



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 60242
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti- ja rekisterihallitus
Patent meddelat

(51) Kv.ik.³/Int.Cl.³ C 22 C 38/60

SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansökning 3695/74
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 19.12.74
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag 19.12.74
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig 29.06.75
(44) Nähtävääksipanon ja kuuljulkaisun pvm. —
Ansökan utlagd och utskriften publicerad 31.08.81
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 28.12.73

Ruotsi-Sverige(SE) 73-17600-0

- (71) SSAB Svenskt Stål AB, Box 16344, 103 26 Stockholm, Ruotsi-Sverige(SE)
(72) Erik Anders Åke Josefsson, Borlänge, Ruotsi-Sverige(SE)
(74) Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab
(54) Valssattua teräsmateriaalia olevat rakenteet ja menetelmä niiden valmistamiseksi - Konstruktioner av valsat stålmaterial och förfarande för deras framställning

Tämä keksintö koskee valssattua teräsmateriaalia olevia rakenteita sekä menetelmää niiden valmistamiseksi, joissa aine saatetaan alttiiksi suurille vetojännitysrasituksille valssaussuunnasta poikkeavissa suunnissa.

Kun terästä valssataan aine saa yleensä eri ominaisuudet valssaussuunnassa (sama kuin pääpitenemissuunta kuumamenetelmässä) ja sitä vastaan kohtisuorassa suunnassa. Tasomaisten tuotteiden ollessa kysymyksessä on myös mahdollista tehdä ero ominaisuuksien välillä valssaussuunnassa ja tasossa joka on kohtisuorassa tätä vasten. Kuviossa 1 havainnollistetaan tämän keksinnön kannalta tärkeitä suuntia.

Niinpä erityisesti sitkeys on huomattavasti pienempi kohtisuorassa valssaussuuntaa vastaan kuin sen suuntaisessa tasossa. Tämä on epäkohta erityisesti tasomaisten tuotteiden kuten levyjen, laattojen tai nauhojen ollessa kysymyksessä, jolloin käytännössä ei aina ole mahdollista ottaa valssaussuunta huomioon. Yleensä pyritään

sijoittamaan aine rakenteessa siten että suurin vetojännityskuormitus vaikuttaa levyn, laatan tai arkin pituussuunnassa. Esimerkiksi rakennettaessa laivoja rungon levyt sijoitetaan pitkittäin. Olisi kuitenkin eduksi esimerkiksi laivoja rakennettaessa jos olisi mahdollista osastottain sijoittaa ainakin osa levyistä laivaan nähden poikittain.

Kaasun, öljyn, veden tai muiden kaasumaisten, nestemäisten tai lietettyjen väliaineiden kuljettamiseksi tarkoitettut putket valmistetaan levyistä tai laatoista niin että niissä on pitkittäinen sauma, ja nauhoista niin että sauma on spiraalimainen ja erityisesti pienemmissä mittakaavoissa ilman saumaa. Näissä tuotteissa sisäinen ylipaine aiheuttaa kuormituksen, jonka suurin komponentti on kehän suuntainen ja kohtisuoraan putken pituussuuntaa vastaan, ts. suunnassa joka poikkeaa valssaus suunnasta. Kehänsuuntaiset rasitukset saattavat aiheuttaa halkeamia putkien pituussuunnassa (tai spiraalimaisesti hitsattujen putkien ollessa kysymyksessä, spiraalimaisesti spiraalisaumaa pitkin) mikäli teräksen lujuus ja sitkeys kehänsuunnassa, joka poikkeaa valssaus suunnasta, ovat riittävän suuret.

Eräs toinen tapaus, jossa aine voi joutua vetojännityskuormituksille alttiiksi valssaus suunnasta poikkeavissa suunnissa, on T-, L- tai risti-saumojen hitseissä tai vastaavissa rakenteissa, esimerkiksi hitsattaessa vahvikkeita laivanrungon pintaa tai muita osia vastaan, tai kun kantokorvakkeita hitsataan säiliöihin ja lukuisissa muissa tapauksissa. Tässä tulisi rakenteen kestää kuormituksia paksuussuunnassa, ts. kohtisuorassa sekä valssaus suuntaa että laatan tai levyn tasoa vastaan.

Poikittaisten rasitusten vaikuttaessa venyvyys on erityisen kriittinen taivutettaessa pienellä kulmasäteellä, taivutus akselin ollessa valssaus suunnan kanssa samansuuntainen. Tällä on suuri merkitys lukuisten rakenteiden ollessa kysymyksessä, jotka on valmistettu muovaamalla laattoja, levyjä tai nauhoja kylmässä tilassa taivuttamalla. Tyypillinen esimerkki on palkkien ja kehysten laipat ja vahvikkeet, jolloin on tietenkin taivutettava myös siten että taivutus akseli on valssaus suunnan suuntainen.

Monissa tapauksissa olisi mahdollista muotoilla rakenne paremmin ja halvemmin jos kohtuullisin kustannuksin olisi mahdollista käyttää laatta- tai levylaatuja, joilla on parempi poikittainen sitkeys kuin nykyisin kaupassa olevilla. Eräs rationaalinen tapa tämän aikaansaamiseksi on tietenkin materiaalin tekeminen enemmän isotrooppiseksi, ts. sitkeyden vähenemiseen vaikuttavien valssaus-

suunnasta poikkeavissa suunnissa esiintyvien syiden poistaminen.

Keksinnön mukaisesti käytetään rakenteiden niissä osissa, jotka saattavat joutua suurille vetojännityskuormituksille alttiiksi valssausuunnasta poikkeavissa suunnissa, sellaista terästä, joka sisältää 0,002 - 0,05 paino-% rikkiä ja 0,002 - 0,009 paino-% + 0,1 kertaa rikkipitoisuusmäärä paino-%:na telluriumia. Tällöin on aivan yllättäen osoittautunut että käyttämällä tällaisia pieniä määriä lisäaineita teräksen ominaisuudet paranevat oleellisesti valssausuunnasta poikkeavissa suunnissa. On ennestään tunnettua että pienet telluriummäärät parantavat teräksen sitkoa valssausuunnassa, mutta tähän mennessä ei kukaan ole havainnut että nämä pienet määrät vaikuttavat ennenkaikkea valssatun teräksen anisotropiaan lujuuden kannalta katsoen.

Tämä valssatun materiaalin anisotropia saattaa ennenkaikkea johtua siitä, että materiaalin heterogeenisuudet pidentyvät valssausuunnassa. Tasomaisissa tuotteissa valssaus tapahtuu lisäksi pääasiassa yhdessä tasossa, josta seuraa että heterogeenisuudet tulevat pidentymään tässä tasossa, josta puolestaan seuraa maksimaalinen vaikutus valssaus-tasoa vastaan kohtisuorissa ominaisuuksissa. Tällaisista heterogeenisuuksista on todettu erityisesti sulfidi-inkluusioiden liittyvän suoraan aineen sitkoon kohtisuorasti valssausuuntaa vastaan. Tämän vuoksi on yritetty vaikuttaa tähän ominaisuuteen alentamalla teräksen rikkipitoisuutta tai vaikuttamalla sulfidi-inkluusioiden ominaisuuksiin. Eräissä tapauksissa on rikki-pitoisuutta alennettu alle 0,005 %, josta seuraa eräitä parannuksia, mutta joka edellyttää erityisen rikkinpoistotoimenpiteen. Tämä alhainen rikkipitoisuus saattaa lisäksi olla eräissä tapauksissa epäedullinen.

On myös lisätty erilaisia rikkiä sitovia metalleja, kuten Zr, Ti, Ca ja harvinaisia maametalleja, joilla metalleilla on suurempi affiniteetti rikkiin kuin mangaanilla karvaten mangaanin sulfidi-inkluusioissa.

Näin muodostuneet sulfidit ovat kovempia kuin mangaanisulfidi, eivätkä deformeidu valssauksen aikana pidennetyiksi inkluusioiksi. Nämä metallit sitovat kuitenkin primäärisesti happea ja typpeä ja niitä on näin ollen käytettävä tietyin ylimäärin vastaten niitä happi- ja vetymääriä joita ei ole tyydyttävästi sidottu esimerkiksi alumiinilla. Koska koko rikkimäärä on sidottava täysin, tulee tarvittava määrä välttämättömästi suureksi, usein 1-2 kg/tonni ja kustannukset näin ollen vastaavasti suuriksi.

Rikkiä vastaavasti tellurium muodostaa verraten pehmeitä yhdis-

teitä mangaanin ja raudan kanssa ja sitä on aikaisemmin käytetty suuremmissa määrissä kuin mitä tässä on ehdotettu teräksen lastaavuuden parantamiseksi. Vaatimuksessa määritellyissä konsentraatioissa ei kuitenkaan muodostu mitään huomattavampia määriä puhdasta telluridiä, vaan tellurium muodostaa sitä vastoin kiinteän liuoksen mangaanisulfidin kanssa, jonka kovuus tällöin paranee ja joka deformaatioituu paljon vähemmässä määrin valssauksessa kuin puhdas mangaanisulfidi. Tällä tavalla poikittainen lujuus paranee huomattavasti. On mitattu sulfidi-inkluusioiden paksuus-pituussuhteet (t/l-suhteet) eri Te-pitoisuuksissa kuumavalssatun levyn 15 mm:n pituusleikkauksessa. Samat inkluusioiden on analysoitu mikrokokeen avulla. On saatu selville, että toisaalta tapahtuu hyvin voimakas t/l-suhteen suureneminen — alkaen $< 0,05$ aina $> 0,35$ — kun inkluusioiden Te-pitoisuus suurenee alkaen $< 1\%$ aina $> 2\%$:iin (katso kuv. 2) ja toisaalta että tämän tyyppisten inkluusioiden suurin mahdollinen Te-pitoisuus, joilla on korkea t/l-suhde on 3 ja 4:n välillä. Koska inkluusioiden S-pitoisuus samanaikaisesti oli noin 35%, voidaan päätellä että tarvittava Te-pitoisuus tulee olemaan 0,06 - 0,1 kertaa rikki-pitoisuus halutun vaikutuksen aikaansaamiseksi. (Kuviossa 2 on piirretty pystysuora pistekatkoviiva noin 1,8% Te-pitoisuuden kohdalla, joka jakaa kaaviokuvan matalasuhde- ja korkeasuhdealueeseen (t/l)). Tämän lisäksi on perusmäärä Te:tä, joka on suhteellisen riippumaton rikki-pitoisuudesta ja vastaa liukenevuutta (rakeiden faasiin välinen adsorptio mukaanluettuna) metallifaasiin, josta sulfidi-inkluusioiden on saostettu. Tämä määrä vaihtelee todennäköisesti riippuen jäännösanalyyysistä ja jähmettymisolosuhteista, mutta näyttää olevan 0,002 ja 0,009 %:n välillä. Teräksen optimaalisena Te-pitoisuutena voidaan siis pitää $[0,002 \text{ à } 0,009\% + (0,06 \text{ à } 0,1) \times \text{rikkipitoisuus}]$. Kun tämä pitoisuus ylitetään tulee syntymään progressiivisesti suureneva määrä faasia, jonka Te-pitoisuus on suurempi ja joka faasi, verrattuna sulfidiin jonka Te-pitoisuus on noin 3%, on helposti muokattavissa korkeassa työstölämpötilassa ja vaikuttaa siten keksinnön tarkoituksella vastaan.

Kuten edellä on selostettu vaikuttaa Te myös sulfideihin sellaisissa teräksissä, joiden happipitoisuus on suhteellisen suuri. Tässä suhteessa se eroaa esimerkiksi Ce:stä ja muista harvinaisista maametalleista. Korkea happipitoisuus voi kuitenkin sinänsä johtaa alhaiseen venyvyyteen poikittais- ja paksuussuunnissa, nimittäin jos sitä esiintyy helposti valssattavina silkaatteina. Kokeessa, jossa verrattiin Te-sisältäviä ja Te-vapaita materiaaleja, joiden perusanalyysi oli sama, on todettu että kun pääasiassa Mn-silikaat-

teina esiintyvä happipitoisuus oli 300 ppm, oli aluekutistuminen vetojännityskokeessa vain 10% paksuussuunnassa, riippumatta siitä oliko Te:tä lisätty tai ei. Kun happipitoisuutta ja siten pitkänomaisten silikaatti-inkluusioiden määrää pienennettiin, tuli ero Te-sisältävien ja Te-vapaiden materiaalien välillä yhä ilmeisemmäksi ja kun tämä happipitoisuus oli alle 100 ppm, olivat kutistumisarvot keskimäärin noin 40% korkeammat kuin Te:llä käsitellyissä materiaaleissa, kun ne taas Te-vapaan materiaalin kohdalla olivat edelleen 10 ja 15%:n välillä. Tässä tapauksessa oli rikki-pitoisuus 0,020%.

Sen lisäksi että tellurium kykenee tekemään mangaanisulfidit vastustuskykyisemmiksi muokkaamista vastaan kuumavalssattaessa, on sillä myös merkittävä vaikutus siihen miten ne esiintyvät rakenteessa. Teräksessä, jossa happi on hyvin poistettu – mikä edellisen kappaleen mukaan on perusedellytys hyvien ominaisuuksien saamiseksi poikittaissuunnassa ja paksuussuunnassa – ovat sulfidit tavallisesti saostetut ryhmittäin tai riveittäin jähmettyneen rakenteen rakeiden faasien välisissä kulmissa ja faasien rajapinnoissa (kts. kuv. 3a). Riippumatta siitä litistytvätkö erilliset sulfidihiukkaset valssauksen aikana tai ei, johtaa tällaisten sulfidien esiintyminen pitkänomaisten vyöhykkeiden syntymiseen valssatussa materiaalissa valssausastiossa, joka vastaa rakeiden faasirajapintoja, jolloin sulfidihiukkasia esiintyy runsaasti. Nämä hiukkaset muodostavat tällöin heikkoja alueita, joilla on samanlainen heikentävä vaikutus kuin erillisillä litteillä sulfideilla. Te-lisäyksen ansiosta sulfidit saostuvat sitävästoin tasaisesti jakautuneina jähmettymisen aikana (kuv. 3b, jossa ne ovat melkein näkymättömät) siten, ettei näitä sulfidi-rikasteita muodostu, rakeiden faasirajapinnoissa, eikä myöskään niiden aiheuttamia heikentäviä alueita. Merkittävä osa ominaisuuksien paranemisesta näyttäisi johtuvan tästä seikasta.

Kuten edellä mainitusta selvästi ilmenee johtuu parantunut poikittainen venyvyys tai sitkeys kokonaan telluriumin vaikutuksesta sulfidikuonan muotoon ja vaikutus on täten periaatteessa – jolloin ei oteta huomioon toisarvoisia vaikutuksia, kuten esimerkiksi hapen vaikutusta edellisen mukaan – riippumaton teräksen muusta koostumuksesta. Keksintö koskee siis kaikenlaisia teräksiä, seostamattomia ja vähän seostettuja teräksiä, joita tavallisesti käytetään kuten tämän selostuksen johdannossa on esitetty, so. käytännössä seuraavissa rajoissa (numerot koskevat paino-%): 0,01 – 0,35% C, aina 1,0%:iin Si, 0,3 – 5% Mn, aina 3%:iin Cr, aina 10%:iin Ni, aina 1,0%:iin Mo, aina 0,15%:iin Nb, aina 0,15%:iin V, aina 0,6%:iin

Cu, 0,005 - 0,1%:a Al, aina 0,030%:iin N, aina 0,006%:iin B sekä normaaliprosenttimäärä epäpuhtauksia.

Tässä selostuksessa termi "valssattu teräsmateriaali" tarkoittaa kaikenlaisia materiaaleja, jotka syntyvät litistystoiminnasta, kuten valssauksesta. Tämäntapaisia tavallisia materiaaleja ovat tavanomaisimmat: pelti, levy ja liuska. Keksintö ei mitenkään rajoitu johonkin erikoistyyppiseen valssattuun teräsmateriaaliin vaan käsittää minkä tyyppisen valssatun aineen tahansa.

Keksintöä selostetaan edelleen seuraavien esimerkkien avulla.

Esimerkki 1.

Seuraava taulukko 1 esittää tuloksena Charpy V-kokeesta (30 kpm heiluri) hauraan välimuodon lämpötilan (kriteriona 50% kristallien rikkoutuminen) ja iskutyön tässä lämpötilassa kahdelle terästyypille, joissa Te-pitoisuutta on vaihdeltu. Lisäksi taulukko ilmaisee iskutyön arvon täydellisessä sitkomurtumassa (vE_{100}) poikittaishäviökokeessa ($\perp$) ja saman arvon pituuskokeessa ($\parallel$). Teräs on valssattu laattaraudaksi, jonka paksuus on 15 mm ja se on koestettu valssaus-suunnassa ($\parallel$) ja kohtisuoraan tätä vastaan ($\perp$) valssauksitasossa. Kaikki teräkset on normalisoitu kahdesti.

Taulukko 1

Koe	Analyysi								
	C	Mn	Si	P	S	N	V	Te	Al-leuk
A	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003	-	0	0,038
B	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003	-	0,004	0,028
C	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003		0,012	0,031
D	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,013	0,11	-	0,002
E	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,010	0,11	0,004	0,013
F	0,12	1,5	0,40	0,020	0,014	0,011	0,11	0,005	0,003
G	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,013	0,11	0,007	0,007

jatkuu

Koe	Hauraan väli- vaiheen lämpöt. °C		Iskutyö °C		$vE_{100} \perp /$ $vE_{100} \parallel$
	$\parallel$	$\perp$	$\parallel$	$\perp$	
A	-30	+30	16	8	0,57
B	0,50	- 5	16	17	0,82
C	-60	- 5	17	14	0,83
D	-60	-30	15	8	0,49
E	-80	-30	15	12	0,60
F	-50	-30	15	10	0,67
G	-70	-50	17	12	0,71

Taulukosta ilmenee selvästi että erityisesti poikittaissuunnan sitkeys nousee huomattavasti lisättäessä telluriumia mainittujen rajojen puitteissa. Seurauksena tästä nousee suhde $vE_{100} \perp / vE_{100} =$ merkittävästi, mikä merkitsee että anisotropia sitkeyden suhteen pienenee. On myös ilmeistä, että telluriumilla näin pieninä määrinä käytettynä on pieniä hiukkasia muodostava vaikutus, varsinkin teräksien A-B-C suhteen, joissa A1N:n pienhiukkasvaikutus on pieni ottaen huomioon alhaisen typpipitoisuuden. Myös terästen D-G suhteen, jotka on pienhiukkaskäsitelty vanadiumilla ja typellä, johtaa telluriumin lisäys suurempaan sitkoon poikittaissuunnassa.

Esimerkki 2

Valssaamalla litistettyjä sulfidi-inkluusioita pidetään tavallisesti murtumien aiheuttajana paksussa levyssä sen joutuessa alttiiksi vetojännitysrasitukselle kohtisuoraan valssaustasoa vastaan, jota nimitetään "lamellirepeämiseksi". Että telluriumin lisääminen tehokkaasti vastustaa tällaista rikkoutumista ilmenee seuraavista kokeista:

Panoksesta, jonka perusanalyysi oli C = 0,17, Si = 0,42, Mn = 1,30, P = 0,024, S = 0,026 valmistettiin harkko, johon oli lisätty 0,007% Te:a. Harkko valssattiin paksuudeltaan 15 mm:n levyksi ja sitä verrattiin samasta panoksesta saadusta harkosta samalla tavalla valssattuun levyyn, mutta jossa ei ollut Te:a, ja koe suoritettiin siten, että vetojännityskuormitus oli kohtisuorassa valssaussuuntaa vastaan. Siitä harkosta, johon ei oltu lisätty Te:a, saadun levyn maksimaalinen murtolujuus oli 42 - 53 kp/mm², sen murtuessa selvästi lamellaarisesti, kun taas Te:a sisältävän materiaalin murtolujuus oli 60 - 61 kp/mm², so suurelta osalta sama kun koestettaessa valssaussuunnan suunnassa. Te-pitoisen materiaalin murtumispinnassa ei ollut ollenkaan tai siinä oli vain hyvin vähän kerrostumista.

Esimerkki 3

Kolmesta erilaisesta paksuudeltaan 25 mm:n levystä samasta panoksesta valmistettiin ristiin hitsatut liitokset, so. vetojännityslevy hitsattiin kiinni jokaisen koelevyn kumpaankin sivuun ja kohtisuoraan tämän hitsauspintaa vastaan siten, että koelevy oli koko paksuudeltaan hitsattu kahden vetojännityslevyn väliin. Kaksi koelevyä oli valssattu harkoista, joiden analysoitu Te lisäys oli 0,011%, mutta kolmanteen ei tällaista lisäystä oltu tehty. Muilta osin oli teräksen analyysi seuraava:

C	Si	Mn	P	S	N	Al	
0,13	0,25	1,2	0,010	0,015	0,011	0,04	%

Sekamateriaaleista leikattiin koesauvat, joiden poikkipinta oli 15 x 30 mm, ja tangon pitkittäislujuutta oli kohtisuorassa koelevyn valssauspintaa vastaan. Kaikkiaan valmistettiin 32 sauvaa Te-pitoisista levyistä. Kaikissa tapauksissa saatiin murtolujuusarvot 48,2 ja 55,6 kp/mm²:n välillä. Te-vapaasta levystä valmistettiin 18 samalaista suvaa. Näiden kohdalla saatiin 15 tapauksessa murtolujuusarvot 48,2 ja 55,4 kp/mm²:n välillä, kun taas 3 tapauksessa arvot olivat huomattavasti alemmat, nimittäin 16,9, 23,3 ja 31,8. Ilmeisesti katkeamisen vaara korostuu Te-vapaassa materiaaalissa suhteellisen alhaisilla kuormilla, so. alle kolmanneksen materiaalinmääräisestä keskilujuudesta, kun taas vastaavaa vaaraa ei ole olemassa Te-pitoisissa materiaaalissa. Tulokset on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2 - Lujuus ja kutistuminen paksuussuunnassa 25 mm:n levyissä joihin on lisätty Te:a tai ei.

Koe-sarja No.	Sauva No.	Harkko 1 0,011 % Te		Harkko 2 0 % Te		Harkko 3 0,011 % Te	
		Murto-lujuus kp/mm ²	Kutis-tuminen %	Murto-lujuus kp/mm ²	Kutis-tuminen %	Murto-lujuus kp/mm ²	Kutis-tuminen %
1	1	55,2	30	54,2	19	55,6	20
	2	55,6	29	48,2	18	54,5	20
	3	50,6	15	50,0	13	53,8	23
	4	54,7	26	53,4	18	54,7	31
	5	51,2	21	53,4	18	51,8	43
	6	51,3	20	52,8	19	54,3	27
	7			49,9	11	53,8	22
	8			23,3	(<10)	53,8	23
	9			54,2	19	54,2	27
2	1	54,4	20	53,2	11	54,2	15
	2	56,5	27	31,8	(<10)	54,8	17
	3	56,5	38	53,6	23	55,4	20
	4	56,3	27	16,9	(<10)	55,4	26
	5	49,2	28	52,5	13	55,1	31
	6	56,6	16	53,4	16	48,2	14
	7	56,3	24	54,2	19	55,4	12
	8	54,5	19	54,4	13	55,6	22
	9			50,6	15	54,0	17

Esimerkki 4

Putkiteräs valmistettiin panoksesta, jonka perusanalyysi oli:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Nb	
0,13	0,46	1,56	0,012	0,022	0,15	0,041	0,035	%

Panos valettiin jatkutoimisessa valukoneessa, ja osaan panoksesta lisättiin Te:a 100g/tonni, jolloin analysoitu Te-pitoisuus oli 0,006%. Materiaalia otettiin tästä osasta ja valssattiin 16 mm:n levyksi ja sitä verrattiin vastaavaan levyyn panoksen loppuosasta, so. iskusitkeyden suhteen Charpy-V kokeen avulla sekä pituus- että poikittaissuunnassa, jolloin saatiin seuraavat tulokset iskutyöstä 100% sitkomurtumisessa vE_{100} .

Taulukko 3

	vE_{100} poikittain	kpms pitkittäin	suhde $\frac{vE_{100} \text{ poikittain}}{vE_{100} \text{ pitkittäin}}$
Materiaali vertaus- kappaleesta 1 (ennen koekappaletta)	5,0	16,5	0,30
Materiaali koe- kappaleesta Te-pitoisuus 0,006%	12,7	20,0	0,64
Materiaali koe- kappaleesta 2 (koe- kappaleen jälkeen)	5,0	13,4	0,37

Tästä ilmenee, että putket, jotka on valmistettu valssatusta teräksestä, pituussuunnassa hitsaamalla, ovat huomattavasti venyvämpiä suurimman kuorman suunnassa (kehän suunnassa), jos ne valmistetaan Te-pitoisesta materiaalista. Koska viimeksimainitun aineen suhde vE_{100} poikittaissuunnassa / vE_{100} pituussuunnassa on huomattavasti suurempi, merkitsee tulos myös että Te-pitoista materiaalia käytetään huomattavasti tehokkaammalla tavalla hyväksi kuin ei Te-pitoista.

Esimerkki 5

Samalla tavalla kuin esimerkissä 4 lisättiin telluriumia osaan suuresta panoksesta.

Analyysi (ilman telluriumia)

C	Si	Mn	P	S	N	Al	
0,12	0,30	1,22	0,012	0,015	0,005	0,061	%

Kun se oli valssattu 25 mm:n levyksi tarkastettiin kahta levyä, joihin oli lisätty telluriumia (analysoitu pitoisuus 0,007%). Iskusitkoarvot täydellisesti sitkomurtuessa, vE_{100} , olivat:

Taulukko 4

	vE_{100} poikittain kpms	vE_{100} pitkit- tään kpms	vE_{100} poikittain
			vE_{100} pitkittäin
Vertauslevy 1	11,3	24,2	0,47
Te-pitoinen levy 1 0,007% Te	19,5	24,6	0,79
Te-pitoinen levy 2 0,007% Te	17,2	26,1	0,69
Vertauslevy 2	11,5	24,7	0,47

Esimerkki 6

Samasta panoksesta, jonka analyysi oli:

C	Si	Mn	P	S	N	Al-liuk.	
0,12	0,29	1,26	0,012	0,019	0,010	0,045	%

valmistettiin harkkoja. Toiseen lisättiin telluriumia pitoisuuteen 0,009%, kun taas toinen toimi vertausharkkona. Harkoista valssattiin paksuudeltaan 10 mm:n levyt ja ne normalisoitiin 910°C:n lämpötilassa. Molemmille levyille suoritettiin taivutuskokeita, jolloin taivutusakseli oli valssaussuunnassa. Te-pitoista levyä voitiin ilman halkeamien muodostumista taivuttaa 3 mm:n reunasäteellä, kun taas Te-vapaaseen vertausmateriaaliin ilmestyi syviä halkeamia taivutetun osan ulkoreunaa pitkin reunasäteeseen jo ollessa 7mm.

Esimerkki 7

Esimerkkien 4 ja 5 mukaisia teräksiä on tarkastettu lujuuden (murtolujuuden) ja venyvyyden (kutistumisen) suhteen vetojännityskokeiden avulla paksuussuunnassa (kohtisuoraan valssaustasoa vastaan), jolloin saatiin seuraavat tulokset:

Taulukko 5

<u>Esimerkin 4 teräs</u>	Murtolujuus kp/mm ²		Kutistuminen
	σ B' keski- arvo	alin arvo	ψ % keskiarvo
Levy vertauskappaleesta 1 (ennen koekappaleetta)	56,3	49,4	22
Levy koekappaleesta, Te-pitoisuus 0,006%	58,4	57,8	48
Levy vertauskappaleesta 2 (koekappaleen jälkeen)	53,6	49,3	11
<u>Esimerkin 5 teräs</u>			
Levy vertauskappaleesta 1	47,6	43,2	42
Levy koekappaleesta Te-pitoisuus 0,007%	47,9	46,3	63

Tästä ilmenee, että esimerkkien 4 ja 5 mukaisten Te-pitoisten terästen lujuusominaisuudet ovat huomattavasti paremmat myös paksuussuunnassa kuin niitä vastaavilla vertausteräksillä, varsinkin kutistumisen suhteen. Viimeksimainittu ominaisuus on erityisen tärkeä, koska empiirisistä tuloksista on saatu selville että suurella kutistumisella on tietty yhteys sopivuuteen tiettyihin rakenteisiin, joita kuormitetaan niiden paksuuden suunnassa.

Keksintö on sovellettavissa useisiin valssattuihin teräksiin, sekä lujuudeltaan alhaisiin että korkeisiin teräksiin. Se on todettu erityisen edulliseksi laadullisesti hyvässä, hitsattavassa rakennusteräksessä, jonka rikkipitoisuus on 0,002 - 0,03%.

Patenttivaatimus:

Menettelytapa valssattua teräsmateriaalia olevien rakenteiden valmistuksessa, t u n n e t t u siitä, että rakenteen sellaisissa osissa, joissa arvioitu vetojännityskomponentti jossain suunnassa, joka on kohtisuorassa materiaalin valssaussuuntaa vastaan, on sama tai suurempi kuin arvioitu vetojännityskomponentti valssaussuunnassa tai joissa arvioitu vetojännityskomponentti kohtisuorassa valssaustasoa vastaan on suurempi kuin 20 % suurimmasta sallitusta veto-kuormituksesta valssaussuunnassa, käytetään terästä, joka sisältää noin 0,002-0,05 paino-% rikkiä ja noin 0,002-0,009 paino-% + noin 0,1 x rikkipitoisuusmäärä paino-%:ssa telluuria, ja jolloin siliikaattina sidottu happimäärä on pienempi kuin 300 ppm.

Patentkrav:

Sätt vid framställning av konstruktioner av valsat stålmaterial, k ä n n e t e c k n a t därav, att för delar där den beräknade dragspänningskomponenten i någon riktning vinkelrätt mot valsningsriktningen är lika stora som eller större än den beräknade dragspänningskomponenten i valsningsriktningen eller där den beräknade dragpåkänningen vinkelrätt mot valsplanet är större än 20 % av den högsta tillåtna dragpåkänningen i valsriktningen användes stål innehållande 0,002-0,05 viktprocent svavel och tellur i en mängd av 0,002 till 0,009 viktprocent + 0,1 gånger svavelhalten i viktprocent, varvid halten av silikatbundet syre skall vara mindre än 300 ppm.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 2 009 713, 2 236 716, 2 258 604.

Fig. I

Suuntien määritelmät

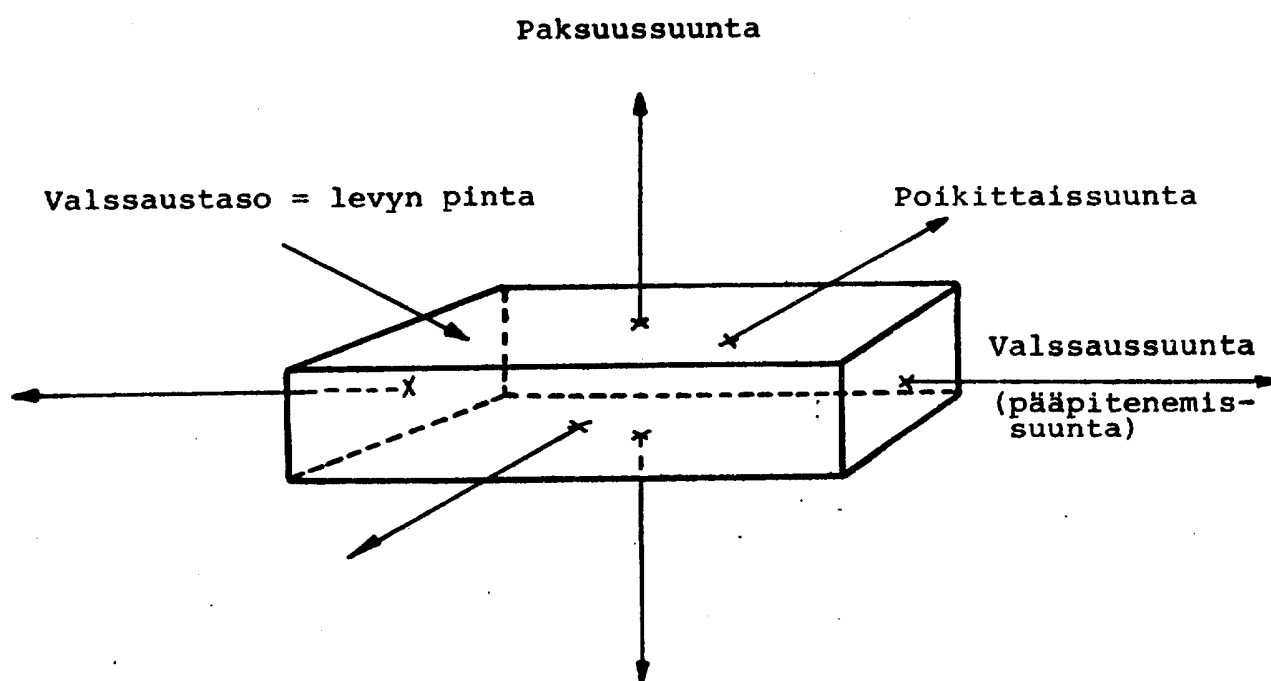


Fig. 2

Mangaanisulfidien paksuus-pituus-suhteet
(mitattuna 15 mm:n kuumavalssatun levyn pituus-
leikkauksen mikrokuvasta) niiden Te-pitoisuuksien
funktiona mikrokoe-analyysin perusteella.

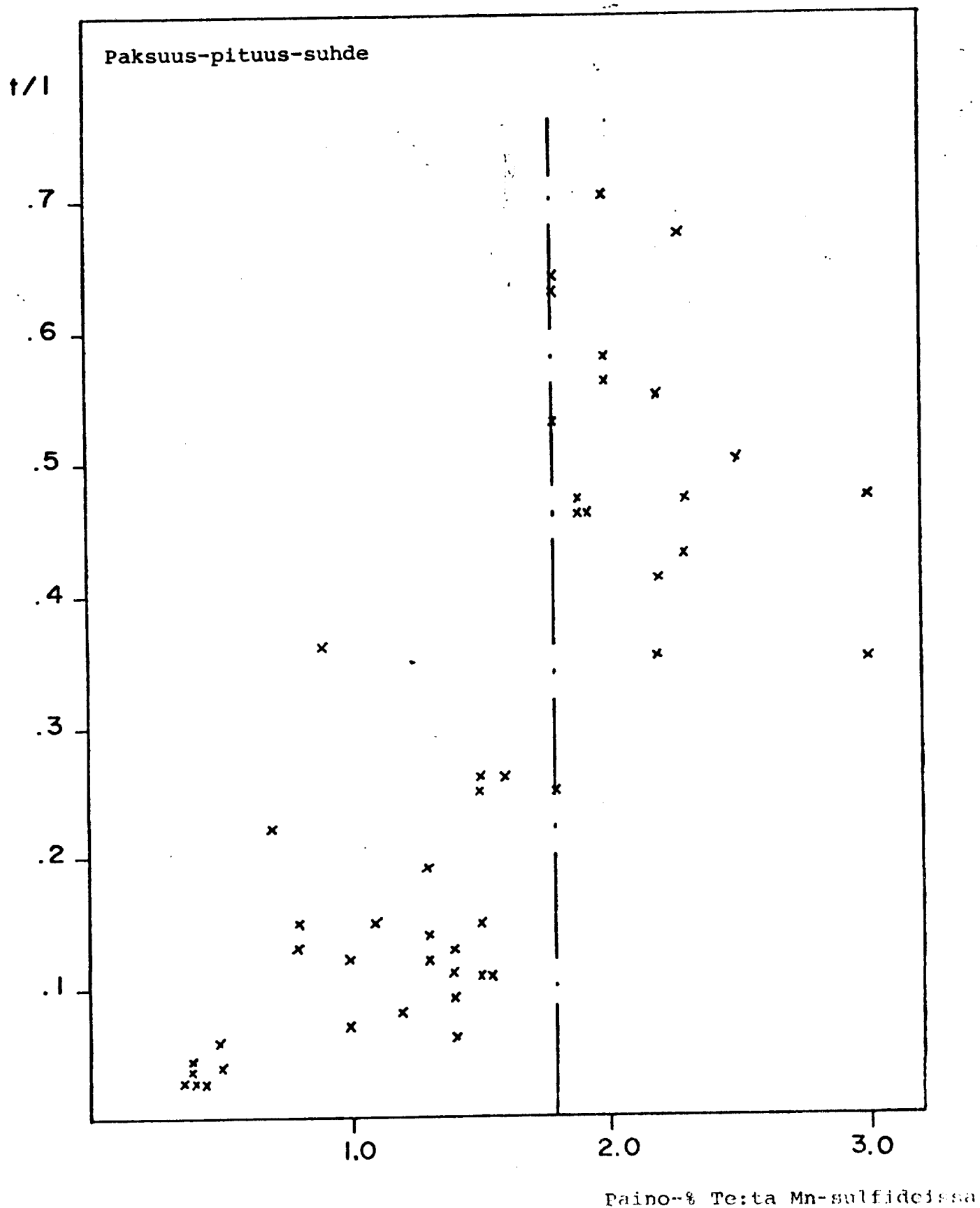


Fig.3

Jatkutoimisesti valettujen teräskoekappaleiden sulfidit,
joiden analyysi on:

C	Si	Mn	P	S	Al	N
0,12	0,30	1,22	0,012	0,015	0,06	0,005

Kuvan suurennus: 200 x

a) Ilman Te:tä
VX 3112



b) 0,007 % Te:tä
VX 3115

