



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01309**

(22) Data de depozit: **09.12.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2015** BOPI nr. **10/2015**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2011 BOPI nr. **6/2011**

(73) Titular:
• **ARCONS S.R.L., STR.ORIZONTULUI
NR.49 A, BUZĂU, BZ, RO**

(72) Inventatori:
• **SĂLCIEANU IONEL, BD.UNIRII, BL.19 A,
ET.1, AP.8, BUZĂU, BZ, RO**

(74) Mandatar:
**LAZĂR ELENA CABINET DE
PROPRIETATE INDUSTRIALĂ,
STR. UNIRII CENTRU BL. 16A SC. C ET. 3
AP. 12, BUZĂU**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 111340 B1; US 4503699; US 4503700

(54) **PROCEDEU DE PRELUCRARE PLASTICĂ LA CALD PRIN
LAMINARE PENTRU OBȚINEREA ȘINEI DE CONTACT**



RO 126379 B1

1 Invenția se referă la un procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare, pentru
obținerea șinei de contact, destinată alimentării cu curent electric a ramelor de metrou.

3 Forma profilului laminat, pentru care este descris procedeul de prelucrare plastică la
cald prin laminare, face obiectul brevetului de invenție **RO 123022**.

5 Este cunoscut că în România la fostul Combinat Siderurgic Reșița, s-a utilizat un pro-
cedeu de laminare a șinei conform cu STAS 3309-1991, denumită șină plină 40, realizată
7 din oțel laminat la cald și utilizată ca șină de contact la primele tronsoane de metrou puse
în funcțiune în București.

9 Din documentul **RO 111340 B1**, este cunoscut un procedeu de laminare a semifabri-
catelor cu secțiuni dreptunghiulară în cinci treceri prin cajele duo ale unui laminor continuu,
11 deformarea realizându-se în toate cajele, în calibre ce prezintă o axă de simetrie în poziție
verticală, respectiv în poziția de utilizare a profilului finit, în cajele verticale prelucrându-se
13 inima, ciuperca și talpa pe axa orizontală, iar în cajele orizontale, prelucrându-se, pe axa
verticală, doar ciuperca și talpa, deformarea având loc între cilindrii orizontali și o pereche
15 de role ce susțin profilul și previn flambarea inimii în timpul laminării.

17 Din documentul **US 4503699**, este cunoscută o metodă de laminare a șinelor de cale
ferată, care asigură o alungire totală printr-un număr de șase treceri, forma șinei finite fiind
simetrică față de linia centrală, deformarea realizându-se prin rulare într-o pereche de role
19 orizontale, deformarea inimii realizându-se într-o pereche de role verticale, iar reducerea
bazei șinei realizându-se într-o pereche de role orizontale.

21 Dezavantajele acestor soluții sunt că șina obținută are o talpă cu două aripi inegale
și o ciupercă cu o suprafață de contact semirotundă. Această șină de contact prezintă o zonă
23 diminuată de contact cu palpatorul sau culegătorul de curent, ceea ce înseamnă o densitate
de curent mai mare pe palpator, implicând pierderi de curent. De asemenea, spațiile inegale
25 dintre șina de contact și elementele de prindere și fixare ale ei conduc la obținerea unei
rezistențe de izolație neuniformă în lungul liniei de contact.

27 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este ca prin acest procedeu de
prelucrare la cald prin laminare a unui anumit profil, să se obțină o șină de contact simetrică
29 față de axa verticală Y-Y a profilului și a tălpii, care să asigure distanțe egale față de
suporturi la montaj, indiferent de orientarea profilului, iar prin forma zonei de contact obținută,
31 să fie asigurată o densitate de curent mică pe palpator, pierderile de curent fiind minime, iar
rezistența de izolație uniformă și constantă în lungul liniei de contact.

33 Procedeul conform invenției înlătură dezavantajele soluțiilor cunoscute prin aceea că,
într-o primă etapă a procedeuului, se alege tipul materialului prelucrat, cu anumite caracteris-
35 tici mecanice și chimice, în special, a unui anumit profil din oțel, simetric după axa Y-Y,
obținut pe un laminor de profile destinat grinzilor grele, mijlocii și mici, utilizând semifabricate
37 pentru relaminare cu secțiunea transversală dreptunghiulară sau pătrată, într-o a doua etapă
a procedeuului, defectele de suprafață ale semifabricatului pentru relaminare se îndepărtează
39 prin flamare sau prin polizare, apoi se face controlul ultrasonic pentru depistarea eventualelor
fisuri profunde sau retasuri, urmează cinci etape succesive de obținere a profilului finit, în
41 funcție de dimensiunile și forma secțiunii inițiale, parametrii procedeuului pe parcursul celor
cinci etape de laminare la cald a șinei de contact sunt: temperatura de încălzire a semifabri-
43 catului de relaminare $1250^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$; viteza de laminare de 1,4...1,6 m/s; coeficient de
frecare 0,36...0,47; unghiul de prindere 20° ... 25° ; temperatura sfârșitului de laminare de
45 930° ... 970°C , astfel dintr-un semifabricat pentru relaminare, încălzit la temperatura de 1250°C
 $\pm 15^{\circ}\text{C}$, pe un laminor, la o viteză de laminare cuprinsă între 1,4 la treapta 1 și crescătoare
47 până la 1,6 m/s la treapta 5, coeficient de frecare de 0,36 s la treapta 1 și crescător până la
0,47 la treapta 5, unghi de prindere 20° la treapta 1 și crescător până la 25° la treapta 5 și

RO 126379 B1

caroiaj 2,5:1- raportul dintre aria secțiunii transversale a semifabricatului pentru relaminare și aria secțiunii finale de 9200 mm² a șinei de contact, se obține în final produsul finit, la temperatura sfârșitului laminării de 930...970°C, într-o ultimă etapă, se fac încercări pentru verificarea compoziției chimice, verificarea dimensiunilor, încercarea la tracțiune, încercarea la duritate, încercarea la tensiune de serviciu și la supratensiune de comutație.

Proprietățile mecanice ale semifabricatului de relaminare în stare brut laminată de secțiune dreptunghiulară sau pătrată sunt: rezistență de rupere la tracțiune de 32...40 kgf/mm²; rezistență de curgere de 22...19 kgf/mm²; alungirea 31%; duritatea HB 90...115; este necementabil la producerea arcului electric.

Din punct de vedere chimic, semifabricatul conține: carbon 0,06...0,012%; siliciu maximum 0,07%; mangan 0,025...0,50%; sulf maximum 0,035%; fosfor maximum 0,035%; cupru 0,05...0,075%; rezistivitatea la temperatura de 600°C este de 72,5 μΩcm, iar la temperatura de 20°C este de 13,2 μΩcm.

Pentru toate cele cinci treceri succesive de laminare, timpul de încălzire al semifabricatului de relaminare se stabilește cu suficientă aproximație, în funcție de calitatea oțelului și de temperatura inițială a semifabricatului, începând cu prima etapă, încălzirea se face progresiv, barele de șină de contact laminate la cald se răcesc pe paturi de răcire, pentru micșorarea tensiunilor interne ce apar datorită interacțiunii diferitelor părți componente ale laminorului în procesul modificării permanente a formei, în atmosfera ferită de curenții de aer rece și umezeală, cu cât este mai ridicată temperatura de sfârșit de laminare și gradul de deformare mai redus, cu atât sunt mai mici tensiunile remanente după răcire, iar în unele condiții de răcire, acestea pot fi în întregime înlăturate, pe toată durata celor cinci etape de laminare, se menține permanent axa Y-Y perpendiculară pe axa valțurilor, inclusiv la treapta a cincea, care este finisarea, unghiul de prindere este foarte important în toate etapele de laminare succesive, pentru a determina menținerea axei verticale de simetrie și perpendicularitatea acesteia simultan pe talpa șinei și pe suprafața plană de contact.

Într-o ultimă etapă, dat fiind importanța acestei șine de contact în infrastructura feroviară subterană și alimentării cu energie electrică curent continuu a trenului, respectiv, a ramei electrice, pentru materialul din fiecare lot de bare laminate din aceeași șarjă, se fac următoarele încercări: compoziție chimică; verificarea dimensională/rectilinie; încercarea la tracțiune; încercarea la duritate; încercarea la tensiune de serviciu $U_{ds} = 750 V_{cc} + 20...30\%$ și la supratensiunea de comutație $U_{max} = 1200...1700 V_{cc}$, pe trei probe de lungime de 1 m fiecare.

Șina de contact obținută conform prezentului procedeu are următoarele caracteristici: aria secțiunii transversale este egală cu 9200 mm² și o greutate de 73,5 kg/m.l, simetrică conform fig. 1 față de axa verticală Y-Y, deoarece lățimea inimii este egală cu lățimea ciupercii, adică $D \pm 0,5 = C \pm 0,5$; ciuperca are o zonă de contact cu palpatorul, plană și paralelă cu suprafața tălpii; prezintă două aripi identice ca formă și dimensiuni; înălțimea șinei de contact măsurată între două suprafețe paralele este de 2,13 ori mai mare decât lățimea tălpii; lățimea ciupercii este de 7,6 ori mai mare decât înălțimea tălpii; lățimea tălpii este de 1,7 ori mai mare decât lățimea ciupercii; înălțimea șinei de contact este de 1,91 ori mai mare decât lățimea ciupercii.

Procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare pentru obținerea șinei de contact prezintă următoarele avantaje:

- permite asigurarea simetriei față de axa verticală a profilului și a tălpii;
- este un procedeu ușor de implementat cu costuri reduse;
- asigură un caroiaj corespunzător prin raportarea dintre aria secțiunii transversale inițiale a semifabricatului de pornire și aria secțiunii transversale finale a șinei de contact;

RO 126379 B1

1 - tensiunile remanente sunt reduse, deoarece întregul procedeu tehnologic se
realizează în intervalul $1250 \pm 15^\circ\text{C}$, respectiv, începutul laminării și $930...970^\circ\text{C}$ sfârșitul
3 laminării, cu răcire lentă în atmosfera ferită de curenți de aer rece și umezeală;

5 - atât la montajul final, cât și în exploatare, șina de contact își menține forma și nu se
produc deformații de curbare spațială sau tensiuni, aspecte care ar conduce la contactul
electric imperfect între perile culegătoare ale ramei metroului și suprafața de contact;

7 - compoziția chimică a produsului finit permite sudarea cap la cap a șinelor de contact
prin procedee convenționale necondiționate;

9 - compoziția chimică a produsului finit permite sudarea necondiționată cap la cap a
șinelor prin procedee convenționale;

11 - asigură realizarea unei șine în construcție simetrică cu toleranțe acceptate;
- nu este un procedeu poluant.

13 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1 și 2, care
prezintă:

15 - fig. 1, secțiune transversală printr-o șină de contact;

17 - fig. 2, schemă a celor cinci treceri ale procedeuului propriu-zis de prelucrare plastică
la cald prin laminare, pentru obținerea șinei de contact.

19 Prezentul procedeu își propune realizarea unui anumit tip de șină de contact, care
prezintă anumite caracteristici necesare utilizării ei.

21 Pentru înțelegerea procedeuului de prelucrare plastică la cald prin laminare a șinei de
contact, este necesară prezentarea caracteristicilor acestei șine de contact.

23 Șina de contact obținută conform prezentului procedeu prezintă la final, în vederea
montării ei, următoarele caracteristici:

25 - aria secțiunii transversale este egală cu 9200 mm^2 și o greutate de $73,5 \text{ kg/m.l.}$,
simetrică, conform fig. 1, față de axa verticală Y-Y, deoarece lățimea inimii este egală cu
lățimea ciupercii, adică $D \pm 0,5 = C \pm 0,5$;

27 - ciuperca are o zonă de contact cu palpatorul, plană și paralelă cu suprafața tălpii;
- prezintă două aripi identice ca formă și dimensiuni;

29 - înălțimea șinei de contact măsurată între două suprafețe paralele este de 1,13 ori
mai mare decât lățimea tălpii;

31 - lățimea ciupercii este de 7,6 ori mai mare decât înălțimea tălpii;

- lățimea tălpii este de 1,7 ori mai mare decât lățimea ciupercii;

33 - înălțimea șinei de contact este de 1,91 ori mai mare decât lățimea ciupercii.

35 În fig. 1 se prezintă secțiunea transversală a șinei de contact și toleranțele admise,
astfel: toleranța $A \pm 0,5$; $B +1-2$; $C \pm 0,5$; $D \pm 0,5$; $E \pm 0,5$; $F \pm 0,5$.

37 Procedeu pentru realizarea acestui tip special de șină are mai multe etape.

39 Într-o primă etapă a procedeuului se alege tipul materialului prelucrat. Șina de contact
se execută prin laminare la cald din oțel, care se alege conform caracteristicilor mecanice
și chimice descrise în continuare.

41 Proprietățile mecanice ale semifabricatului de relaminare în stare brut laminată (mate-
rialul de pornire de secțiune dreptunghiulară sau pătrată) sunt: rezistența de rupere la trac-
țiune de $32...40 \text{ kgf/mm}^2$; rezistența de curgere de $22...19 \text{ kgf/mm}^2$; alungirea 31%; duritatea
43 HB 90...115; este necementabil la producerea arcului electric.

45 Din punct de vedere chimic, semifabricatul conține: carbon 0,06...0,012%; siliciu
maximum 0,07%; mangan 0,025...0,50%; sulf maximum 0,035%; fosfor maximum 0,035%;
cupru 0,05...0,075%; rezistivitatea la temperatură de 600°C este de $72,5 \mu\Omega\text{m}$, iar la
47 temperatură de 20°C este de $13,2 \mu\Omega\text{cm}$.

RO 126379 B1

Caracteristicile mediului în care este utilizată șina de contact sunt temperatura de lucru $-10^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$, umiditatea relativă circa 80%, cu eventualitatea apariției picăturilor de apă, praf (pulberi) de compoziție eterogenă, provenite din calea de rulare a trenului de metrou. 1

Acest procedeu se aplică în special unui anumit profil simetric după axa Y-Y, deoarece se obține forma în toleranțele stabilite și se elimină neajunsurile în varianta utilizării șinei de contact din oțel în stare turnată, cum sunt: granulația mare, sufluri, porozitate și segregare. Structura dendritică și rețele de carburi eutetice ca și unele incluziuni nemetalice fragile (oxizi, silicați) se sfărâmă prin laminare la cald, ca și incluziunile plastice, care se alungesc în această direcție și de aici rezultă un alt avantaj privind realizarea șinei de contact prin laminare. Urmează o etapă de pregătire a semifabricatului și una de control a lui, în vederea prelucrării acestuia în cinci treceri succesive de laminare, descrise în continuare. 3 5 7 9 11

Profilul șinei de contact are o destinație specială, alături de alte profile simetrice pentru construcția de mașini. 13

Realizarea acestui profil se face pe un laminor de profile destinat grinzilor grele, mijlocii și mici, utilizând semifabricate pentru relaminare cu secțiunea transversală dreptunghiulară sau pătrată. 15 17

Profilul finit se obține după cinci treceri succesive, în funcție de dimensiunile și forma secțiunii inițiale și finale, conform fig. 2. 19

Defectele de suprafață ale semifabricatului pentru relaminare se îndepărtează prin flamare (anterior începerii laminării), deoarece conținutul de carbon este scăzut - maximum 0,012%, sau prin polizare, apoi se face controlul ultrasonic, pentru depistarea eventualelor fisuri profunde sau retasuri. 21 23

Încălzirea în vederea relaminării se efectuează în intervalul de temperatură care să ofere ca rezistența la deformare să fie mai mică și plasticitatea ridicată, și anume $1250 \pm 15^{\circ}\text{C}$, în cuptor cu propulsie. 25

Timpul de încălzire al semifabricatului de relaminare se stabilește cu suficientă aproximație, în funcție de calitatea oțelului și de temperatura inițială a semifabricatului. Începând cu prima etapă, încălzirea se face progresiv. 27 29

Barele de șină de contact laminate la cald se răcesc pe paturi de răcire, pentru micșorarea tensiunilor interne ce apar datorită interacțiunii diferitelor părți componente ale laminorului în procesul modificării permanente a formei, în atmosferă ferită de curenții de aer rece și umezeală. 31 33

Cu cât este mai ridicată temperatura de sfârșit de laminare și gradul de deformare mai redus, cu atât sunt mai mici tensiunile remanente după răcire, iar în unele condiții de răcire, acestea pot fi în întregime înlăturate. 35

Parametrii procedurii în cele cinci treceri de laminare la cald a șinei de contact sunt: 37

- temperatura de încălzire a semifabricatului de relaminare $1250 \pm 15^{\circ}\text{C}$;

39

- semifabricatul de relaminare este de secțiune dreptunghiulară sau pătrată;

- viteza de laminare de 1,4...1,6 m/s;

- coeficient de frecare 0,36...0,47;

41

- unghiul de prindere $20^{\circ} \dots 25^{\circ}$;

- temperatura sfârșitului de laminare de $930 \dots 970^{\circ}\text{C}$.

43

Pe toată durata celor cinci treceri de laminare, se menține permanent axa Y-Y perpendiculară pe axa valțurilor, inclusiv la treapta cinci, care este finisarea. 45

Unghiul de prindere este de o deosebită importanță în toate cele cinci treceri de laminare succesive, pentru a determina menținerea axei verticale de simetrie și perpendicularitatea acesteia simultan pe talpa șinei și pe suprafața plană de contact. 47

RO 126379 B1

1 Cele cinci treceri sunt astfel: dintr-un semifabricat pentru relaminare cu secțiune
transversală dreptunghiulară sau pătrată, încălzit la temperatura de $1250 \pm 15^{\circ}\text{C}$, pe un
3 laminor destinat grinzilor grele, mijlocii și mici, conform cu fig. 2, laminor tip duo, cu cilindrii
din oțel, la o viteză de laminare cuprinsă între 1,4 la trecerea 1 și crescătoare până la 1,6 m/s
5 la trecerea 5, coeficient de frecare de 0,36 la trecerea 1 și crescător până la 0,47 la trecerea
5, unghi de prindere 20° la trecerea 1 și crescător până la 25° la trecerea 5 și carioaj
7 2,5:1- raportul dintre aria secțiunii transversale a semifabricatului pentru relaminare și aria
secțiunii finale de 9200 mm^2 a șinei de contact, se obține în final produsul finit, conform cu
9 fig. 1, la temperatura sfârșitului laminării de $930...970^{\circ}\text{C}$.

Într-o ultimă etapă, dat fiind importanța acestei șine de contact în infrastructura
11 feroviară subterană și alimentării cu energie electrică - curent continuu al trenului, respectiv,
a ramei electrice, pentru materialul din fiecare lot de bare laminate din aceeași șarjă, se fac
13 următoarele încercări:

- 15 - compoziție chimică conform SRISO 14284/1999 și STAS 1457/1982;
- 15 - verificarea dimensională/rectilinie conform tehnologiei;
- 17 - încercarea la tracțiune conform SREN 10002-1/2002;
- 17 - încercarea la duritate conform SREN ISO 6506-1/2006;
- 19 - încercarea la tensiune de serviciu $U_{ds}=750 \text{ Vcc}+20...30\%$ și la supratensiunea de
comutație $U_{smax} = 1200...1700 \text{ Vcc}$ pe trei probe de lungime 1 m fiecare.

În cazul în care numai una dintre probe nu corespunde, se respinge tot lotul.

21 Șina de contact obținută prin acest procedeu trebuie să fie necementabilă la
producerea arcului electric, în condițiile în care solicitările electrice de alimentare ale trenului,
23 respectiv, ale ramei electrice, sunt:

- 25 - tensiunea de serviciu (nominală de lucru) $U_{sds}=750 \text{ Vcc}+20...30\%$;
- 25 - supratensiunea de comutație $U_{smax}=1200...1700 \text{ Vcc}$.

RO 126379 B1

Revendicări

1. Procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare, pentru obținerea șinei de contact, pornind de la un semifabricat cu secțiune rectangulară, laminarea realizându-se prin cinci treceri succesive, **caracterizat prin aceea că**, într-o primă etapă, se alege semifabricatul de prelucrat, profil din oțel, cu profil simetric după axa Y-Y, cu secțiunea transversală dreptunghiulară sau pătrată, în a doua etapă, se îndepărtează defectele de suprafață ale semifabricatului prin flamare sau polizare, apoi se face un control ultrasonic pentru depistarea eventualelor fisuri profunde sau retasuri, urmează etapa de încălzire a semifabricatului la o temperatură de 1250 ± 15 °C, apoi etapa de laminare ce constă din cinci treceri succesive a semifabricatului pe un laminor tip duo, cu cilindrii din oțel, pentru grinzi grele, mijlocii și mici, la o viteză de laminare de 1,4 m/s la trecerea 1 și crescătoare până la 1,6 m/s la trecerea 5, cu un coeficient de frecare 0,36 la treapta 1 și crescător până la 0,47 la treapta 5, cu un unghi de prindere de 20° la treapta 1 și crescător până la 25° la treapta 5 și caroiaj 2,5:1 raport dintre aria secțiunii transversale a semifabricatului și aria secțiunii finale de 9200 mm² a șinei de contact, la o temperatură a sfârșitului laminării de 930...970°C. 3
2. Procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare, pentru obținerea șinei de contact, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** semifabricatul de relaminare în stare brut laminată prezintă o rezistență de rupere la tracțiune de 32...40 kgf/mm², rezistența de curgere de 22...19 kgf/mm², alungirea 31%, duritatea HB 90...115 și este necementabil la producerea arcului electric. 5
3. Procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare, pentru obținerea șinei de contact, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** semifabricatul folosit din punct de vedere chimic conține carbon 0,06...0,012%, siliciu maximum 0,07%, mangan 0,025...0,50%, sulf maximum 0,035%, fosfor maximum 0,035%, cupru 0,05...0,075%, are o rezistivitate la temperatura de 600°C de 72,5 μΩcm, iar la temperatura de 20°C este de 13,2 μΩcm. 7
4. Procedeu de prelucrare plastică la cald prin laminare, pentru obținerea șinei de contact, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru toate cele 5 etape succesive de laminare, timpul de încălzire al semifabricatului de relaminare se stabilește în funcție de calitatea oțelului și temperatura inițială a semifabricatului, începând cu prima etapă, încălzirea se face progresiv, răcirea barelor de șină de contact laminate la cald se realizează pe paturi de răcire în atmosferă ferită de curenții de aer rece și umezeală, pe toată durata celor cinci etape de laminare, se menține permanent axa Y-Y perpendiculară pe axa valțurilor, inclusiv la treapta a cincea, care este finisarea, valorile unghiului de prindere în toate etapele de laminare succesive determinând menținerea axei verticale de simetrie și perpendicularitatea acesteia simultan pe talpa șinei și pe suprafața plană de contact. 9

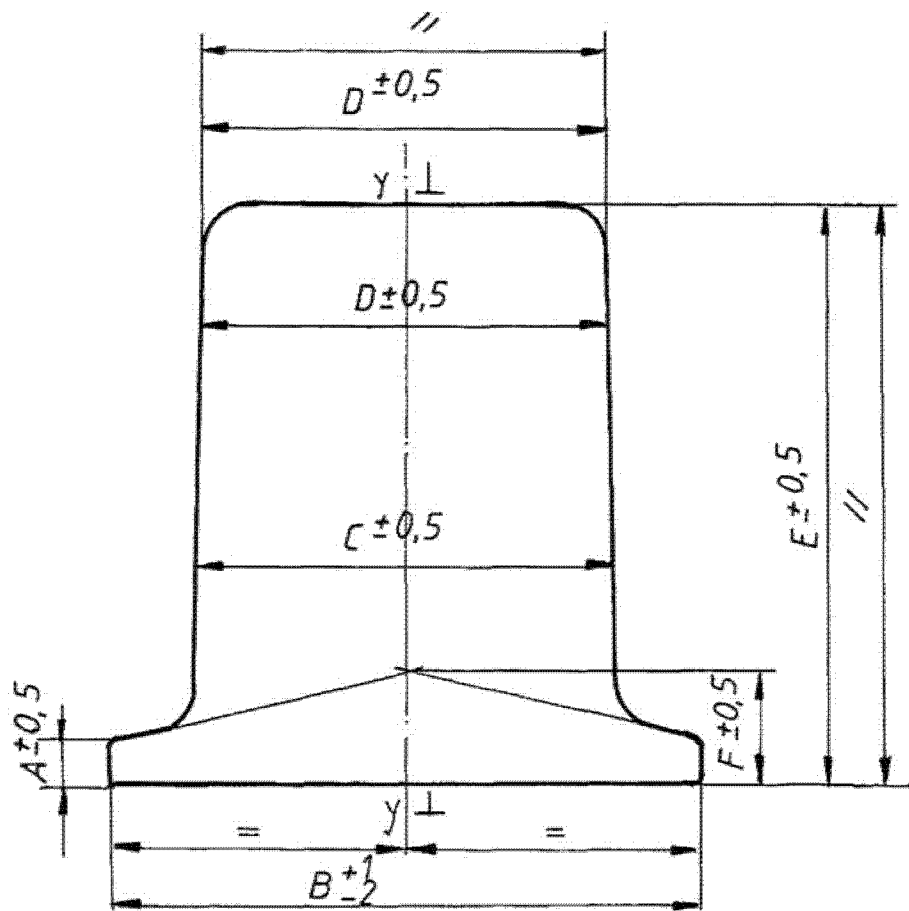


Fig. 1

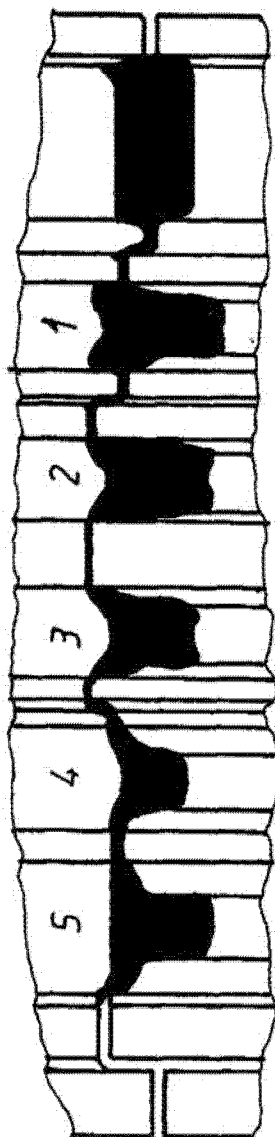


Fig. 2