

(19)



(10) **LT 4139 B**

(12)

## **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patento numeris: **4139**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **E04C 5/03**  
**B21B 1/16**

(21) Paraiškos numeris: **96-105**

(22) Paraiškos padavimo data: **1996 07 02**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1996 11 25**

(45) Patento paskelbimo data: **1997 04 25**

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/EP95/00154**

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **1995 01 16**

(85) Nacionalinės procedūros pradžia: **1996 07 02**

(31, 32, 33) Prioritetas: **44 00 974.7, 1994 01 14, DE**

(72) Išradėjas:  
**neskelbiama**

(73) Patento savininkas:  
**Institut fuer Stahlbeton Bewehrung e. V., Landsberger Strasse 408,  
D-81241 Muenchen, DE**

(74) Patentinis patikėtinis:  
**Rita Laurinavičiūtė, 5, UAB "Metida", Pilies g. 8/1-2, 2600 MTP Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:  
**Šaltai valcuoto armatūrinio plieno ruošinai ir jų gamybos būdas**

(57) Referatas:

Šaltai valcuoto armatūrinio plieno ruošinys, kurio suformuotame maždaug apskritimo formos skerspjūvio plieniniame strypė įvalcuotos pastovaus gylio įspaudos (4), kurios profilyje tolygiai išsidėsčiusios dviem-šešiomis, geriau trimis išilginėmis eilėmis, ir kiekvienos įspaudos ribos linija armatūrinio plieno ruošinio išklotinėje sudaryta iš skirtingų spindulių apskritimo lankų (6,7), kurie įspaudos ašių atžvilgiu išsidėstę simetriškai. Tai užtikrina pakankamą sujungimą nepaisant mažesnės deformacijos ir gaunami geresni elastingumo parametrai. Taip pat susuktas armatūrinis plienas turi geresnes tiesinimo ir suvirinimo savybes gaminant suvirintą vielinį tinklą. Armatūrinio plieno ruošinio gamybos būdas susideda iš bent dviejų deformacijos operacijų.

Armatūrinio plieno ruošiniai (plieno ruošiniai pradinei įvaržai), skirti gelžbetoniui (iš anksto įveržtam gelžbetoniui) sustiprinti, pasižymi tvirtu ryšiu tarp plieninių detalių ir betono briaunų. Dėl to užtikrinamas toks jėgos perdavimas tarp plieninių detalių ir betono, kad jį naudojant, reikalingos trumpos tvirtinimo ir perdavimo detalės.

Vystymosi eigoje pasikeitė daugelis armatūrinio plieno ruošinių, ypač šaltai formuotų armatūrinio plieno ruošinių, tokių kaip, pavyzdžiui, armatūrinio plieno grotelių arba žiedinių armatūrinio plieno ruošinių, gamybos sąlygos. Prie pasikeitimų priskirtinos ir, pavyzdžiui, naujos žinios apie netiesinius matmenų suteikimo būdus gelžbetonio konstrukcijose. Iki šiol, nagrinėjant armatūrinio plieno sujungimo diagramas, būdavo atsižvelgiama tik į įtempimo ir santykinio pailgėjimo linijas elastingumo srityje. Tačiau netiesiniai matmenys taip pat taikomi ir tarpusavyje sujungtų elementų sąveikai plieninės detalės plastinės deformacijos srityje (DE-A1-4011487). Pasirodė, kad dėl “per standaus” sujungimo, kurį sudaro plieno strypo iškilimai betono plyšyje, plieninė detalė santykinai per mažai pailgėja. Reikia siekti tokio sujungimo, kuris konstrukcijos panaudojimo būsenoje leistų taikyti lig šiol naudojamą konstrukcinį techninį reguliavimą, kad plastinės deformacijos srityje armatūrinio plieno detalės ir betono sujungimas būtų ne per standus.

Didelė dalis armatūrinio plieno ruošinių, apdorojant karštu arba šaltu formavimu, vyniojami į ritinius ir po to perdirbami į plieno strypus arba armatūrinio plieno groteles. Norint plieno ruošiniui suteikti armatūrai tinkamą formą, jį reikia lyginti tam tikslui skirtomis staklėmis. Plieno ruošiniai su iškilimais visuomet turi apskritimiškumo nukrypimus. Be to, lyginant, kaip taisyklė, iškilimai labai nusidėvi. Aplink strypą esantys iškilimai sukelia žymų triukšmą lyginimo metu. Kai armatūrinio plieno ruošiniai suvyniojami į ritinius, lyginimo savybės pagerėja, o lyginant triukšmas būna mažesnis. Armatūrinio plieno ruošinių iškilimai sudaro žymią medžiagos masės dalį. Iškilimams suformuoti reikia ruošinį deformuoti iki 25 %, o tam suvartojama daug energijos. Atsižvelgiant į energijos taupymą, reikėtų mažinti suvartojamą energiją iškilimams formuoti.

Ką tik aptarti ruošinių deformacijos laipsniai šalto apdorojimo metu žymiai sumažina pradinį sąstumo parametrus  $A_{gt}$  (santykinį pailgėjimą) ir  $R_m/Re$  (stiprumo ir

takumo ribų santyki). Pageidautinos nominalinės parametru vertės (žiūr. ENV 10080) sunkiai pasiekiamos.

Armatūrinio plieno grotelės suvirinamos įrenginiais, kurie atlieka 120 taktų per minutę. Pastoviai gerą suvirinimo sujungimą galima pasiekti tada, kai ruošinio neapskritimiškumas, kurį apsprendžia iškilimai, yra kiek galima mažesnis. Tai ypač būtina, kai virinami dvigubi strypai. Atsižvelgiant į tai, reikėtų stengtis, kad strypai būtų kuo apvalesni, o jų paviršiai būtų kuo lygesni.

Remiantis tuo, kas pasakyta, reikia stengtis, kad būtų įvykdyti žemiau nurodyti reikalavimai:

Gaminant:

Mažos formavimo sąnaudos, medžiagiškai ir techniškai palankesnis šaltas formavimas, o tuo pačiu mažesnės energijos sąnaudos ir mažesnis valcavimo staklių išdilimas, gaminant ruošinio paviršiaus reljefą.

Atliekant tolimesnį apdorojimą:

Geras ruošinio tiesinamumas, sukeliant mažesnę triukšmą, pagerintas suvirinamumas, armatūrinio plieno ruošinių paviršių pažeidimų išvengimas ir lyginimo įrankio dilimo sumažinimas.

Naudojant armatūrai:

Pakankamas sujungimas naudojimo metu ir veiksmingas armatūrinio plieno detalės santykinis pailgėjimas betono plyšyje (plastiškas šarnyras), didelės  $A_{gt}$  ir  $R_m/Re$  reikšmės. Nedidelis įtempimų kiekis ir dėl to didelis atsparumas nuovargiui.

Bandymai parodė, kad atsižvelgiant į siekiamus tikslus, geriausiai tinkami armatūrinio plieno ruošiniai yra tokie, kaip nurodyta apibrėžties 1 punkte.

Apie tokio tipo armatūrinio plieno ruošinius žinoma iš DE-AS 1084464.

Šioje publikacijoje aprašomos armatūrinio plieno vielos arba armatūrinio plieno strypai, ypač skirtini gelžbetonio konstrukcijai su pradine įvarža, ir kurių paviršiuje yra taisyklingai ir pasikartojančiai išsidėsčiusios įspaudos. Tos įspaudos yra elipsės formos ir apima beveik pusę strypo perimetro. Trumpųjų elipsės ašių srityje įspaudos yra atskirtos viena nuo kitos siaurais borteliais, kurie yra išsidėstę įstrižai strypo ašies. Šie borteliai, kaip ir įstriži iškilimai, išvalcuojami įrenginiais, kuriuose yra atitinkamos įpjovos.

GB-PS 1343757 aprašomas armatūrinio plieno ruošinys, artimas 1 apibrėžties punktui, kurio įspaudos yra elipsės formos. Be to, elipsės ilgoji ašis yra pasvirusi į strypo ašį nuo  $30^\circ$  iki  $70^\circ$  kampų. Norint pagerinti strypo lenkimo savybes, šoninės įspaudų sienelės išdėstytos simetriškai, o jų pasvirimo kampas apribotas  $50^\circ$ .

Šio išradimo tikslas yra suformuoti armatūrinio plieno ruošinio paviršiaus konfigūraciją taip, kad su mažiausiomis formavimo sąnaudomis būtų pasiekiami geriausi plastiškumo parametrai  $A_{gt}$  ir  $R_m/R_e$  ir būtų garantuojamas pakankamas sujungimas. Tai pasiekama, įvedant armatūrinio plieno ruošinio plastinį deformavimą (nelinijinis matavimas), t.y. plastišką sujungimą, kuris leidžia santykinai didesnius poslinkius tarp armatūrinio plieno detalės ir betono. Tuo pačiu metu, atsižvelgiant į gerą tiesinamumą ir geresnį suvirinamumą, armatūrinio plieno ruošiniai gaminami kuo apvalesni, o jų paviršiai kuo lygesni. Atsižvelgiant į aukštą atsparumą nuovargiui, vietinė įtempimų koncentracija išlaikoma kaip galima mažesnė. Be to, siūlomas armatūrinio plieno ruošinių, pasižyminčių minėtomis savybėmis, gamybos būdas.

Armatūrinio plieno ruošiniai pagal išradimą yra apibūdinti 1 apibrėžties punkte. Tinkamiausios šių ruošinių formos nusakytos 2-12 punktuose. Jų gavimo būdas nusakytas 13 apibrėžties punkte, o tinkamiausi gamybos būdo variantai - likusiuose kituose punktuose.

Norint pasiekti armatūrinio plieno ruošinių pagal DE-AS 1084464, ypač tų, kurie numatyti gelžbetonio konstrukcijoms su pradine įvarža, tolygų didelį tvirtumą ir gerą plieninių detalių sukibimą su betonu, vykdoma šalta deformacija šaltaitemptos lygios apvalios vielos, kurioje išvalcuojami iškilimai, į išorę išspaudžiant medžiagą, o. armatūrinio plieno ruošiniuose pagal šį išradimą tai pasiekama, įvalcavus tik negilias įspaudas; dėl to deformacija yra nedidelė, o plastiškumas išlieka didelis. Išskyrus tik įvalcuotas įspaudas, apvalus strypo paviršius išlieka lygus, t.y. išvengiama nelygumų formavimo. Tai daroma, atsižvelgiant į tiesinamumo pagerinimą, taip pat ir į galimybę sudaryti "plastišką" plieninės detalės su betonu sujungimą gelžbetonio konstrukcijos eksploatacijos metu.

Suformavus skirtingų gylių įspaudas, bei suformavus iškyšulius arba griovelius įspaudų dugne, sukuriamas laiptuotas sujungimo "defektu" būdas. Prieš nuglemžiant gelžbetonio šarnyrą didelės įspaudos vietoje, pirmiausia jis nuglemžiamas nedidelės įspaudos vietoje, ir dėl to atsiranda laisvas kelias strypui pailgėti. Panašiai atsitinka, kai

įspaudos dugne yra suformuotas iškyšulys arba griovelis. Šis mechanizmas leidžia santykinai didesnius poslinkius tarp plieno detalės ir betono. Armatūrinio plieno ruošiniai pagal išradimą ypač tinka kaip armatūros elementas gelžbetonio konstrukcijų dalims, kuriose numatoma panaudoti vietines plastiškas armatūros deformacijas.

Kadangi įspaudų ribos linija sudaryta iš apskritimo lankų, o tiesių atkarpų, kuriose galėtų koncentruotis vietiniai įtempimai, nėra, o be to, įspaudų šoninės sienelės sklandžiai pereina į dugno plotą, todėl, esant armatūros plieno detalės apkrovai, išvengiama vietinių įtempimų, kurie turi didelę įtaką atsparumui nuovargiui.

Esant beveik elipsės formos įspaudoms (pvz., palyginus su apvalios formos įspaudomis), padidinama tarpusavyje sąveikaujančių lygių paviršių apimtis, dėl to pagerinamas tiesinamumas ir suvirinamumas. Be to, gero tiesinamumo požiūriu gretimų išilginių eilių įspaudos turi būti viena kitos atžvilgiu pasislinkusios išilgai strypo.

Pageidautinų plastiškumo parametrų  $A_{gt}$  ir  $R_m/Re$  požiūriu, valcuojant įspaudas, iš viso neturi būti mažinamas ne tik skerspjūvis, bet ir gaminant armatūrinio plieno ruošinius, turi būti naudojamas daugiapakopis metodas. Tokiu būdu iš valcuotos vielos, kurios skerspjūvis sumažinamas nuo 8 iki 15 %, per pirmąją šalto formavimo operaciją išvalcuojamas apvalus plieno strypas, o per kitą šalto formavimo operaciją, sumažinus skerspjūvį nuo 2 iki 7 %, įvalcuojamos įspaudos. Vietoj pirmosios šalto formavimo operacijos, esant reikalui, gali būti numatytos dvi arba net trys šalto formavimo operacijos, kurių metu išvalcuojams apvalus mažesnio skerspjūvio strypas dar prieš įvalcuojant įspaudas.

Išradimui išsamiau paaiškinti duodami septyniomis figūromis pailustruoti pavyzdžiai.

Fig.1 - armatūrinio plieno ruošiniai pagal išradimą su trimis išilginėmis eilėmis elipsės formos įspaudų,

Fig.2 - didesnio mastelio įspaudos pjūvio II-II vaizdas,

Fig.3 - išilginė eilė strypo ašies atžvilgiu įstrižai išsidėsčiusių elipsės formos įspaudų, atitinkančių fig.1.

Fig.4 - diagrama, vaizduojanti armatūrinio plieno ruošinių sujungimo savybių palyginimą su žinomo armatūrinio plieno ruošinių su iškilimais sujungimo savybėmis,

Fig.5 - kitokio plieno ruošinio užpildymo pavyzdžio skerspjūvis, atitinkantis fig.2, ir

Fig.6 ir 7 - kitokių armatūrinio plieno ruošinių, atitinkančių fig.2 ir 3, vaizdai.

Fig.1 išklotinėje pavaizduota armatūrinio plieno ruošinio dalis, kurioje parodyta trys eilės (1, 2, 3) įspaudų (4). Išilginės eilės yra tolygiai pasiskirsčiusios aplink strypą. Gretimų išilginių eilių įspaudos yra nutolusios viena kitos atžvilgiu išilgine kryptimi. To nuotolio matmuo, esant trimis išilginėms eilėms, yra lygus vienam trečdaliui atstumo tarp dviejų gretimų vienos eilės įspaudų. Išskyrus įspaudas (4), yra suformuojamas lygus strypo paviršius, t.y. jis atitinka lygų apvalų strypą.

Įspaudos ribos linija, pavaizduota armatūrinio plieno ruošinio fig.1 išklotinėje, sudaryta iš nelygių spindulių apskritimo lankų (6) ir (7), kurie, esant reikalui, išsidėstę simetriškai įspaudos (4) ašies atžvilgiu. Mažesnio spindulio lankai (6) yra simetriški simetrijos ašiai (8), o didesnio spindulio lankai yra simetriški simetrijos ašiai (9). Esant išpildymo pavyzdžiui pagal fig.1, didesnio spindulio lankų (7) simetrijos ašis sudaro  $90^\circ$  kampą su strypo ašimi, t.y. ji yra skersai strypo ašies, o simetrijos ašis (8) yra lygiagrečiai strypo ašiai.

Įspaudų (4) dydis ir atstumas, esant išpildymo pavyzdžiui pagal fig.1, yra tokie:

$$D \approx 0,75 d_s,$$

$$B \approx 0,72 d_s,$$

$$s \approx 0,25 d_s,$$

$$b \approx 0,80 d_s,$$

$$t \approx 0,06 d_s,$$

kur  $d_s$  - strypo nominalinis skersmuo,  $D$  - įspaudos apimtis strypo perimetro kryptimi,  $B$  - įspaudos apimtis išilgine kryptimi, matuojama  $D$  apimties viduryje,  $s$  - atstumas tarp gretimų įspaudų ribos linijų strypo išilgine kryptimi, matuojamas apimties  $D$  viduryje,  $b$  - atstumas tarp gretimų įspaudų ribos linijų strypo skersine kryptimi, ir  $t$  - įspaudos gylis.

Esant šiems užduotiems matmenims, įspaudų bendras plotas sudaro maždaug 40 % viso strypo paviršiaus ploto.

Fig.2 pavaizduotas įspaudos skerspjūvis išilgine strypo kryptimi. Iš figūros matyti, kad įspauda negili, ji įvalcuota strypo paviršiuje pastoviu gyliu  $t$  ir apribota stačiomis

šoninėmis sienelėmis (10). Šoninės sienelės (10) sujungtos su išpaudos dugnu (12) mažo spindulio apvaliu paviršiumi (11).

Dėl skersai išsidėsčiusių strypo ašies atžvilgiu elipsės formos išpaudų, nors jos ir negilios, galima pasiekti pakankamą tarpusavyje sujungtų elementų (plieno detalės ir betono) sąveiką. Armatūrinio plieno ruošinio paviršiaus konfiguracija pagal išradimą turi geresnius parametrus, negu armatūrinio plieno ruošiniai, kurių paviršiuje yra iškilimai, kadangi paviršiuje pagal išradimą galimos vietinės plastiškos armatūros deformacijos, t.y. galimas "plastiškas" sujungimas.

Fig.3 pavaizduota dalis išpaudų eilės kitokio plieno ruošinio, kuris yra kitas išradimo išpildymo variantas. Šiuo atveju išpaudos yra išsidėsčiusios skersai strypo ašies. Kampas, pažymėtas  $\alpha$ , turi būti 60-90° ribose. Kampas  $\alpha = 90^\circ$  atitinka išpildymo variantą pagal fig.1.

Priimant dėmesin minėtąją išpaudų dydžio ir atstumo matavimo taisyklę, reikia atkreipti dėmesį į tai, kad išpaudos apimtis B išilgai strypo matuojama apimtį D viduryje, o tai reiškia, kad matuojama išilgai tos eilės vidurinės linijos. Lygiai taip pat matuojamas ir parametras s, t.y. atstumas tarp gretimų išpaudų ribos linijų išilgine kryptimi.

Aprašyto armatūrinio plieno ruošinio gamybos būdas pagal šį išradimą skiriasi nuo žinomo gamybos būdo tuo, kad visų pirma per pirmąją šalto formavimo operaciją iš valcuotos apvalios vielos išvalcuojamas apvalus plieno strypas, o per kitą šalto formavimo operaciją įvalcuojamos negilios išpaudos. Pirmasis šalto formavimo etapas, kuris gali būti suskirstytas į dvi šalto formavimo operacijas, skirtas armatūrinio plieno ruošiniams sustiprinti. Priklausomai nuo pradinės medžiagos (o tai gali būti valcuota viela 380 iki 420 pagal BSTM kokybės indeksavimą) ruošinio skerspjūvio pasikeitimas būtinai bus nuo 10 iki 20 %, o išskirsčius šalto formavimo stadiją į 2 arba 3 operacijas, šis pasikeitimas gali būti atitinkamai sumažintas. Tuo atveju, kai numatytos trys šalto formavimo operacijos, galima pagaminti pageidautinų matmenų tiksliai apvalų strypą. Daugelyje armatūrinio plieno detalių gamybos šalto formavimo etapų ruošinio skerspjūvis turi būti mažinamas daugiau pirmojoje formavimo operacijoje, negu paskesnėse apvalaus strypo gamybos operacijose.

Kadangi visų pirma apvalios valcuotos vielos skerspjūvis mažinamas šaltu formavimo būdu palaipsniui, tai esant tokiam formavimo būdai, išvengiama maksimalių

įtempimų. Per užbaigiamąją šalto formavimo operaciją, t.y. įvalcuojant negilias išpaudas, skerspjūvis sumažinamas iki 7 %, daugumoje atvejų 5 %; be to, išpaudžiant tik negilias išpaudas, per šalto formavimo operaciją plieno ruošinys yra santykinai tolygiai slegiamas. Tokiu būdu, visas formavimas, įskaitant išpaudų įvalcavimą, vyksta tolygiai ir švelniai dviem arba daugiau pakopų, dėl to, ryšium su armatūrinio plieno ruošinio paviršiaus geometrija, gali būti pasiekti aukšti takumo parametrai Agt ir Rm/Re. Kadangi dėl armatūrinio plieno ruošinio geometrijos pasiekiamas plastiškas sujungimas, tai šie plieno ruošiniai ypatingai tinka gelžbetonio konstrukcijoms, kai reikia pasinaudoti vietinėmis plastiškomis deformacijomis (paslankiais šarnyrais).

Armatūrinio plieno ruošiniai pagal išradimą, pvz., armatūrinė viela, visų pirma numatyta armatūrinėms grotelėms gaminti. Šiems ruošiniams nustatyta minimali takumo riba yra 500 N/mm<sup>2</sup>. Kaip pradinė medžiaga armatūrinio plieno ruošiniams gaminti ypač tinka valcuotos vielos, kurių takumo riba yra nuo 380 iki 420 N/mm<sup>2</sup>, o jų analizės duomenys yra tokie:

anglis: 0,04-0,14 masės %,  
manganas: 0,35-0,70 masės %,  
silicis: 0,20-0,30 masės %.

Toliau aprašomas konkretus išpildymo pavyzdys.

Pagal šio išradimo būdą per pirmąją formavimo operaciją iš lygios valcuotos vielos, kurios skersmuo 8,0 mm, išvalcuota 7,5 mm skersmens apvali viela. Skerspjūvis sumažėjo 11 %.

Valcuotos vielos, panaudotos pradine medžiaga, duomenys tokie:

Nominalus skersmuo: 8,0 mm  
Ovališkumas: nuo 7,85 iki 8,17  
Stiprumas tempimui: 421 N/mm<sup>2</sup>  
Santykinis pailgėjimas (A10): 34 %  
Cheminė sudėtis: C: 0,07; Mn: 0,61; Si: 0,20; P: 0,016; S: 0,037;  
Cu: 0,26; Cr: 0,11; Ni: 0,14; Mo: 0,02; N: 0,009.



Apvalioje išvalcuotoje vieloje per formavimo operaciją buvo įvalcuotos trys lygiagretės eilės įspaudų, kurių gylis 0,6 mm, pagal fig.3. Kampas išilginės ašies atžvilgiu buvo 60°. Vielos įtempimai nebuvo mechaniškai pašalinti. Gauti tokie stiprumo rodikliai:

takumo riba: 508 - 536 N/mm<sup>2</sup>;

stiprumas tempiant 1,07 - 1,10

takumo riba

santykinis pailgėjimas, esant didžiausiai apkrovai (Agt): 4,7 - 7,1 %

Aukščiau nurodytos reikšmės, daug kartų bandant, pasikartodavo nurodytose ribose.

Norint patikrinti pagamintų pagal išradimą plieno ruošinių sujungimo savybes, buvo atlikti ištraukimo iš gelžbetonio konstrukcijos bandymai, t.y. buvo traukiami apatinėje ir viršutinėje konstrukcijos dalyse įtvirtinti bandomieji strypai. Be to, buvo atlikti bandymai traukiant šaltai rifliuotą vielą, kurioje buvo trys išilginės eilės įstrižų iškilimų.

Bandymų parametrai:

Plieno strypų padėtis: įtvirtinti viršuje ir įtvirtinti apačioje;

Betonavimas skersai ašies;

Apsauginis betono sluoksnis: 1,75 . strypo skersmens;

Betono kokybė: B 25.

Fig.4 duotoje diagramoje ženklais I<sub>v</sub> ir I<sub>a</sub> pažymėtas vielos pagal išradimą bandymo rezultatas, kur indeksai v arba a atitinkamai reiškia "įtvirtinta viršuje" ir "įtvirtinta apačioje". Palyginamosios vielos rezultatas pažymėtas ženklais II<sub>v</sub> arba II<sub>a</sub>. Abscisėje atidėtas ištraukimo kelias s, o ordinatėje - gelžbetonio įtempimas.

Kreivių palyginimas rodo, kad nežymių santykinų poslinkių srityje ( $\epsilon < 0,1$ ), t.y. panaudojimo būsenoje, gelžbetonio įtempimai yra įprastinėse išsibarstymo ribose. Maksimalūs poslinkiai, esant didžiausiai apkrovai, kai yra

viela su iškilimais: 0,2 arba 0,35 mm, ir

viela pagal išradimą: 0,3 arba 0,9 mm.

Taigi armatūrinio plieno ruošiniai pagal išradimą eksploatacijoje pasižymi tokiu geru sukibimu, dėl kurio galimi didesni poslinkiai.

Turint omenyje “plastišką” sujungimą, galima pasiekti dar didesnę pagerinimą, jeigu bus numatomos priemonės, kurios leistų realizuoti “defektinį būdą”. Tokios priemonės pavaizduotos fig.5 arba fig.6 ir 7.

Armatūrinio plieno strypė pagal fig.5 (padidintas strypo išilginio pjūvio vaizdas per išpaudos vidurį pavaizduotas fig.2) suformuotos skirtingų gylių  $t_1$  ir  $t_2$  išpaudos. Esant apkrovai, pirmiausia nuglemžiamas gelžbetonio standus sujungimas mažų išpaudų  $t_1$  srityje, o po to nuglemžiamas standus sujungimas didelių išpaudų  $t_2$  srityje. Dėl to padidėja santykinio pailgėjimo reikšmė, o tuo pačiu pasiekiamas plastiškas sujungimas.

Pakopinis “defektinis metodas” taip pat pasiekiamas, esant skirtingoms išpaudų (4) skersinėms apimtims  $D$  (palyg. fig.3), kurios matuojamos statmenai strypo ašiai tarp lygiagrečių ašiai liestinių ir išpaudų ribos linijų.

Be to, toks pat efektas pasiekiamas, kai bent dalis išpaudų turi iškilimus (13) (žiūr. fig.6 ir 7, kurie atitinka fig.2 ir 3). Vietoj iškilimų išpaudų dugne taip pat galėtų būti grioveliai.

### IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Šaltai valcuotas armatūrinio plieno ruošinys, kurio suformuotame maždaug apskritimo formos skerspjuvio plieniniame strype įvalcuotos įspaudos (4), kurios profilyje yra tolygiai išsidėsčiusios 2-6, geriau 3, išilginėmis eilėmis, ir kiekvienos įspaudos ribos linija armatūrinio plieno ruošinio išklotinėje sudaryta iš skirtingų spindulių apskritimo lankų (6,7), kurie įspaudos ašių atžvilgiu išsidėstę simetriškai, besiskiriantis tuo, kad įvalcuotos strypo (5) paviršiuje įspaudos (4) yra apribotos šoninėmis sienelėmis (10), kurios ties ribos linija (6, 7) su ruošinio paviršiaus liestine sudaro  $60^{\circ}$  - $80^{\circ}$  kampą  $\beta$  ir įspaudų (4) gylį lemia maksimalus 7% skerspjuvio sumažėjimas, įvalcuojant įspaudas (4) į apvalaus skerspjuvio plieną.

2. Armatūrinio plieno ruošinys pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad įspaudos (4) ribos linija sudaryta iš dviejų vienas prieš kitą esančių didesnio spindulio apskritimo lankų (7) ir dviejų tarpusavyje susijungiančių, vienas prieš kitą esančių mažesnio spindulio apskritimo lankų (6).

3. Armatūrinio plieno ruošinys pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad didesnio spindulio lankų (7) simetrijos ašis (9) su strypo ašimi sudaro nuo  $60^{\circ}$  iki  $90^{\circ}$  kampą.

4. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-3 punktų, besiskiriantis tuo, kad numatytos trys išilginės eilės (1, 2, 3) įspaudų (4).

5. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-4 punktų, besiskiriantis tuo, kad gretimų išilginių eilių (1/2, 2/3, 3/1) įspaudos (4) viena kitos atžvilgiu perstumtos strypo ašies kryptimi.

6. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-5 punktų, besiskiriantis tuo, kad bendras įspaudų (4) paviršiaus plotas armatūrinio plieno ruošinio išklotinėje yra tarp 20 % ir 50 % viso strypo ploto.

7. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-6 punktų, besiskiriantis tuo, kad įspaudos (4) yra skirtingų gylių ( $t_1$ ,  $t_2$ ) ir/arba įvairaus dydžio skersinių apimčių ( $D$ ), matuojamų statmenai išilginei ašiai tarp liestinių, lygiagrečių išilginei ašiai prie ribos linijos.

8. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-7 punktų, besiskiriantis tuo, kad įspaudų (4) dugne (12) numatyti iškilimai ir/arba grioveliai.

9. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-8 punktų, besiskiriantis tuo, kad strypte esant nuo 2 iki 6 išilginių eilių įspaudų, įspaudų dydis ir atstumas yra tokie:

$$b = (0,15 - 0,45) \cdot d_s,$$

$$D = (1,12 - 1,42) \cdot d_s, \text{ kai } n = 2,$$

$$(0,6 - 0,90) \cdot d_s, \text{ kai } n = 3,$$

$$(0,3 - 0,69) \cdot d_s, \text{ kai } n = 4,$$

$$(0,1 - 0,35) \cdot d_s, \text{ kai } n = 6,$$

$$B = (0,30 - 0,85) \cdot d_s,$$

$$s = (0,1 - 1,5) \cdot d_s,$$

$$t = (0,025 - 0,08) \cdot d_s,$$

kur  $d_s$  - strypo nominalinis skersmuo,

$D$  - įspaudos apimtis strypo perimetro kryptimi, matuojama statmenai išilginei ašiai tarp lygiagrečių ašiai liestinių prie ribos linijos,

$B$  - įspaudos apimtis strypo išilgine kryptimi, matuojama skersinės apimties  $D$  viduryje,

$s$  - atstumas tarp gretimų įspaudų ribos linijų išilgai strypo, matuojamas skersinės apimties  $D$  viduryje,

$b$  - atstumas tarp gretimų eilių įspaudų ribos linijų,

$t$  - įspaudos gylis ir

$n$  - įspaudų išilginių eilių kiekis.

10. Armatūrinio plieno ruošinys pagal 9 punktą, besiskiriantis tuo, kad įspaudų dydis ir atstumas, kai  $n = 3$ , yra tokie:

$$D \approx 0,75 d_s,$$

$$B \approx 0,72 d_s,$$

$$s \approx 0,25 d_s,$$

$$b \approx 0,80 d_s,$$

$$t \approx 0,06 d_s.$$

11. Armatūrinio plieno ruošinys pagal vieną iš 1-10 punktų, besiskiriantis tuo, kad įspaudų dydis ir atstumas yra taip parinkti, kad bortelių plotas  $f_R$  būtų tarp 0,02 ir 0,045.

12. Armatūrinio plieno ruošinys pagal 11punktą, besiskiriantis tuo, kad bortelių plotas  $f_R$  yra tarp 0,02 ir 0,045.

13. Šaltai valcuoto armatūrinio plieno ruošinio pagal punktus 1-12, gamybos būdas, kai pirmoje šalto formavimo operacijoje išvalcuoja apvalaus plieno strypą sumažinant skerspjūvį nuo 8 iki 20% , o paskutinėje šalto formavimo operacijoje įvalcuoja įspaudas (4), kurios ribojamos stačia šonine įspaudos sienele (10) ir išdėstytos profilyje tolygiai po 2-6, geriausiai po 3, išliginėmis eilėmis, besiskiriantis tuo, kad įspaudas įvalcuoja sumažinant skerspjūvį nuo 2 iki 7 % ir kiekvienos įspaudos ribos linija armatūrinio plieno ruošinio išklotinėje sudaroma iš skirtingų spindulių apskritimo lankų, kurie įspaudos ašių atžvilgiu išsidėstę simetriškai.

14. Būdas pagal 15 punktą, besiskiriantis tuo, kad vietoj pirmosios šalto formavimo operacijos numatytos dvi arba trys šalto formavimo operacijos, kurių metu iš valcuotos vielos išvalcuoja apvalaus plieno strypą, sumažinant skerspjūvį daugiausia 20 %.

15. Būdas pagal 13 arba 14 punktą, besiskiriantis tuo, kad valcuotos vielos liejinio analizė turi būti tokia:

C: 0,04-0,14,

Mn: 0,35-0,70,

Si: 0,20-0,30,

bei įprasti legiravimo elementai ir priemaišos, o likusi dalis - geležis.

1/3  
Fig. 1

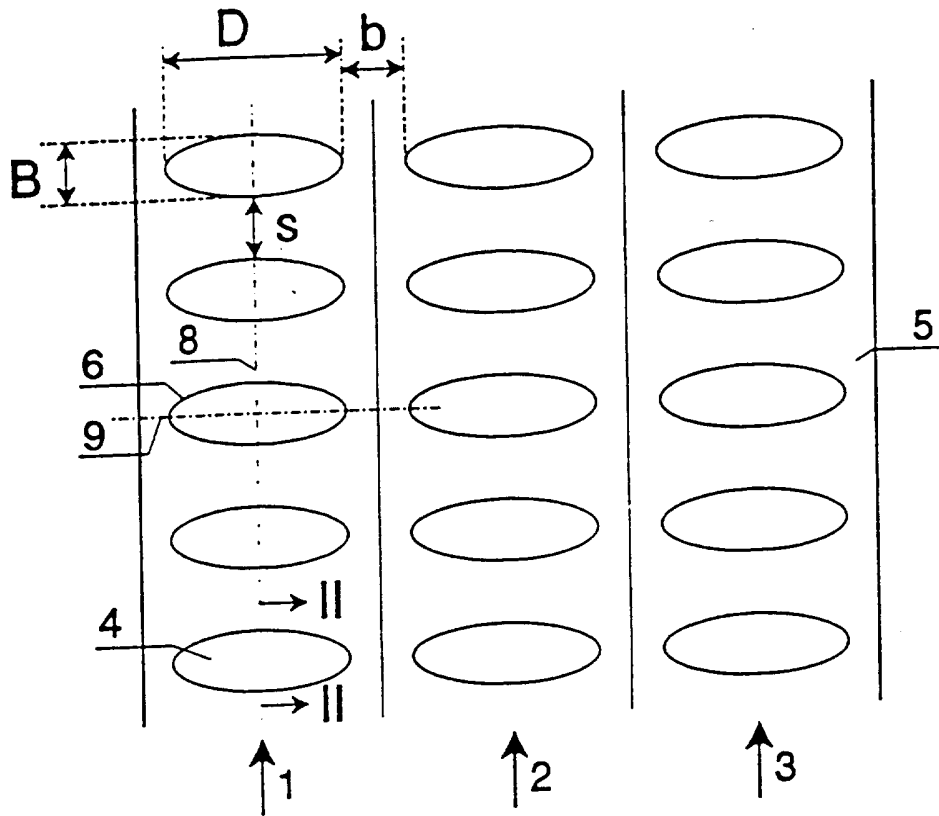


Fig. 2

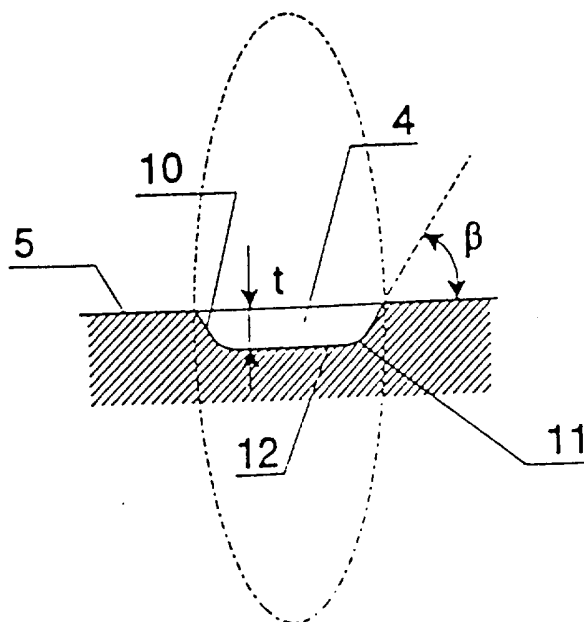


Fig. 3

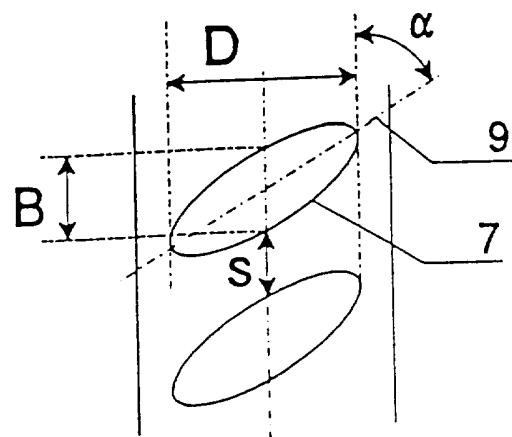


Fig. 4

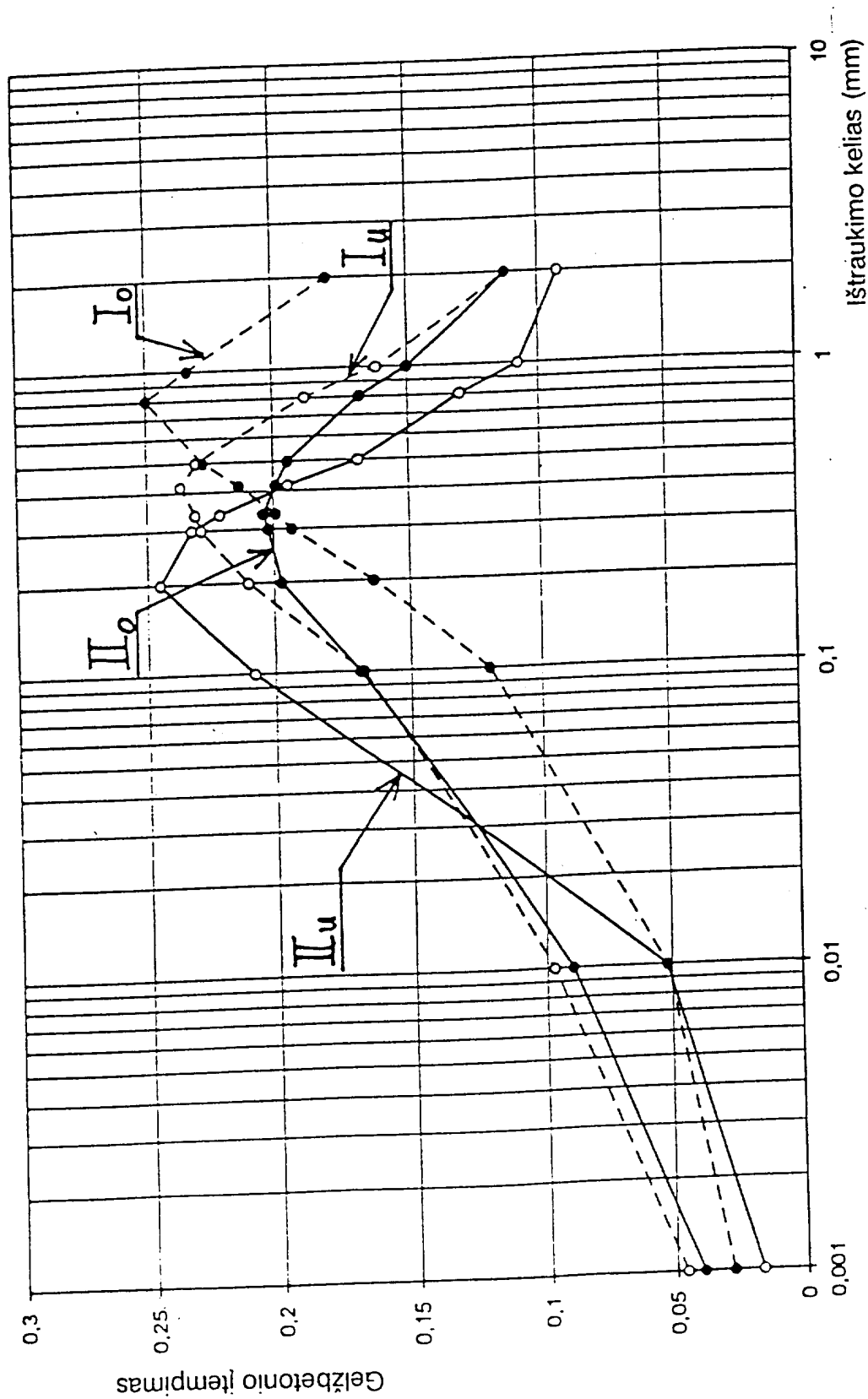


Fig. 5

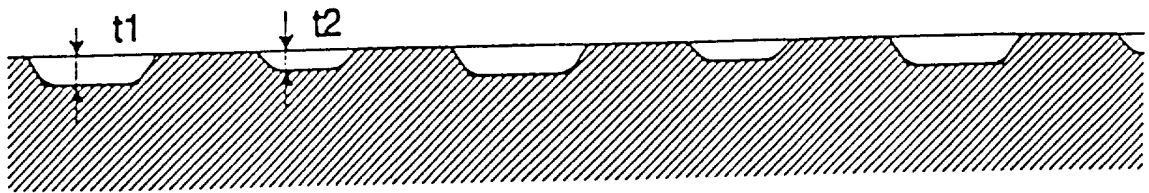


Fig. 6

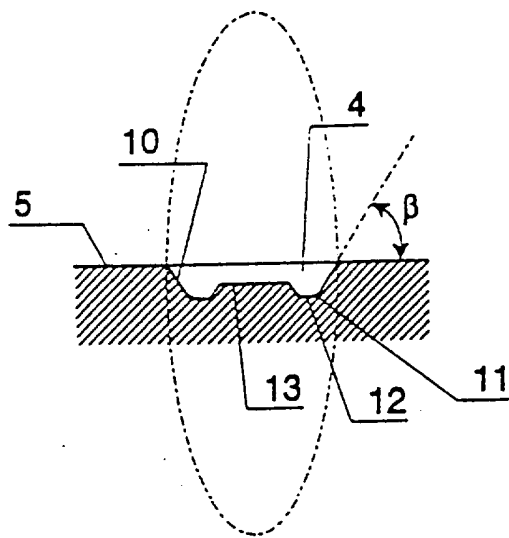


Fig. 7

