



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8702050

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor de vervaardiging van bandvormig vervormingsstaal met goede mechanische en oppervlakte-eigenschappen.**
- ⑤1 Int.Cl⁴.: B21B 1/46.
- ⑦1 Aanvrager: Hoogovens Groep B.V. te IJmuiden.
- ⑦4 Gem.: Ir. B. Zuidema c.s.
Hoogovens Groep B.V.
Postbus 10000
1970 CA IJmuiden.

②1 Aanvraag Nr. 8702050.

②2 Ingediend 1 september 1987.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 3 april 1989.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

WERKWIJZE EN INRICHTING VOOR DE VERVAARDIGING VAN BANDVORMIG
VERVORMINGSSTAAL MET GOEDE MECHANISCHE EN OPPERVLAKTE-EIGENSCHAPPEN

Door aanvraagster wordt als uitvinder genoemd:

Dr. Huibert Willem DEN HARTOG te NOORDWIJKERHOUT

Ir. Eric Bernard VAN PERLSTEIN te BEVERWIJK

De uitvinding heeft allereerst betrekking op een werkwijze
voor de vervaardiging van bandvormig vervormingsstaal met goede
mechanische en oppervlakte-eigenschappen en met een dikte tussen
0,5 en 1,5 mm. Onder een produkt met goede mechanische en opper-
5 vlakte-eigenschappen wordt hier verstaan een produkt dat geschikt
is voor toepassing in uitwendige delen van automobielconstructies.
Tevens heeft de uitvinding betrekking op een inrichting voor het
uitvoeren van deze werkwijze.

Bij de produktie van dunne staalband wordt als regel uitgegaan
10 van dikke staalplakken met een dikte van tussen 150 en 300 mm,
welke na opgewarmd en gehomogeniseerd te zijn op een temperatuur
tussen 1000°C en 1250°C worden voorgewalst tot een tussenplak ter
dikte van circa 35 mm, welke vervolgens door een uit meerdere wals-
tuigen bestaande warmband-eindwalsgroep wordt gereduceerd tot een
15 dikte van tussen 2,5 en 4 mm. Verdere reductie tot een band met een
dikte van tussen 0,75 en 2 mm vindt dan plaats in een zogenaamde
koudwalsinstallatie. De voorgebeitste band wordt daarbij koud
gereduceerd door een aantal samenwerkende walstuigen onder toevoer
van een koelend smeermiddel. Werkwijzen zijn voorgesteld waarbij
20 dunnere plakken worden gegoten, welke na verwarmd en gehomogeni-
seerd te zijn direct aan een warmband-eindwalsgroep worden toe-
gevoerd.

Al dergelijke bekende en eerder voorgestelde walsprocessen
zijn ontworpen voor een discontinu walsbedrijf. Het gieten van
25 plakken, het warmwalsen van plakken en het koudwalsen van banden
geschiedt in verschillende installaties, welke slechts gedurende

8702050

een deel van de beschikbare machinetijd effectief worden gebruikt. Als gevolg van het discontinue walsbedrijf is het ook noodzakelijk voor het bedrijven van de installaties rekening te houden met het invoeren en uitlopen van iedere plak en met temperatuursverschillen welke kunnen optreden tussen de kop en de staart van iedere plak. Dit leidt tot ingewikkelde en kostbare voorzieningen.

Bij het gieten van plakken met een dikte van circa 250 mm moet de gietmachine worden gedimensioneerd op het gewicht van de in de machine aanwezige hoeveelheid staal. Gebleken is dat een gietmachine welke zeer veel dunnere plakken giet meer dan evenredig lichter en ook goedkoper kan worden geconstrueerd.

Opgemerkt wordt dat in Europees octrooischrift EP-A-0194118 een werkwijze is beschreven waarmee een staalband met goede eigenschappen kan worden geproduceerd door het af te walsen bij een temperatuur tussen 300°C en 800°C in een conventionele 6-stands warmband-eindwalsgroep. Omdat dit afwalsen plaatsvindt in een tweefasen gebied waarin austenitisch en ferritisch materiaal naast elkaar voorkomen, is gebleken dat acceptabele zogenaamde r-waarden slechts bereikbaar zijn indien met een zeer hoge vervormingssnelheid wordt gewalst. Deze vervormingssnelheid, uitgedrukt in relatieve verlenging per seconde, moet daarbij tenminste 300 per seconde bedragen. Als gevolg daarvan is het niet denkbaar om het walsproces en het gietproces aan elkaar te koppelen.

Doel van de onderhavige uitvinding is het om een werkwijze te verschaffen waarbij in één aansluiting van elkaar opvolgende processtappen vloeibaar staal tot een eindprodukt kan worden gevormd, onder vermindering van de hierboven genoemde bezwaren. De uitvinding bestaat daarin dat de nieuwe werkwijze is gekenmerkt door het continu op elkaar aansluiten van de volgende processtappen:

- a. vloeibaar staal wordt via een continu gietmachine gevormd tot een plak met een dikte van minder dan 100 mm;
- b. de gevormde plak wordt in het austenitische gebied beneden een temperatuur van 1100°C warm uitgewalst tot een dikte van tussen 2 en 5 mm;
- c. de gewalste band wordt gekoeld tot een temperatuur tussen 300°C en de temperatuur T_c waarbij tenminste 75% van het materiaal in ferriet is omgezet;

8702050

d. de gekoelde band wordt verder uitgewalst met een diktereductie van tenminste 30%;

e. de band wordt ten behoeve van een versnelde veroudering op een temperatuur van tussen 300°C en 450°C gehouden en aansluitend gewikkeld.

De temperatuur T_t in °C waarbij bij afkoeling 75% van het austeniet in ferriet is omgezet heeft een bekende relatie met het koolstofpercentage in het staal, en wel $T_t = 910 - 890.(%)$.

Doordat al de genoemde processtappen op elkaar aansluiten kan continu worden geproduceerd zo lang een serie-gieting kan duren. Gedurende deze hele periode verkeert het materiaal in de gehele installatie onder dezelfde omstandigheden, zodat de gehele installatie op één enkele homogene bedrijfsvoering kan worden gestuurd. Daarbij zijn alle elementen van de installatie continu in bedrijf zodat een optimale beschikbaarheid wordt gekregen. Zelfs met een lagere produktiesnelheid per element dan welke in de staalindustrie als technisch mogelijk is gerealiseerd, wordt hierdoor toch een zeer aanvaardbare produktiesnelheid verkregen.

Van groot belang is verder dat dunne plakken worden gegoten waardoor met name de gietinstallatie tot enkele tientallen malen lichter en goedkoper kan worden uitgevoerd dan mogelijk is bij plakkengietmachines voor plakdiktes met circa 250 mm.

Opgemerkt wordt dat de nieuwe werkwijze zo consequent mogelijk het walsen in het austenitische gebied en in het ferritische gebied scheidt door een tussenkoeling, waardoor zogenaamd twee-fasen walsen wordt vermeden. Hierdoor is het mogelijk goede mechanische en oppervlakte-eigenschappen te realiseren onafhankelijk van de vervormingssnelheid. De vervormingssnelheid kan zodoende worden aangepast aan de beschikbare gietsnelheid, en wals- en gietbewerkingen kunnen hierdoor zonder bezwaar tot één proces worden gekoppeld.

Gebleken is dat de nieuwe werkwijze mogelijkheden opent om in één continu proces uit vloeibaar staal een dieptrekbaar bandstaal met een einddikte van tussen 0,5 en 1,5 mm te produceren. Het is duidelijk dat een dergelijk continu proces tot een aanzienlijke besparing op produktiekosten kan leiden door een goede beheersbaarheid van de procesparameters en verder doordat het materiaalrendement tot vrijwel 100% kan verhoogd worden. Dit zal duidelijk zijn indien wordt bedacht dat bij bestaande discontinue processen

8702050

wordt uitgegaan van staalplakken welke maximaal een gewicht van circa 25 ton kunnen hebben. Bij de nieuwe werkwijze volgens de uitvinding is het in serie gieten van 120 ton staal zonder meer realiseerbaar, waarbij deze gehele hoeveelheid staal zonder onderbreking tot bandstaal wordt verwerkt.

Doordat een belangrijk deel van het walsproces wordt uitgevoerd in een temperatuurgebied waar het staal volledig uit austenietkristallen bestaat, terwijl de rest van het walsproces, na een geforceerde koeling, plaatsvindt in een temperatuurgebied waar het staal hoofdzakelijk uit ferrietkristallen bestaat, wordt tweefasen walsen vermeden en is het proces niet afhankelijk van de vervormingssnelheid. Het austenitisch walsen moet beneden 1100°C plaatsvinden om overmatige slijtage van de walsrollen te vermijden. Het walsen van het ferritische materiaal moet geschieden bij een temperatuur boven 300°C teneinde een goede beheersbaarheid van het bandprofiel te verkrijgen.

Gebleken is dat het voor een goede vervormbaarheid van de staalband nuttig is om een zekere mate van koolstofprecipitatie in het staal te bewerkstelligen. Dit proces wordt wel een versneld verouderen (Engels: "overaging") genoemd. Dit kan geschieden door de gereede staalband enige tijd op een temperatuur tussen 300°C en 450°C te houden. Een eenvoudige methode daartoe bestaat daarin dat de band met een dergelijke temperatuur wordt opgewikkeld en geleidelijk afgekoeld.

Een verbetering van de dieptrekbaarheid van het bandstaal wordt verkregen door het laatste deel van het walsproces met een reductie van tenminste 25% uit te voeren bij een temperatuur beneden 600°C, bij voorkeur beneden 500°C. Er is dan echter nog een rekristalliserende gloeiing nodig om het staal de gewenste mechanische eigenschappen te geven. Daartoe verdient het de voorkeur om volgens de uitvinding na het ferritisch walsen rekristalliserend te gloeien gedurende tenminste 0,1 seconde boven een temperatuur van 620°C. Nog betere resultaten worden hierbij verkregen indien gedurende circa 30 seconden bij circa 800°C wordt gegloeid.

Extra eigenschappen kunnen in het staal worden verkregen indien het verouderingsgloeien wordt losgekoppeld van het opwickelen van de band. In dat geval dient de band voor het wikkelen gegloeid te worden bij circa 400°C gedurende circa 60 seconden, om vervolgens gekoeld te worden tot beneden 80°C alvorens gewikkeld te

8702050

worden. Op die wijze is het mogelijk de band voor het opwickelen
nog bijvoorbeeld aan een beitsbehandeling te onderwerpen danwel om
hem ook nog voor het opwickelen na te walsen met een walsreductie
tussen 0,2 en 10%. Hierdoor is het mogelijk een grote variatie te
5 krijgen in uiterlijk van het bandoppervlak en in de uiteindelijke
gewenste oppervlaktehardheid, terwijl tevens de bandvorm gecorri-
geerd kan worden.

Betere resultaten kunnen nog worden verkregen indien de plak
met een dikte van circa 50 mm wordt gegoten en indien de warm-
10 gewalste band wordt gekoeld tot een temperatuur waarbij tenminste
90% van het materiaal in ferriet is omgezet. Voor veel staalsoorten
zal dit een koeling tot beneden circa 500°C betekenen.

Van belang is het om voor het warmwalsen een proces te kiezen
hetgeen in weinig stappen en bij relatieve lage snelheid een
15 belangrijke diktereductie kan bewerkstelligen. De voorkeur blijkt
hierbij uit te gaan naar een methode waarbij achtereenvolgens de
hoofdreductie wordt gegeven in een planetenwalstuig, waarna aan-
sluitend een walssteek van 10 à 20% wordt gegeven door een afvlak-
walstuig om de bandvorm te corrigeren en de kristalstructuur te
20 verbeteren. Gebleken is namelijk dat de hoofdreductie door het
planetenwalstuig kan leiden tot een zeer fijne korrelgrootte welke
voor dieptrekkwaliteiten ongewenst is. Een aansluitende geringere
reductie van tussen 10 en 20% bij de heersende walstemperatuur kan
vervolgens leiden tot een kritische korrelgroei welke de fijne
25 korrels in meer gewenste grove korrels omzet. Een planetenwalstuig
kan aanleiding geven tot de vorming van een licht golfpatroon in de
plaat. Dankzij de verdere reductie in het afvlakwalstuig is het
mogelijk gebleken deze golfvorm geheel weg te walsen. Optimale
walscondities in het planetenwalstuig kunnen worden verkregen
30 indien de plak voor het warmwalsen eerst een homogeniseeroven door-
loopt welke op circa 950°C wordt gehouden.

Afhankelijk van de eindbestemming van het plaatmateriaal
zullen hogere of minder hoge eisen worden gesteld aan de opper-
vlaktekwaliteit. Deze zal tevens afhankelijk zijn van de staalsoort
35 welke wordt verwerkt. In veel gevallen blijkt het echter de voor-
keur te verdienen om tenminste aansluitend aan het gieten van de
plak en aan het austenitisch walsen het materiaaloppervlak te ont-
doen van de gevormde oxydehuid. Hiertoe zijn uit de warmwalstech-
niek bekende methoden beschikbaar.

8702050

Behalve op de beschreven werkwijze heeft de uitvinding ook betrekking op de inrichting welke gebruikt kan worden voor het uitvoeren van de hierboven beschreven werkwijze. Deze inrichting is daarbij gekenmerkt door de aansluitende opstelling van de volgende elementen:

- 5 a. tenminste één gietmachine voor het gieten van plakken ter dikte van 30 à 100 mm
- b. een planetenwalstuig gevolgd door een afvlakwalstuig
- c. koelinstallatie voor de band annex homogenisatie-oven voor
10 temperaturen tussen 300°C en 850°C
- d. tenminste één kwarto-walstuig
- e. tenminste één bandhaspel.

Betere gebruiksmogelijkheden met de inrichting zijn verder nog bereikbaar indien tevens hierin aanwezig zijn:

- 15 f. een homogeniseeroven vóór het planetenwalstuig
- g. een rekristallisatie-oven na het (de) kwarto-walstuig(en)
- h. een bandkoelsysteem na de rekristallisatie-oven
- i. een homogenisatie-oven voor versnelde veroudering.

Tenslotte kunnen tevens nog worden ingebouwd:

- 20 k. een beitsinstallatie voor de band achter de verouderingsoven i
- l. een kwarto-nawalstuig voor de haspel.

De uitvinding wordt vervolgens toegelicht aan de hand van de beschrijving van enkele figuren.

Fig. 1 toont schematisch een inrichting volgens de uitvinding.

25 Fig. 2 toont een gewijzigde uitvoering van deze inrichting.

Fig. 3 toont nog weer een andere gewijzigde uitvoering van de inrichting volgens fig. 1.

In fig. 1 is met verwijzingscijfer 1 de verdeelbak van een gietmachine voor staal aangegeven, waaruit een gietpijp 2 reikt tot
30 in een gekoelde gietvorm 3. De gedeeltelijk gestolde plak verlaat de gietvorm en wordt verder gekoeld door vloeistofsproeiers 4. Daarbij wordt de plak in horizontale richting omgeleid. Hogedruk-sputters 5 blazen het gevormde oxyde van het plakoppervlak voordat deze plak door een oven 6 wordt geleid waarin de plaktemperatuur
35 gehomogeniseerd wordt op circa 950°C. Vanuit de oven 6 wordt de plak vervolgens door voedingsrollen 7 weggetrokken en in een planetenwalstuig 8 gedrukt.

Bij een typische bedrijfssituatie wordt een plak met een dikte van circa 50 mm en een breedte van circa 1250 mm gegoten met een

8702050

snelheid van circa 5 m per minuut. Het planetenwalstuig is van een uit de walstechnologie bekend en in de literatuur beschreven type waarmee in één steek de dikte van de plak kan worden gereduceerd tot tussen 2 en 5 mm. Door deze reductie ontstaat een zeer fijn-
5 korrelig austenitisch materiaal hetgeen vervolgens door een afvlakwalstuig 9 wordt gevoerd. Daarin wordt de materiaaldikte met nog eens maximaal 40% gereduceerd, hetgeen bij de heersende hitte van het materiaal kan leiden tot een kritische korrelgroei. Bij juiste afstemming van reductie door het walstuig 9, de temperatuur en de
10 samenstelling van het staal is het mogelijk om in deze walsbewerking de fijne korrelstructuur om te zetten in een grove korrelstructuur. Speciaal indien het uiteindelijke gewalste materiaal bestemd is voor dieptrekbewerkingen wordt aan deze grove structuur de voorkeur gegeven.

15 Het is duidelijk dat de temperatuur van de oven 6 kan worden aangepast aan de staalkwaliteit en de gewenste materiaaleigenschappen. Wel wordt echter daaraan de eis gesteld dat het materiaal na het passeren van het walstuig 9 nog geheel austenitisch moet zijn. Tevens moet worden vermeden dat de temperatuur te hoog is,
20 daar boven 1100°C een overmatige slijtage van de walsrollen kan optreden.

Nadat het walstuig 9 verlatende walsmateriaal nogmaals door middel van de oxydebreker 10 is ontdaan van een gevormde oxydehuid, vindt in installatie 11 een snelle koeling plaats. In deze instal-
25 latie 11 wordt het gekoelde materiaal verder op een lager temperatuurniveau gehomogeniseerd, waarbij de temperatuur vrij kan worden gekozen tussen circa 400°C en 800°C. Indien het uiteindelijke materiaal een zogenaamde stampkwaliteit moet hebben zal de koeling worden ingesteld op circa 700°C, wordt echter een diepstampkwali-
30 teit beoogd, dan moet verder gekoeld worden tot circa 400°C. In ieder geval dient de koeling zo ver te worden doorgevoerd dat tenminste 75% en bij voorkeur meer dan 90% van de austenietkristallen is omgezet in ferrietkristallen. Verder koelen is denkbaar, doch gebleken is dat de beheersbaarheid van het bandprofiel minder wordt
35 bij een koeling beneden 300°C.

Na gekoeld te zijn wordt het materiaal door een kwarto-walstuig 12 ferritisch afgewalst naar een dikte welke kan variëren van tussen bijvoorbeeld 0,6 en 1,5 mm, ook weer afhankelijk van de uiteindelijke gewenste materiaaldikte. De dikte van het materiaal vóór

8702050

en nã het kwarto-walstuig moet daarbij zodanig op elkaar worden afgestemd dat in ieder geval door het kwarto-walstuig 12 een reductie van tenminste 25% wordt gegeven, doch liever moet ernaar gestreefd worden dat deze reductie meer dan 60% bedraagt.

5 Indien het ferritisch walsen heeft plaatsgevonden bij een temperatuur beneden de rekristallisatietemperatuur moet het door het ferritisch walsen geharde materiaal vervolgens rekristalliserend worden gegloeid door het door oven 13 te leiden. Aansluitend vindt een verdere koeling plaats naar circa 400°C in de
10 koelinstallatie 14.

Opgemerkt wordt dat de behoefte aan het rekristalliserend gloeien in oven 13 minder bestaat indien het walsmateriaal met een temperatuur tot tegen 700° door kwarto-walstuig 12 wordt geleid. Voor beter dieptrekbare staalsoorten verdient het echter de voorkeur om het ferritisch walsen beneden 500°C uit te voeren en vervolgens het materiaal rekristalliserend te gloeien teneinde de
15 gewenste mechanische eigenschappen te verkrijgen.

Het feit dat bij de nieuwe werkwijze een relatief lage proces-snelheid wordt toegepast scheidt de mogelijkheid om de werkwijze
20 zodanig uit te voeren dat aansluitend aan de laatste walsreductie voldoende warmte aan de band kan worden toegevoerd om het staal tot rekristallisatie te brengen. Voor een volledige rekristallisatie dient het staal gedurende tenminste 0,1 seconde op tenminste 620°C gehouden te worden, hoewel voor topkwaliteiten een rekristallisatie
25 bij 800°C gedurende 30 seconden in een niet-oxyderende atmosfeer de voorkeur verdient.

Het gereede materiaal kan op haspel 17 worden opgewikkeld, waartoe de band periodiek door schaar 16 moet worden geknipt. Een lussentoren of lussenput 15 maakt het mogelijk het continue proces
30 aan te sluiten op het discontinue haspelen op één of meer haspels 17.

Om een goede oppervlaktekwaliteit te waarborgen moet de vorming van een oxydehuid worden beperkt en dient de staalband bij voorkeur bij een temperatuur beneden 450°C te worden opgerold.
35 Daarnaast verdient het echter de voorkeur om voor optimale vervormbaarheid een zekere mate van koolstofprecipitatie in het staal te bewerkstelligen bij een temperatuur van tenminste 300°C. Derhalve wordt bij de in fig. 1 beschreven werkwijze de band met een temperatuur tussen 300°C en 450°C opgerold.

8702050

In fig. 2 is een variant van de werkwijze volgens fig. 1 aangegeven, waarbij overeenkomstige elementen met overeenkomstige verwijzingscijfers zijn aangeduid.

Aansluitend op dezelfde verdeelbak 1 zijn nu twee dompel-
5 pijpen 2 en 2a en twee gekoelde gietvormen 3 en 3a aangebracht met sproeiersecties 4, respectievelijk 4a. Door de gietvormen 3 en 3a verschillende te dimensioneren naar plakdikte respectievelijk plakbreedte is het mogelijk in dezelfde inrichting plakken van verschillende afmetingen te verwerken. Met behulp van een schematisch
10 aangegeven hechtinstallatie 18 is het denkbaar om het einde van de uit gietvorm 3 afkomstige plak te verbinden met de kop van de uit gietvorm 3a afkomstige plak, waardoor een onbelemmerde procesgang mogelijk wordt. Indien echter de snelheden van de twee plakken niet gelijk zijn, verdient het de voorkeur om niet de twee plakkeneinden
15 met elkaar te verbinden, doch een bandlas aan te brengen met behulp van lasapparaat 20. Al naar gelang de wijze van werken met de installatie zal het nodig kunnen blijken vóór lasapparaat 20 nog een lussentoren of lussenput in te bouwen (niet aangegeven).

In fig. 2 zijn verder twee kwarto-walstuigen 12 en 19 aange-
20 geven, waarmee het mogelijk is een grotere ferritische reductie te geven indien dit voor de kwaliteit van het uiteindelijke materiaal gewenst is. Veelal zal dit het geval zijn bij hoogwaardige dieptrekkwaliteiten, welke dan ook een meer intensieve rekristallisatiegloeijing zullen vereisen. Hiertoe is in plaats van de door-
25 loopoven 13 een oven 21 afgebeeld waarin het materiaal een langere verblijftijd tussen 10 en 90 seconden kan hebben. Bij een gemiddelde materiaaldikte zal de snelheid van de band hier ter plaatse circa 300 m per minuut zijn, hetgeen betekent dat de oven 21 een opslaglengte moet hebben van tussen 50 en 450 m. De niet-oxyderende
30 atmosfeer in deze oven moet daarbij ook tot op 800°C regelbaar zijn.

In fig. 3 is nog weer een verdere variant afgebeeld, waarin alle elementen in de bewegingsrichting van het materiaal tot en met koelinstallatie 14 ongewijzigd zijn ten opzichte van de afbeelding
35 in fig. 2. De lussentoren 15 is in dit geval echter uitgevoerd als een omsloten oven om de versnelde veroudering door koolstofprecipitatie in het staal te bewerkstelligen vóór het wikkelen op de haspel 17. Oven 22 dient daartoe het materiaal gedurende circa 60 seconden te kunnen gloeien op een temperatuur van circa 400°C. In

8702050

de eindsectie van oven 22 is een koeling voorzien waarmee het materiaal kan worden gekoeld tot beneden 80°C. Hierdoor is het mogelijk om het materiaal hetwelk oven 22 verlaat nog aansluitende veredelingsbehandelingen te geven. Bijvoorbeeld kan het materiaal door een beitsinstallatie 23 worden geleid waarin bijvoorbeeld met zoutzuur kan worden gebeitst teneinde de dikte van de oxydehuid te reduceren, danwel om deze oxydehuid volledig te verwijderen. Aansluitend kan vervolgens de gebeitste band door een hardingswals-
5 tuig 24 worden gevoerd waarin beneden 80°C een verdere walsreductie van tussen circa 1 en 10% kan worden gegeven. Door de instelling van deze walsreductie is het mogelijk om, in combinatie met de instelling van de oven voor het rekristalliserend gloeien en van de oven voor de realisatie van de koolstofprecipitatie, een zeer ruime keuze van produkteigenschappen te realiseren. Met de beschreven
10 inrichting kan volgens de beschreven werkwijze een keus worden gemaakt tussen de vervaardiging van een stampkwaliteit met een r-waarde tussen 1,2 en 1,4; een diepstampkwaliteit met een r-waarde tussen 1,5 en 1,8; twee-fasen sterktestalen; volharde band geschikt voor verdere verwerking in een thermische dompelverzinkinstallatie; zogenaamde blikkwaliteiten; siliciumstaal voor elektromagnetische toepassingen met een lage deformatieweerstand bij 700°C; materiaal met een dunne, goed hechtende en vervormbare oxydehuid als goedkope
20 corrosiebescherming; plaatmateriaal met extra schoon oppervlak, bijvoorbeeld voor de vervaardiging van vaten en radiatoren, doch ook roestvaste staalbanden en vele andere kwaliteitsvarianten.

Wezenlijk voor de nieuwe werkwijze volgens de uitvinding is de zeer hoge beschikbaarheid en de grote flexibiliteit van de inrichting, zodat zonder tussenopslagen een grote variëteit in produkten kan worden vervaardigd. Tussen de fase van het vloeibare staal en het nagewalste eindprodukt verloopt een tijdsduur in de proceslijn van minder dan één uur. Hoewel de totale installatie eenvoudig is en relatief geringe investeringen vergt, zijn er door de zeer hoge beschikbaarheid toch capaciteiten van tot één miljoen ton op jaarbasis mee realiseerbaar.

35 Tenslotte blijkt de nieuwe werkwijze een zeer eenvoudige en effectieve bestuurbaarheid van essentiële procesgrootheden als vorm en vlakheid van de band en van de diverse temperaturen via feedback besturingsmethodieken mogelijk te maken.

8702050

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor de vervaardiging van bandvormig vervormingsstaal met goede mechanische en oppervlakte-eigenschappen en met een
5 dikte tussen 0,5 en 1,5 mm, gekenmerkt door het continu op elkaar aansluiten van de volgende processtappen:
 - a. vloeibaar staal wordt via een continu gietmachine gevormd tot een plak met een dikte van minder dan 100 mm;
 - b. de gevormde plak wordt in het austenitische gebied beneden
10 een temperatuur van 1100°C warm uitgewalst tot een dikte van tussen 2 en 5 mm;
 - c. de gewalste band wordt gekoeld tot een temperatuur tussen 300°C en de temperatuur T_t waarbij tenminste 75% van het materiaal in ferriet is omgezet;
 - 15 d. de gekoelde band wordt verder uitgewalst met een diktereductie van tenminste 30%;
 - e. de band wordt ten behoeve van een versnelde veroudering op een temperatuur van tussen 300°C en 450°C gehouden en aansluitend gewikkeld.
20
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de band met een temperatuur tussen 300°C en 450°C wordt gewikkeld.
3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de band na
25 de diktereductie in het ferritische gebied rekristalliserend gegloeid wordt boven 620°C gedurende tenminste 0,1 seconde.
4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het rekristalliserend gloeien geschiedt bij circa 800°C gedurende circa
30 30 seconden.
5. Werkwijze volgens één der conclusies 1 t/m 4, met het kenmerk, dat de band alvorens gewikkeld te worden verouderings-gegloeid wordt bij circa 400°C gedurende circa 60 seconden, en vervolgens wordt gekoeld tot beneden 80°C alvorens gewikkeld te
35 worden.
6. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de band vóór het opwikkelen aan een beitsbehandeling wordt onderworpen.

8702050

7. Werkwijze volgens conclusie 5 of 6, met het kenmerk, dat de band voorafgaand aan het opwickelen nagewalst wordt met een walsreductie tussen 0,2 en 10%.
- 5 8. Werkwijze volgens één der conclusies 1 t/m 6, met het kenmerk, dat een plak met een dikte van circa 50 mm wordt gegoten en dat de warmgewalste band wordt gekoeld tot een temperatuur waarbij tenminste 90% van het materiaal in ferriet is omgezet.
- 10 9. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het austenitisch walsen achtereenvolgend geschiedt in een planetenwalstuig voor de hoofdreductie met aansluitend een reductie van 10 à 20% in een volgend walstuig.
- 15 10. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de plak vóór het warmwalsen een homogeniseeroven doorloopt welke op circa 950°C wordt gehouden.
- 20 11. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat tenminste aansluitend aan het gieten van de plak en aan het austenitisch walsen het materiaaloppervlak ontdaan wordt van een gevormde oxydehuid.
- 25 12. Inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt door de aansluitende opstelling van de volgende elementen:
- a. tenminste één gietmachine voor het gieten van plakken ter dikte van 30 à 100 mm
 - b. een planetenwalstuig gevolgd door een afvlakwalstuig
 - 30 c. koelinstallatie voor de band annex homogenisatie-oven voor temperaturen tussen 300°C en 850°C
 - d. tenminste één kwarto-walstuig
 - e. tenminste één bandhaspel.
- 35 13. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat tevens aanwezig zijn:
- f. een homogeniseeroven vóór het planetenwalstuig
 - g. een rekristallisatie-oven na het (de) kwarto-walstuig(en)
 - h. een bandkoelsysteem na de rekristallisatie-oven

8702050

i. een homogenisatie-oven voor versnelde veroudering.

14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat tevens aanwezig zijn:

- 5 k. een beitsinstallatie voor de band achter de verouderings-
oven i
1. een kwarto-nawalstuig voor de haspel.

10

15

20

25

30

35

8702050

87 02 050 .

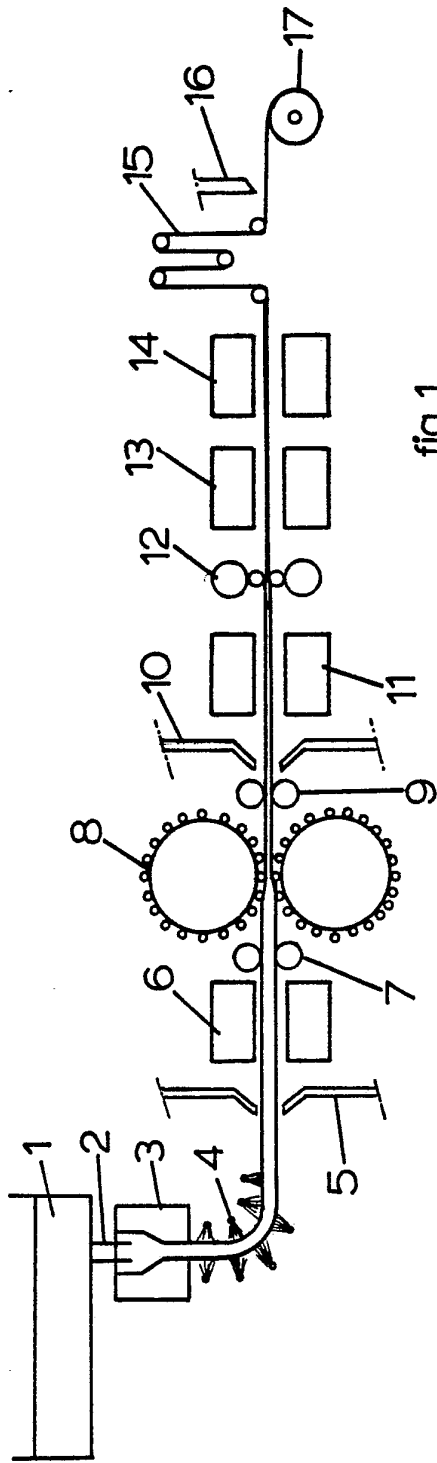


fig.1

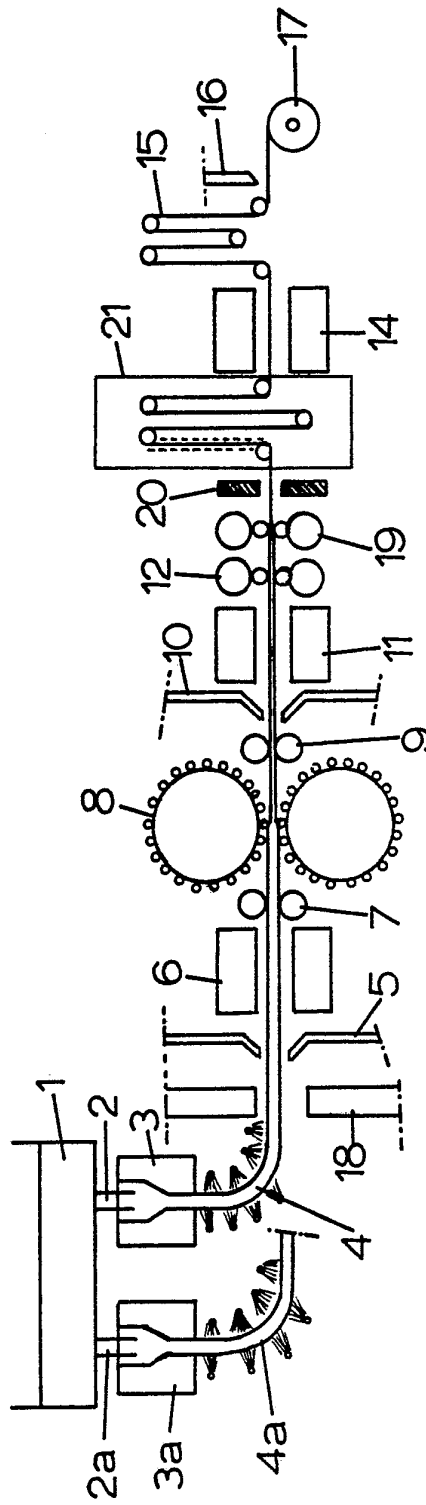


fig.2

8702050

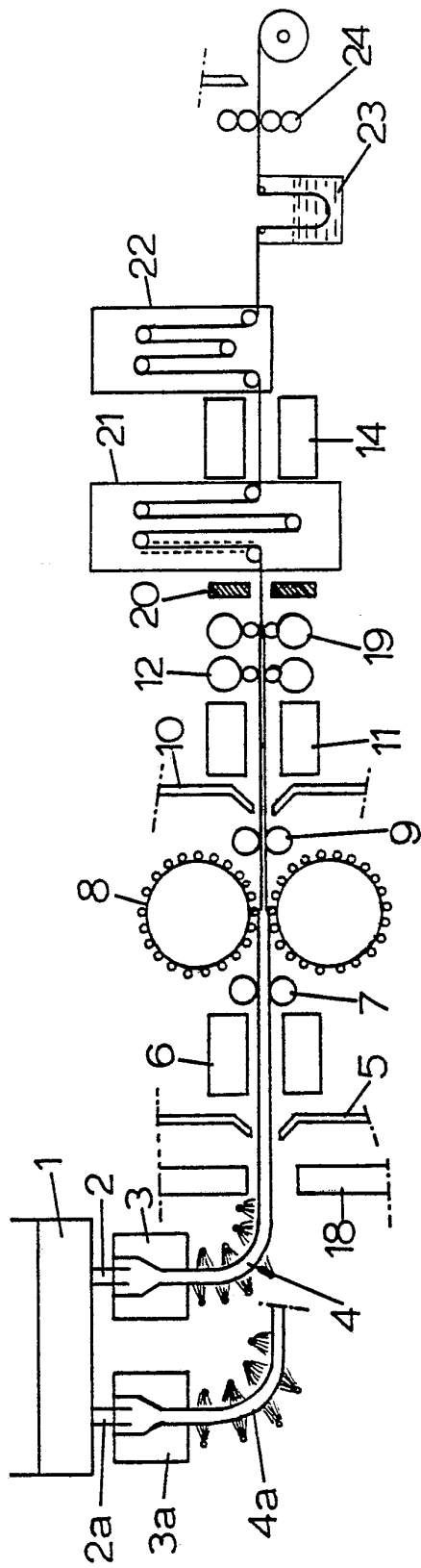


fig. 3