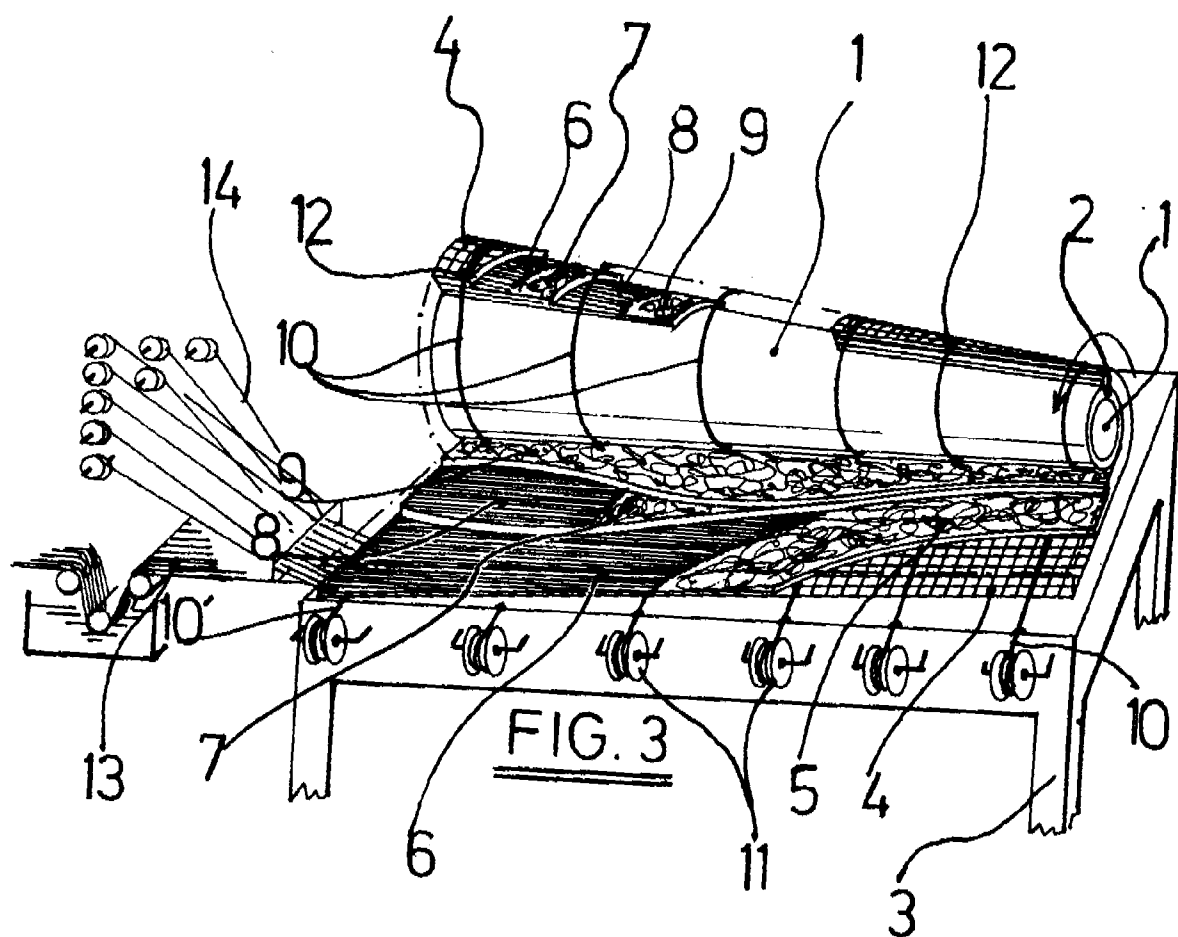
b) bringande av nämnda glasfibrer och stålkord i longitudinell kontakt med varandra medelst nämnda styrsystem, och

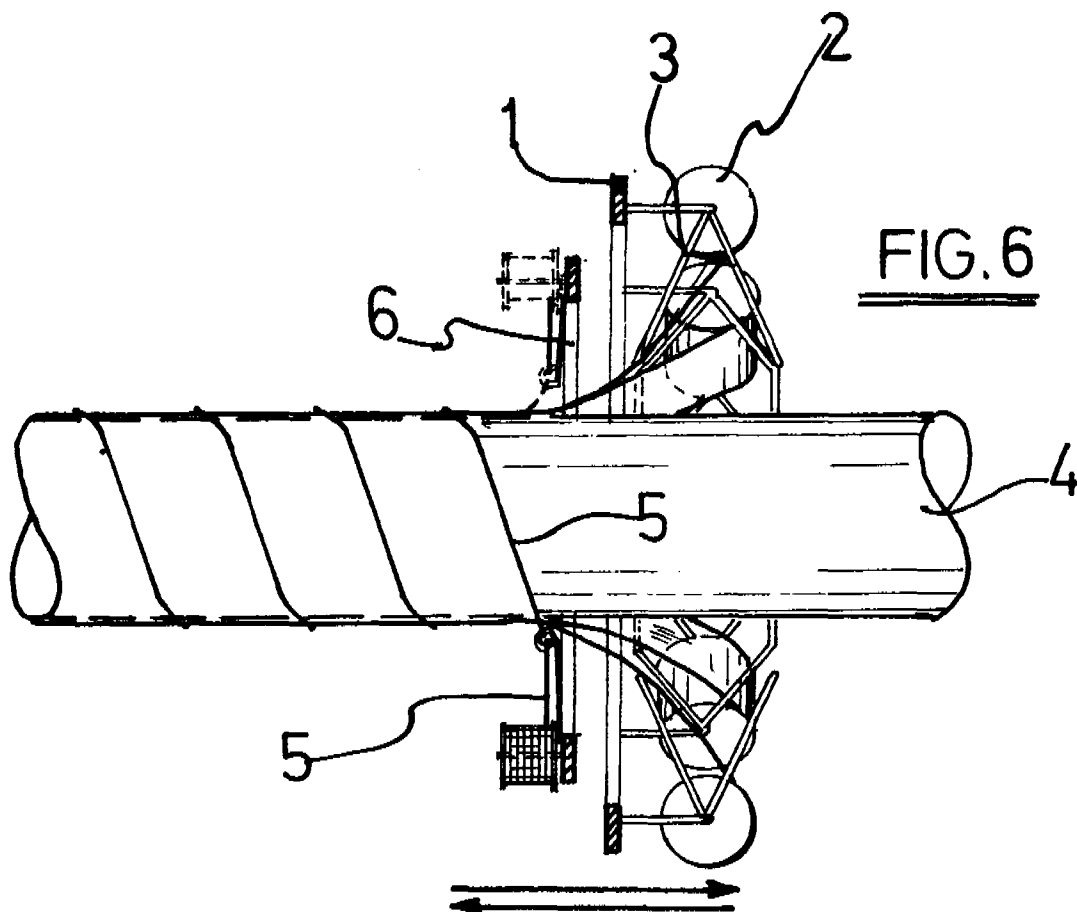
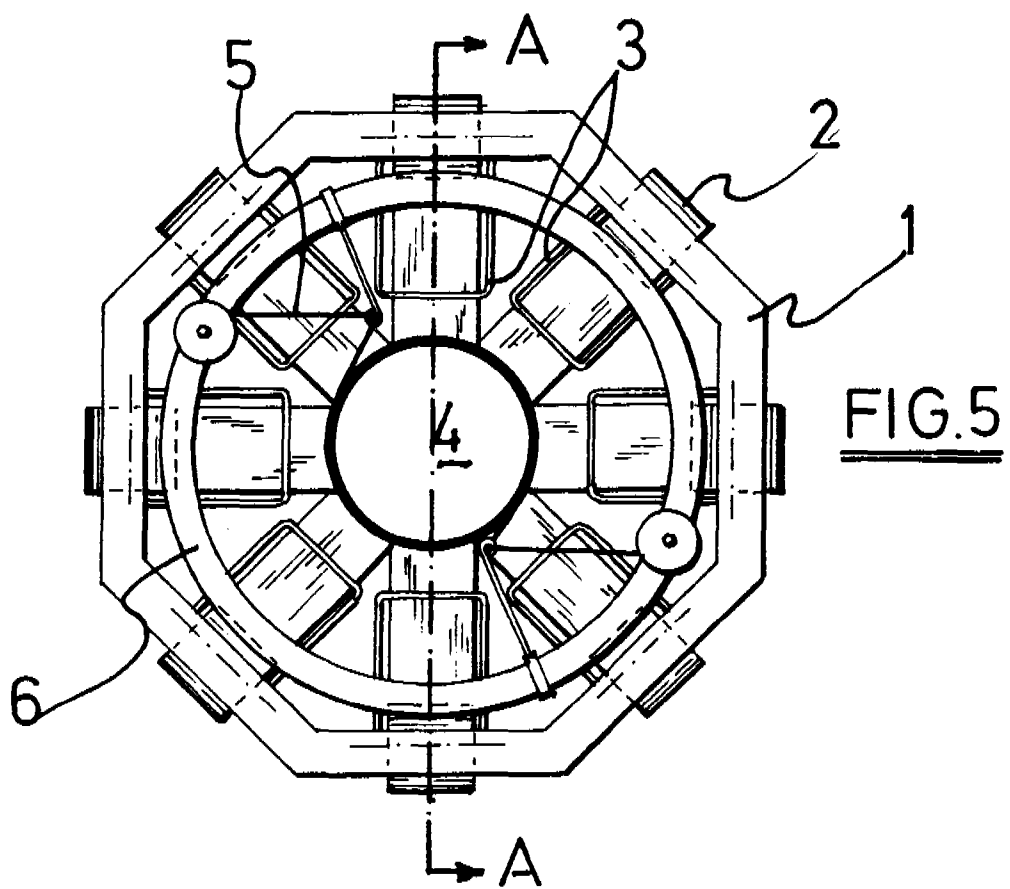
c) styrande av nämnda kombination av parallella glasfiber och stålkord som ett lager på ytan av spindeln så att varje stålkord inbäddas i glasfiberroving.

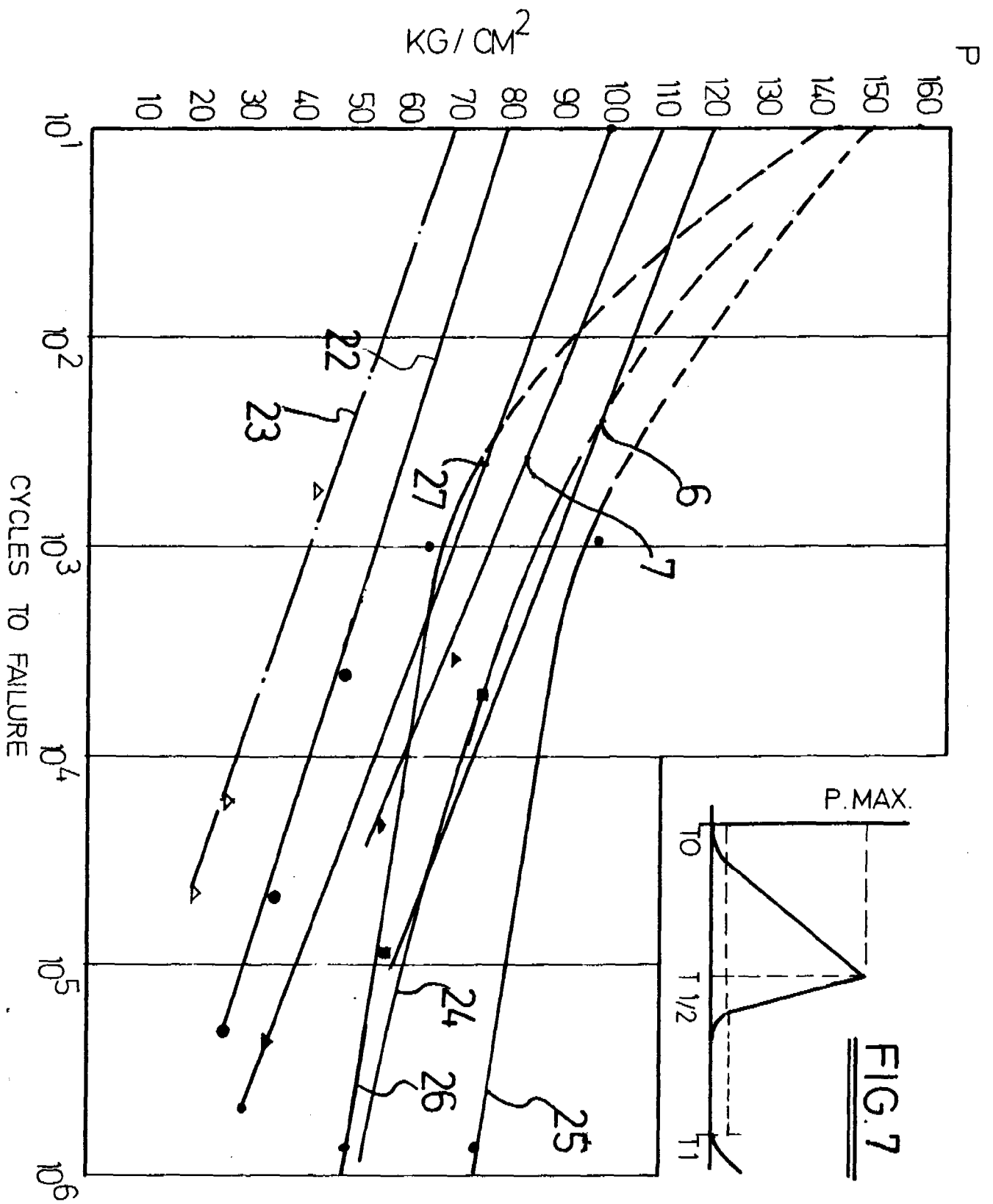
38. Förfarande enligt patentkravet 37, k ä n n e t e c k n a t därav, att kombinationen av glasfibrer och stålkord styrs axiellt upp på ytan av en stationär spindel och att samtidigt en bindetråd lindas spiralartat i lång sättning på det axiella lagret, och att nämnda spindel svängs i en vinkel som är tillräckligt att möjliggöra att ett nytt likadant axiellt lager läggs bredvid lagret som just anbringats, och att den nya axiella lagret ånyo omges med en bindetråd, varefter dessa steg upprepas tills hela spindeln är täckt med axiella lager.

39. Förfarande enligt patentkravet 37, k ä n n e t e c k n a t därav, att kombinationen glasfibrer och stålkord styrs periferiskt som ett lager på ytan av en roterande spindel och att hastigheten för styrsystemets axiella rörelse och rotationshastigheten hos ytan av spindeln koordineras för uppnående av den önskade lindningsvinkeln.









Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

Suomi - Finland _____

Iso-Britannia - Storbritannien P 1248 254 (F 16 2 11/04)

Norja - Norge _____

Ranska - Frankrike _____

Ruotsi - Sverige _____

Saksa - BRD - Tyskland _____

Sveitsi - Schweiz _____

Tanska - Danmark _____

USA P 2 836 529 (161-85)

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.