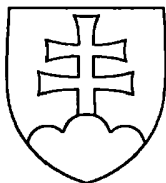


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(22) Dátum podania: 09.08.95
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 287 647
(32) Dátum priority: 09.08.94
(33) Krajina priority: US
(40) Dátum zverejnenia: 09.04.97
(86) Číslo PCT:

(21) Číslo dokumentu:

995-95

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.⁶ :

B 65H 20/02,
C 21D 9/54

(71) Prihlasovateľ: ALPHATECH, Inc., Trenton, MI, US;

(72) Pôvodca vynálezu: Morando Jorge A., Trenton, MI, US;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Valček pre pece na tepelné spracovanie, žihacie a tunelové pece**

(57) Anotácia:

Valček na prenos plochého ohriateho pásu z prvej ocelevej zliatiny zo žihacej pece pozostáva z pozdĺžneho rúrkového telesa, z hriadeľov pripojených k protiľahlým koncom rúrkového telesa na otáčanie okolo pozdĺžnej osi a zo štruktúry pevne spojenej s rúrkovým telesom a tvoriacej nespojitý povrch, použitej na dotyk a nesenie plochého ohriateho pásu na rúrkovom telese pri jeho otáčaní, pričom táto štruktúra pozostáva z druhej ocelevej zliatiny, ktorá je relatívne nerozpustná vzhľadom na prvú ocelovú zliatinu ohriateho pásu.

VALČEK PRE PECE NA TEPELNÉ SPRACOVANIE, ŽÍHACIE A TUNELOVÉ PECE**Odkaz na súbežnú prihlášku vynálezu**

Táto prihláška je čiastočne pokračovaním európskej prihlášky vynálezu ser. č. 08/036,328 podanej 24. marca 1993.

Oblasť techniky

Vynález sa týka valčeka pre pece na tepelné spracovanie, žihacie a tunelové pece.

Doterajší stav techniky

Valčky používané v peciach na tepelné spracovanie, v žihacích a tunelových peciach, i keď sú navrhnuté s ohľadom na namáhanie, zlyhávajú následkom adhézie. Adhézia je primárnou príčinou zlyhania a vyžaduje plynulú údržbu povrchu valčekom každotýždenným "ťahanim" a po každých dvoch mesiacoch obrábaním povrchu valčekom.

Ťahanie pece spočíva v kĺzaní dosky majúcej reťazovú mrežu na valčekoch pece pri vysokej teplote (1037 až 1093°C) v opačnom smere ako je zmysel otáčania valčekom (opačný smer ako pri normálnej prevádzke pece). Tento proces odstráni týždenný nános, ktorý sa nahromadil na valčekoch. Po niekoľkých týždňoch, obvykle každý mesiac, sa valčky vyberú a ich povrchy sa obrúsia. Na nešťastie sú tieto spôsoby nedostatočné na minimalizáciu najnákladnejšieho z dôsledkov: zlej akosti pásu. Množstvo výmetu stúpa.

Jav spôsobený adhéziou valčekom v žihacej peci, kde teplota pásu je nad 1093°C (a tvrdosť pásu je nižšia ako tvrdosť valčekom) spočíva v tom, že valček "vytrháva" hmotu z pásu. Nahromadené nánosy poškodzujú povrch pásu, vytvárajú pás zníženej

alebo neprijateľnej akosti následkom zlej akosti povrchu. Na druhej strane pece na tepelné spracovanie, kde teplota je pod 926°C, a vo všeobecnosti je tvrdosť povrchu valčekov porovnateľná s tvrdosťou pásu, pás vytrháva hmotu z valčeka a spôsobuje jamky, nepravidelnosti a opotrebovanie valčekov. Tým, že pás má na sebe nanesené čiastočky hmoty valčekov, má povrch neprijateľnú akosť.

Adhézia je jav, ktorý sa vyskytuje, keď dva povrchy sa dostanú do styku pri úplne normálnom zaťažení. Jednako však vysoké teploty, hlavne blízke bodu tavenia dotýkajúcich sa materiálov, i bez záťaže spôsobujú vznik adhézie následkom vysokej adhezívnej energie, pozri napríklad Rabinowicz: Friction and wear of materials, 1985.

Normálna ťažná sila, ktorá musí byť vyvinutá na oddelenie povrchov, je pokladaná za adhezívnu silu. Poznanie silného sklonu pevných látok k prilipnutiu je nájdené v procese adhézneho opotrebovania. Tomuto javu je potrebné venovať pozornosť, pretože po dlhé roky bol príčinou porúch valčekov žihacích pecí a pecí na tepelné spracovanie.

Adhézne opotrebovanie vzniká všade, kde pevný kovový materiál je v dotyku s povrchom iného materiálu. Odpadávanie materiálu sa deje vo forme malých čiastočiek, ktoré sú zvyčajne prevádzané z jedného povrchu na druhý povrch alebo sa vyskytujú ako voľné čiastočky. Obidva prípady sa vyskytujú u valčekov pre žihacie pece a pece na tepelné spracovanie.

Mechanizmus opotrebovania je dôsledkom sklonu k prilnutiu dotýkajúcich sa povrchov spôsobeného príťažlivými silami, ktoré sú medzi povrchovými atómami obidvoch materiálov, ktoré sú v dotyku. Keď sú dva materiály uvedené do dotyku a potom oddelené, tieto príťažlivé sily sa snažia vytiahnuť materiál z jedného povrchu na druhý povrch. To je oveľa výraznejšie, ak obidva materiály v dotyku sú navzájom v sebe rozpustné a/alebo je dotyk uskutočnený pri vysokých teplotách alebo v blízkosti bodu tavenia jedného alebo obidvoch materiálov, ktoré sú v dotyku, ako

je to pri valčekoch žihacích pecí a pecí na tepelné spracovanie. Kedykoľvek je materiál odobraný z jeho pôvodného povrchu, týmto spôsobom je vytvorený fragment adhézneho opotrebovania.

Pravidlá minimalizácie oblasti dotyku

Keď sú dva povrchy pevných kovových materiálov umiestnené veľmi blízko k sebe, niektoré oblasti sú vo veľmi tesnom dotyku a iné sú viac vzdialené. Je významné vedieť, ktoré atómy silne spolupôsobia s atómami druhého povrchu a ktoré nie. Obr. 1 je schematické znázornenie rozhrania ukazujúce zdanlivé a reálne oblasti dotyku. Táto interakcia je dôležitá, keď prevádzková teplota je blízka bodu tavenia obidvoch materiálov. Je známe, že sily medzi atómami sú vo veľmi malej vzdialenosti niekoľkých angströmov.

Kvôli zjednodušeniu problému predpokladajme, že celá interakcia medzi oboma povrchmi je iba vtedy, keď je dotyk medzi atómami. Tieto oblasti dotyku sú v teórii adhézie označené ako zväzy. Súčet oblastí všetkých zväzov tvorí "reálnu oblasť dotyku A_R ". Celková oblasť rozhraní pozostáva z reálnej oblasti dotyku A_R a oblasti, ktorá sa javí v dotyku, kde však vzdialenosť medzi povrchmi zaistuje, že tam nie je dotyk a bude označovaná ako "zdanlivá oblasť dotyku A_A ".

Hoci miesta v zdanlivej oblasti dotyku môžu byť oveľa väčšie ako reálne oblasti dotyku, nemajú význam pri určení interakcie obidvoch povrchov. Veľmi slabé sily dlhého dosahu existujú v bodoch oddelených vzdialenosťami väčšími ako 10 angströmov. Abrikosova a Deryagin (1957) ukázali, že hoci tieto sily sú veľmi malé, sú čo do veľkosti zanedbateľné v porovnaní so silami krátkeho dosahu. Obr. 2 znázorňuje tieto sily vyvíjané v jednom zväze. Zaujímavá je podobnosť s obr. 6.

A_R môže byť vypočítané za predpokladu ideálneho plastického pretvorenia. Pre výpočet hodnoty A_R je potrebné zvážiť, že typický zväz dvoch povrchov v dotyku bude vyzeráť ako na obr. 2. To ukazuje, že rozhranie je v stave trojosového obmedzenia.

Maximálne tlakové napätie, ktoré môže takáto oblasť materiálu zniesť bez plastickej zmeny tvaru, je známe ako prieniková tvrdosť "P". Bolo ukázané, že prieniková tvrdosť je trikrát až päťkrát väčšia ako pevnosť v tlaku kovového materiálu, pozri obr. 3. Bolo ukázané, že to platí pre zliatiny kovov a mnohé nekovy, pozri obr. 3. Dôkaz bol vykonaný teoreticky a experimentálne ho vykonal Tabor (1951). V dôsledku môže teda písať, že reálna oblasť dotyku A_R je väčšia alebo rovná L/P .

Obr. 3 porovnáva namáhanie na medzi trvalého pretvorenia a tvrdosť pre elementárne kovy.

Na základe predchádzajúcich úvah hodnotíme význam vytvorenia minimálnej oblasti dotyku schopnej znášať zaťaženie, v našom prípade pre oceľový pás dopravovaný v peci. Obr. 4 znázorňuje adhezívne sily vyvíjané, keď dva zhodné kovové materiály sa dostanú do dotyku pri stálom zaťažení. Keď sa oblasť dotyku postupne zväčšuje, adhezívne sily sa zmenšujú až do určitej hodnoty a potom sa opäť zväčšujú v rozpore so stavom teórie, podľa ktorej keď zaťaženie jednotky povrchu (L/A) sa zmenšuje, adhezívne sily by mali pokračovať v zmenšovaní.

Zmenšením zdanlivej oblasti dotyku mimo minimálnu oblasť požadovanú na nesenie uvažovanej záťaže zväzmi, ktoré vyvíjajú adhéziu a nasledujúce opotrebovanie a poškodenie, sa nevhodne zväčšujú (reálna oblasť dotyku sa zväčšuje). Následkom toho sa celkové adhezívne sily zväčšujú bez ohľadu na to, že merné zaťaženie na jednotku plochy sa zmenšilo, pozri obr. 4. Tento úkaz minimalizácie oblasti dotyku predstavuje najsilnejšiu oporu predloženého vynálezu.

Obr. 4 rovnako ukazuje, že zámenou jedného z dvoch materiálov, ktoré sú v dotyku, za odlišný materiál sa môžu adhezívne sily zmenšiť. Minimálna oblasť dotyku však zostáva rovnaká, pretože je funkciou slabšieho z obidvoch materiálov, v danej aplikácii je to pás.

Voľba materiálu a jeho zloženie

Adhezívne opotrebovanie nemôže byť vysvetlené bez toho, že by neexistovali silné adhezívne sily medzi dotýkajúcimi sa pevnými telesami. Adhezívne opotrebovanie existuje univerzálne. Taktiež v pojednaní Rabinowicza na str. 28 je uvedený význam povrchovej energie ako obmedzovača adhézie, ukazujúci tesnú koreláciu medzi povrchovou energiou a tvrdosťou.

Adhézia prostým normálnym dotykom je všeobecne malá. Najsilnejším dôvodom je, že je veľmi malá hodnota reálnej oblasti dotyku, ktorá je ďalej zmenšená, keď je normálna záťaž odstránená. Ak je dotyk medzi dvoma kovovými materiálmi pri veľmi vysokých teplotách, adhezívne sily by mali byť podstatné (i keď nie je zvolený vhodný materiál a oblasť minimalizovaná) a dôsledkom adhezívneho opotrebovania je poškodenie typicky nájdené u valčekov pre pece.

Je ťažké identifikovať najvýznamnejšie parametre, ktoré zväčšujú alebo znižujú adhéziu. Je však jasné, že adhézia je vysoká, keď:

- a) Materiály majú vysokú povrchovú energiu, pretože to sťažuje rozrušenie zväzu.
- b) Adhézia bude vysoká, ak zvolený materiál pre dotyk môže uložiť malé množstvo pružnej energie, pretože toto obmedzí pružný návrat.
- c) Je významné, že adhézia je oveľa výraznejšia s nerovnakými dvojicami kovov, ktoré vytvárajú bezprostredné fázy, ako s kovmi, ktoré sú nerozpustné. Dôvod spočíva v tom, že nerozpustné dvojice kovov majú menšiu energiu hodnôt adhézie (Keller, 1963).

Podstata vynálezu

Hlavnou úlohou predloženého vynálezu je vytvoriť valček pre žiháciu pec majúci podstatne dlhšiu životnosť. V praxi nemôže byť spracovávaný pásový materiál vymenený, je diktovaný zákazníkom. Materiály, ktoré sú v dotyku s oceľovým pásom a ktoré v ďalšom sú

označené ako opotrebovacie prstene, obsahujú vysoké podiely karbidu chrómu, karbidu wolfrámu, karbidu vanádu a pod. na svojich povrchoch, takže povrch opotrebovávacieho prsteňa má vysokú tvrdosť a súčasne nízku povrchovú energiu, ktorá minimalizuje a za niektorých okolností vylučuje adhéziu. Obr. 5 je graf povrchovej energie pri bode tavenia v závislosti od tvrdosti pri teplote miestnosti pre niektoré kovy i nekovy. Prídatne má tento povrch vysokú odolnosť voči mikrozváraniam, pretože má vysoký obsah uhlíka v prvkoch tvoriacich ho, čo takmer vylučuje jeho rozpustnosť v materiáli pásu.

Akýkoľvek mikrozvar, ktorý by mohol vzniknúť medzi opotrebovacím prsteňom valčeka a povrchom ocelového pásu, musí zamedziť tvorbe zliatin s vlastnosťami väzby kovov (tuhý, ohýbný a silný). Ak vzniknú zvary zliatin, mali by mať vlastnosti kovalentne viazanej zliatiny (slabá, krehká a drobivá), takže pri nasledujúcom otáčaní valčeka rovina separácie bude u vytváraného zvaru, nie vo vnútri pásu alebo opotrebovávacích prsteňov valčeka, lebo toto sú typy porúch, ktoré vytvárajú vytrhávanie alebo nánosy na valčekoch. Inými slovami, ak materiál opotrebovacieho prsteňa nemá vhodné zloženie v skutočnej oblasti dotyku medzi opotrebovacím prsteňom a ocelovým pásom, vznikne veľká adhezívna sila alebo mikrozvar. Keď je dotyk prerušený, vznikne porucha pozdĺž ďalšieho povrchu vyvíjajúceho prenesenú čiastočku opotrebovania.

Pokusy s adhéznym opotrebovaním vykonané s kovmi, ktoré boli v iných kovoch rozpustné (a teda tvorili mikrozvary), ukázali význam voľby materiálov, ktoré sú v dotyku a viedli ku skutočnostiam, ktoré sú použité v predloženej vynáleze: Pri prevádzke za vysokých teplôt má byť zamedzená vzájomnej difúzii a rekryštalizácii materiálu v blízkosti pôvodného rozhrania povrchových atómov obidvoch kovov, ak opotrebovanie a porucha valčekov pre pece na tepelné spracovanie a žihacie pece sú správne riadené.

Adhézne opotrebovanie sa vyskytuje pri akejkolvek teplote a atomárna vzájomná difúzia a rekryštalizácia nemusia byť prítomné. Jednako však podmienky na rozhraní pri adhéznom opotrebovaní sú identické s podmienkami, ktoré sú v procese "studeného zvarovania". Prednostne je vhodné používať výraz "adhézne opotrebovanie" skôr ako "zvarovacie opotrebovanie".

Obr. 8 ukazuje schematicky formu zväzu dvoch materiálov v dotyku, ktoré sú namáhané strihom. Ak je strihová pevnosť zväzu oveľa vyššia ako objemová pevnosť horného materiálu, strih nastane pozdĺž dráhy 2 vytvárajúcej fragmenty tieňa. Ak sila potrebná na prelomenie rozhrania dvoch materiálov, ktoré sú v dotyku, buď kvôli pevnosti adhezívnych síl alebo z dôvodu zliatinovej zmesi vytvárannej u rozhrania, pozri obr. 7, je väčšia ako sila nevyhnutná na prelomenie spojitého povrchu vo vnútri jedného z materiálov, lom nastane pozdĺž druhého povrchu vytvorením prenesenej častice opotrebovania.

Greenwood a Tabor (1957) a Bikerman (1961) ukázali, že je veľmi vzácnou udalosťou, keď zväz sa zlomí presne pozdĺž jeho pôvodného rozhrania, pretože mikrorozpustnosť (mikrozvarovanie) nastane vždy medzi kovovými materiálmi.

Obr. 7(a) ukazuje typický metalurgický zvar. Obr. 7(b) ukazuje typický adhézny zväz.

Predchádzajúce vysvetlenie uvažuje, že lomy, ktoré nenastanú u rozhrania, nastanú vo vnútri mäkšieho materiálu (neseného oceľového pásu), ktorý podľa definície má nižšiu mechanickú pevnosť ako tvrdší materiál opotrebovacích prsteňov valčekov. To nie je všeobecný prípad, hoci zvyčajne väčší počet zlomkov mäkšieho materiálu (oceľového pásu) sa pripojí k valčeku (nános) ako naopak.

Prihlasovateľ zistil, že vo väčšine prípadov, kedy nános vznikol na valčekoch, bola prítomná tiež jamková korózia. To vedie k úvahe, že i tvrdšie materiály majú miestne oblasti nižšej

pevnosti, v ktorých zlúčenina vytvorená medzi dvoma materiálmi, ktoré sú v dotyku, je pevnejšia ako materiál valčeka. To vedie k myšlienke, že nech je materiál valčeka akokoľvek tvrdý, nie je možné jeho opotrebovanie znížiť na nulu. Modifikáciou materiálu opotrebovávacieho prsteňa, ktorý je v styku s oceľovým pásom, je však možné na dodanie veľmi vysokej tvrdosti s koncentrovaným podielom "pseudokovu" ako sú karbidy kovov, ktoré minimalizujú alebo vylučujú rozpustnosť v dopravovanom oceľovom páse, znížiť a takmer vylúčiť u valčeka pre pece na tepelné spracovanie a žihacie pece závady spôsobené adhéznym opotrebovaním (jamková korózia alebo nánosy).

Zatiaľ čo materiálom telesa valčeka môže byť akákoľvek zliatina s vysokou pevnosťou (zliatina s vysokým obsahom niklu a chrómu), opotrebovacie prstene musia mať vysokú tvrdosť, vysoký obsah karbidu (nežiaduci v materiáli telesa valčeka z dôvodov nízkej odolnosti voči nárazom) na podporu tvorby karbidov a minimálny obsah niklu pokiaľ možno porovnateľný s požiadavkou o y a čo najvyšší obsah uhlíka (eutektický alebo blízky eutektickému) na podporu tvorby karbidov a na dosiahnutie čo najvyššej povrchovej tvrdosti. Prihlasovateľ tiež zistil, že odstredivé liatie týchto zliatin zvyšuje tiež ich koncentráciu a zhustenie karbidových zŕn na povrchoch dotyku, teda ďalšie zlepšenie ich antiadhézneho chovania a vlastností.

Rozmedzie chemického zloženia opotrebovacích prsteňov je toto:

Prvok	% hmotnostné	
	od	do
Ni	10.0	30.0
Cr	20.0	40.0
C	0.4	1.8
W	2.0	10.0
Mo	0.5	1.5
Co	4.0	30.0
Si	0.8	2.5
Mn	1.0	2.0
V	0.0	10.0

Materiály uvedené vyššie alebo ich karbidy majú krajne malé hodnoty súčiniteľa adhézie pri stlačení (Sykorski, 1963). Presné zloženie závisí od maximálnej teploty a od chemického zloženia spracovávaného oceľového pásu. Tak napríklad optimálne zloženie materiálu opotrebovacieho prsteňa pri spracovaní oceľového pásu s nízkym obsahom uhlíka pri prevádzkovej teplote okolo 1204°C za predpokladu voľby vhodnej oblasti dotyku bude toto:

Prvok	% hmotnostné		
Ni	30.0	±	1.5
Cr	28.0	±	2.0
C	0.8	±	0.1
W	6.0	±	1.0
Mo	0.6	±	0.1
Co	10.0	±	2.0
Si	1.5	±	0.2
Mn	1.5	±	0.2
V	stopa		

Ak bola maximálna prevádzková teplota znížená zo 1204 °C na 982°C (typické pre pec na tepelné spracovanie) so zodpovedajúcim zvýšením tvrdosti pásu pri stlačení a poklese adhezívnej energie, mohol byť znížený podiel kobaltu v zložení a zvýšený podiel železa a niklu, aby sa získal lacnejší materiál, ktorý by slúžil rovnako dobre vzhľadom k menej tvrdým podmienkam. Chemické zloženie materiálu je uvedené v súbežnej prihláške vynálezu 08/036,328 rovnakého prihlasovateľa.

Súhrn:

- A. Príčinou závady (u valčiek pre pece na tepelné spracovanie a žihacie pece) je: adhézia
- B. Následkom závady je nános na povrchu valčeka a jamková korózia.
- C. Následkom týchto javov je:
 - 1. Nízka akosť pásu
 - 2. Krátka životnosť valčiek
 - 3. Vysoké náklady na údržbu.

V súbežnej prihláške vynálezu číslo 08/036,328 toho istého prihlasovateľa sa uvádza, že adhézia je lineárny jav. Inými slovami, ak sa pri stálej záťaži (P) zväčšuje oblasť dotyku (merná záťaž klesá), sily adhézie sa lineárne znižujú. Skúškami v laboratóriu a v prevádzke pecí prihlasovateľ zistil, že táto koncepcia nie je správna.

- Sily adhézie klesajú s poklesom mernej záťaže až do určitej hodnoty (nazvanej prihlasovateľom ako "bod optimálnej oblasti dotyku") a od tejto hodnoty sily adhézie opäť vzrastajú. Inými slovami, adhézia nie je lineárny jav, ale kvadratická alebo kubická funkcia týchto veličín:

- A. Záťaže
- B. Oblasť dotyku
- C. Teploty
- D. Rýchlosti valčekov
- E. Zloženia materiálov v dotyku.

Predložený vynález odhaľuje príčinu poruchy, a tým odstraňuje vysoké náklady na údržbu valčekov pre žihacie pece a pece na tepelné spracovanie minimalizáciou alebo potlačením adhézie týmito opatreniami:

- A. Optimalizáciou oblasti dotyku medzi oceľovým pásom a valčekmi znížením na optimálnu požadovanú oblasť na základe nelineárneho chovania javu adhézie.
- B. Optimalizáciou materiálu valčekov zložením:
 - 1. Kovových zliatin odolných voči opotrebovaniu bohatých na tvrdé kovalentne viazané čiastočky (C_{RX} , C_X , WC , V_XC_X , atď.), rozptýlené v matrici pevného roztoku na báze kobalt - nikel (pozri A. F. Underwood "Aspects of Rubbing Surface", Summer Conference of Friction and Surface Finish M.I.T. Cambridge, MA 1940, str. 5 - 12).
 - 2. Mechanickou modifikáciou dotykovej oblasti povrchu valčekov s využitím výhod odstredivého liatia, ktoré kondenzuje

a koncentruje čiastočky zliatin so silnou kovalentnou väzbou (karbid chrómu, karbid wolfrámu, atď.) v dotykovej oblasti vonkajšej vrstvy opotrebovania valčeka a pásu.

3. Využitie takmer eutektických alebo hypereutektických zliatin.

Niekedy sa používa vodné chladenie na zníženie adhézie, pretože adhézia je nižšia pri nižších teplotách. Účinky vodného chladenia sú tieto:

- A. valcovaný oceľový pás obsahuje "studené čiary", ktoré sa veľmi ťažko valcujú,
- B. valčeky (ochladzované pri každej otáčke) dotýkajúce sa horúceho pásu vyvíjajú tepelný ráz ("žiarová trhlinka").
- C. nemožno tiež prehliadnuť veľkú stratu energie (až 60 %), pretože vodné chladenie valčekov odvádza teplo z pece a z pásu.

Avšak vodné chladenie znižuje adhéziu a bez ohľadu na studené čiary spôsobuje vyššiu akosť pásu.

Ďalšie predmety a výhody predloženého vynálezu budú odborníkovi z odboru zrejmé z ďalšieho popisu.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Vynález je znázornený na výkresoch, kde:

- obr. 1 až 7(b) vysvetľujú teóriu predloženého vynálezu,
- obr. 8 znázorňuje oceľový pás vystupujúci z pece na tepelné spracovanie na valčekoch podľa prednostného vyhotovenia vynálezu,
- obr. 9 je diagram znázorňujúci vzťah medzi adhezívnymi silami na valčeku a oblasťou dotyku,
- obr.10 je pozdĺžny rez valčekom podľa prednostného vyhotovenia vynálezu,
- obr.11 znázorňuje vykonávanie skúšky pásu, a
- obr.12 je krivka prienikovej tvrdosti.

Príklad uskutočnenia vynálezu

Obr. 9 výkresov schematicky znázorňuje oceľový pás 10 odvádzaný z pece 12 na tepelné spracovanie na rade poháňaných dopravných valčekov 14. Všeobecný účel je odborníkom známy.

Obr. 10 znázorňuje pozdĺžny rez typického valčeka 14. Valček 14 má rúrkové teleso 16, prednostne z ocele NICHROM 72, ktorá je zvolená pre svoju pevnosť a najvyššiu prevádzkovú teplotu. Dôvodom je to, že oceľový pás 10 má veľkú hmotnosť a navyše značnú šírku. Celková dĺžka valčeka 14 závisí od šírky neseného pásu, ktorá je od 3,0 m do 3,5 m. Rúrkové teleso 16 má vonkajší valcový povrch 18 majúci priemer a hrúbku v závislosti od hmotnosti oceľového pásu 10 (napríklad 26,6 cm). Rúrkové teleso 16 má pozdĺžnu os 20 a má pri jednom konci vetrací otvor 22 s priemerom 9,5 mm. Rúrkové teleso 16 má v popisovanom príklade vnútorný priemer 21 cm.

Dvojica členov 24 a 26 tvaru zvonu je privarená k protiláhlým koncom rúrkového telesa 16. Každý člen 24, 26 má vnútorný koniec 28 privarený ku koncu rúrkového telesa 16 v dĺžke asi 7,6 cm. Každý člen 24, 26 má dĺžku asi 41,3 cm včítane valcového úseku 30 s menším priemerom a s dĺžkou asi 27,3 cm. V kužeľovitej strednej časti člena 24 je uložená keramická zátko 32. Člen 24 je vyrobený z ocele NICHROM 72 dodávanej spoločnosťou Alphatech, Inc. 34210 James J. Pompo Drive, Frase, MI 48026. Keramická zátko 32 Alphatech ZRS10 je k dispozícii z rovnakého prameňa.

Vo vonkajšom konci valcového úseku 30 je uložený koniec hriadeľa 34. Hriadeľ 34 je privarený k valcovému úseku 30. Časť hriadeľa 34 s dĺžkou asi 8,9 cm je uložená vo vnútri valcového úseku 30. Hriadeľ 34 má strednú časť 36 s dĺžkou asi 21,6 cm uloženou v ložisku a koniec 38 s klinovou drážkou.

Člen 26 tvaru zvonu má valcový koniec 40 dĺžky 7,6 cm uložený v druhom konci rúrkového telesa 16. Člen 26 je tiež privarený k rúrkovému telesu 16. V strednej kužeľovej časti člena 26 je uložená druhá keramická zátka 27. Člen 26 má valcový vonkajší koniec 42 s vnútorným priemerom 8,9 cm prispôsobený na uloženie v ložisku. Vonkajší koniec 42 nesie vnútorný koniec hriadeľa 44, ktorý je súosový s pozdĺžnou osou 20 valčeka 14 a s osou hriadeľa 34. Hriadeľ 34 má klinovú drážku 46 veľkosti 17,8 cm. V tomto príklade je na rúrkovom telese 16 nasadených päť opotrebovacích prsteňov 48. Každý opotrebovací prsteň 48 má vonkajší priemer 30,48 cm a šírku "W" 8,25 cm. Opotrebovacie prstene 48 sú rozmiestnené s medzerami 25,4 cm, pričom stred stredného prsteňa 52 je umiestnený vo vzdialenosti 88,9 cm od konca rúrkového telesa 16. Opotrebovacie prstene 48, ktorých materiál bol zvolený v tomto príklade s ohľadom na jeho malú tvorbu vmestkov pri dotyku s oceľami s nízkym obsahom uhlíka, sú nasadené na rúrkové teleso 16 a v polohách privarené. Materiál použitý v tomto príklade je prednostne zliatinová oceľ NICO 6-1, alebo alternatívne NICO 10, obidve tieto ocele dodáva spoločnosť Alphatech,, Inc.. Hriadele 34 a 44 sú prednostne zo zliatinovej ocele 304 alebo alternatívne zo zliatinovej ocele 17-4.

Materiál je zvolený vzhľadom k materiálu oceľového pásu tak, aby obidva materiály spĺňali všetky alebo najviac zo šiestich požiadaviek uvedených vyššie. Prídavne je materiál zvolený kvôli jeho trvanlivosti a jeho vhodným oxidačným vlastnostiam.

Opotrebovacie prstene môžu byť ľahko odstránené a nahradené pri zlomku nákladov na nový valček bežného typu. Ďalej tieto opotrebovacie prstene minimalizujú vyžarované a prenášané teplo z oceľového pásu do zvyšku valčeka, takže sa predlžuje životnosť o niekoľko týždňov pripojením členov tvaru zvonu k rúrkovému telesu.

Chemické zloženie opotrebovacích prsteňov je starostlivo riadené. Najdôležitejšie riadené prvky sú tieto:

Prvok	% hmotnostné		
Ni	20.0	±	10.0
Cr	30.0	±	10.0
C	1.0	±	0.8
W	8.0	±	4.0
Mo	1.0	±	0.5
Co	18.0	±	12.0
Si	1.5	±	0.2
Mn	1.5	±	1.0
V	5.0	±	5.0

Pokusy urobené prihlasovateľom ukázali, že vzťah medzi vyššie uvedenými prvkami je daný touto empirickou rovnicou:

$$\frac{Si + (C(Ni+Co)/(40))^3}{.20 W + .10 (Cr + Ni + Co - 68)} = 1.0 \pm .12$$

keď materiál pásu v dotyku s opotrebovacími prsteňmi je oceľ s nízkym obsahom uhlíka.

Šírka opotrebovacieho prsteňa je starostlivo zvolená sledovaním vzťahu a rozdielu medzi zdanlivou oblasťou dotyku a reálnou oblasťou dotyku medzi pásom a opotrebovacím prsteňom (pozri obr. 9) a jeho dopadom na adhéziu alebo vlastnosti výmeškov medzi valčekom a pásom. Pre príklad zodpovedajúci obr. 9 je optimálna teoretická oblasť opotrebovacieho prsteňa určená vzorcom:

$$A_r = L/(N \times P)$$

kde L je celková záťaž, N je počet prsteňov a P je penetračná tvrdosť.

Celková sila trenia $F = T_{AU} \times A_R$ ukazuje význam minimalizácie oblasti dotyku A_R , pričom T_{AU} je stredná hodnota šmyku.

Súčiniteľ trenia

$$f = F/L = (T_{AU} \times A_C)/(P \times A_r) = (T_{AU}/P)$$

je nezávislý od oblasti dotyku a ukazuje význam voľby materiálov v dotyku, celková sila trenia však nie je nezávislá.

Za účelom dosiahnutia optimálnej šírky opotrebovacích prsteňov musí byť vykonaný pokus s použitím vzorky materiálu pásu, ktorá bude dopravovaná a kovové úseče s polomerom rovným zvolenému polomeru opotrebovacích prsteňov (pozri obr. 11). Môže byť vykonaná tlaková skúška s materiálom pásu ohriatym na prevádzkovú teplotu pece a zaznamenaná hodnota vniku (h_s) (pozri obr. 11 a 12) v závislosti od sily stlačenia F_s . Ak šírka kovovej úseče s polomerom "R" má jednotkovú hrúbku, hodnoty oblasti dotyku môžu byť ľahko vypočítané z geometrického vzťahu. Oblasť dotyku A_s na úseku krivky úseče v dôsledku veľmi malého vniku (h_s) bude dostatočne blízko k oblasti dotyku vypočítanej s použitím tetivy (d_s), teda

$$A_s = d_s(in)^2$$

Z obr. 12 je možné zistiť, že hodnota, od ktorej deformácie (h_s) (alebo d_s) nie sú viac úmerné sile F_s , zodpovedá hodnote $F_s = F_c$. Čiara zvierajúca uhol alfa s osou d_s bude pretínať krivku závislosti F_s od d_s v bode, kde

$$F_c/d_c = P$$

$$\text{tg}(\alpha) = P \text{ (P.S.I.)}$$

kde F_c je kritická záťaž úseče, d_c je kritická dĺžka dotyku a P je prieniková tvrdosť.

Teoreticky pri danej teplote pásu táto hodnota d_c je jediná pre každý materiál spracovávaného pásu a pre každú zvláštnu hodnotu polomeru opotrebovacieho prsteňa (R). Skúšky ukázali, že hodnoty (d_c) sú približne zhodné pre väčšinu materiálov z uhlíkatej ocele pracujúcich pri rovnakej teplote, tiež že sa zjednoduší výpočet optimálnej oblasti opotrebovacieho prsteňa vo väčšine prípadov.

Po voľbe počtu opotrebovacích prsteňov na základe šírky pásu, ktorý má byť spracovaný (zvyčajne stačia tri až šesť prsteňov) môže byť celková sila záťaže vyvíjaná pásom na jednotlivé opotrebovacie prstene určená takto:

$$F_r = L/N$$

kde L je celková záťaž a N je počet opotrebovacích prsteňov.

Šírka opotrebovacích prsteňov môže potom byť vypočítaná takto:

$$W_r = F_r / (P \times d_C)$$

A pretože F_C bolo určené pre jednotkovú šírku, je

$$W_r = F_r / F_C$$

Význam získania hodnoty skúškou spočíva v tom, že obsahuje vlastnosti povrchu dopravovaného materiálu. Vlastnosti povrchu materiálu sú významné, pretože počas pohybu nastáva nejaká zmena energie. To je následok pretvorenia objemu pásu v styku s opotrebovacím prsteňom spôsobený jeho vlastnou hmotnosťou. Ak sa zoberie do úvahy povrchová energia, A_R (reálna oblasť dotyku) bude vždy väčšia ako zodpovedá vzťahu

$$A_r = L / (N \times P)$$

Tento jav sa obzvlášť prejaví, ak je povrchová energia veľmi veľká alebo drsnosť povrchu je malá.

Je teda zrejmé, že vynález obsahuje valček pre žihacie pece majúci vymeniteľné nahraditeľné opotrebovacie prstene. Opotrebovacie prstene sú z materiálu majúceho nízku zvarovaciú charakteristiku v porovnaní s dopravovanými oceľovým pásmi. Okrem toho je navrhnutý tvar opotrebovacieho prsteňa kvôli optimalizácii vlastností opotrebovania v závislosti od nesenej záťaže.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Valček na prenos plochého ohriateho pásu z prvej oceleovej zliatiny zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že pozostáva z pozdĺžneho rúrkového telesa majúceho pozdĺžnu os, z hriadeľov pripojených k protiľahlým koncom rúrkového telesa na ich nesenie kvôli otáčaniu okolo pozdĺžnej osi a zo štruktúry pevne spojenej s rúrkovým telesom a tvoriacej nespojitý povrch pre dotyk a nesenie plochého ohriateho pásu na rúrkovom telese pri jeho otáčaní, pričom táto štruktúra pozostáva z druhej oceleovej zliatiny, ktorá je relatívne nerozpustná vzhľadom k prvej oceleovej zliatine ohriateho pásu, a pričom táto štruktúra je z materiálu, ktorého chemické zloženie v % hmotnostných je toto:

Prvok	% hmotnostné	
	od	do
Ni	10.0	30.0
Cr	20.0	40.0
C	0.4	1.8
W	2.0	10.0
Mo	0.5	1.5
Co	4.0	30.0
Si	0.8	2.5
Mn	1.0	2.0
V	0.0	10.0

2. Valček podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že štruktúra obsahuje pozdĺžne rozmiestnené prstene pripevnené k valcovému povrchu rúrkového telesa.

3. Valček podľa nároku 2, vyznačujúci sa tým, že šírka a priemer prsteňa sú zvolené na minimalizáciu adhezívnych síl medzi každým prsteňom a oceľovým pásom.

4. Valček podľa nároku 3, vyznačujúci sa tým, že oblasť dotyku medzi oceľovým pásom a valčekom je zvolená podľa vzorca L/P , kde L je záťaž prsteňa od pásu a P je prieniková tvrdosť materiálu pásu pri prevádzkovej teplote pece.

5. Valček podľa nároku 4, vyznačujúci sa tým, že oblasť dotyku medzi ocelovým pásom a valčekom je zvolená podľa vzorca $L/(3\sigma_y)$, kde L je záťaž prsteňa od pásu a σ_y je medza pevnosti v tlaku materiálu pásu.

6. Valček podľa nároku 2, vyznačujúci sa tým, že prsteň je premiestniteľne privarený k rúrkovému telesu.

7. Valček podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že oblasť dotyku medzi ocelovým pásom a štruktúrou na valčeku je zvolená podľa vzorca L/P , kde L je záťaž prsteňa od pásu a P je prieniková tvrdosť materiálu pásu pri prevádzkovej teplote pece.

8. Valček pre prenos plochého ohriateho pásu z prvej ocelevej zliatiny zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že pozostáva z pozdĺžneho rúrkového telesa majúceho pozdĺžnu os, z hriadeľov pripojených ku koncom rúrkového telesa na jeho nesenie kvôli otáčaniu okolo pozdĺžnej osi a zo štruktúry z druhej ocelevej zliatiny tvoriacej pozdĺžne rozmiestnené výstupky na rúrkovom telese pre dotyk a nesenie plochého ocelového pásu pri otáčaní rúrkového telesa, pričom tieto výstupky majú oblasť povrchu v dotyku s ocelovým pásom, pričom povrch je schopný minimalizácie odnášania druhej ocelevej zliatiny zo štruktúry ohriatym pásom alebo odnášania prvej ocelevej zliatiny z ohriateho pásu štruktúrou.

9. Valček podľa nároku 8, vyznačujúci sa tým, že povrch oblasti výstupov v dotyku s ocelovým pásom je zvolený podľa vzorca L/P , kde L je záťaž výstupkov od pásu a P je prieniková tvrdosť materiálu pásu pri prevádzkovej teplote pece.

10. Valček podľa nároku 8, vyznačujúci sa tým, že výstupky sú pripevnené k rúrkovému telesu v blízkosti oblasti dotyku výstupkov s ohriatym pásom.

11. Valček podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že štruktúra je vymeniteľne pripevnená k rúrkovému telesu.

12. Valček na dopravu plochého ohriateho pásu z prvej ocelevej zliatiny zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že pozostáva z pozdĺžneho rúrkového telesa majúceho pozdĺžnu os a prispôsobeného na nesenie s touto osou vo vodorovnej polohe, z hriadeľov pripojeným ku koncom rúrkového telesa na jeho nesenie kvôli otáčaniu okolo pozdĺžnej osi a z prsteňovitých členov umiestnených v pozdĺžne vzdialených polohách pozdĺž rúrkového telesa a okolo jeho pozdĺžnej osi, pričom každý prsteňovitý člen má prsteňovitý povrch na dotyk a nesenie ohriateho pásu pre vodorovný pohyb a každý prsteňovitý člen je pripevnený k rúrkovému telesu kvôli zamedzeniu pohybu prsteňovitého člena vzhľadom k rúrkovému telesu.

13. Spôsob výroby prsteňa pre valček použitý na prenos plochého ohriateho pásu z ocelevej zliatiny zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že obsahuje kroky voľby ocelevej zliatiny pre materiál prsteňa, ktorý je pomerne nerozpustný v ocelevej zliatine materiálu pásu.

14. Spôsob podľa nároku 13, vyznačujúci sa tým, že prvky v ocelevej zliatine materiálu sú zvolené, aby počas liatia vytvárali molekuly s veľmi stabilnou kovalentnou väzbou vysokej hustoty typu $C_{RX}C_X$, WC, V_XC_X atď., ktoré vyvíjajú vysokú tvrdosť a nízku povrchovú energiu v materiáli prsteňa.

15. Spôsob voľby materiálu prvej ocelevej zliatiny prsteňa pre valček použitý na prenos plochého ohriateho pásu z druhej ocelevej zliatiny zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že zahrňuje kroky voľby zliatiny materiálu prsteňa podľa rozpustnosti materiálu pásu s rozpustnosťou materiálu prsteňa.

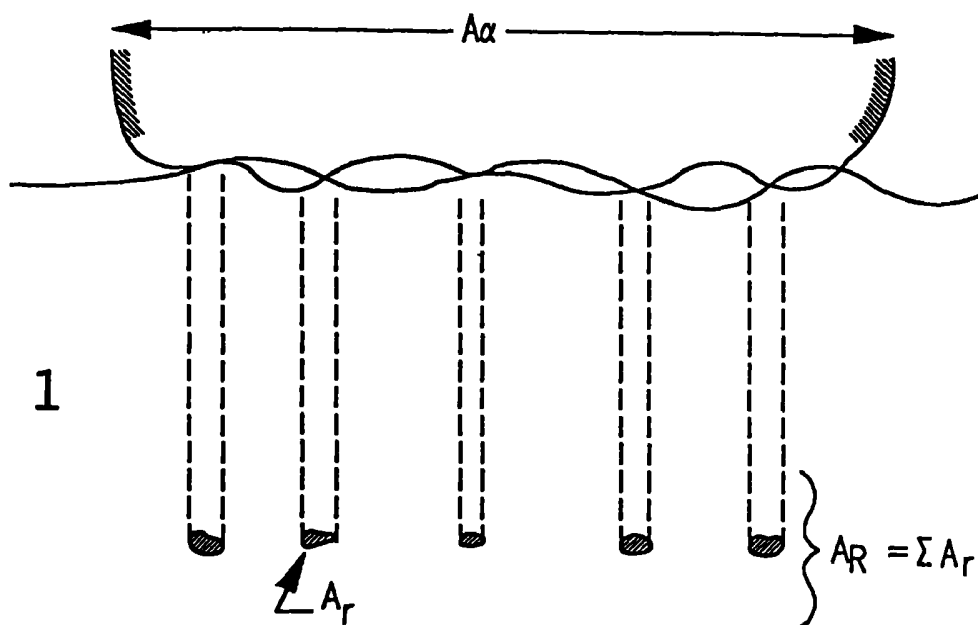
16. Spôsob určenia šírky opotrebovacieho prsteňa použitého na valčeku na odvádzanie oceleového pásu zo žihacej pece, vyznačujúci sa tým, že obsahuje kroky vykonania tlakovej skúšky

so vzorkou materiálu pásu ohriatou na prevádzkovú teplotu pece a voľby dĺžky a šírky prsteňa v závislosti od záťaže materiálu pásu na prsteni, a krivky prienikovej tvrdosti pre zvláštny materiál pásu.

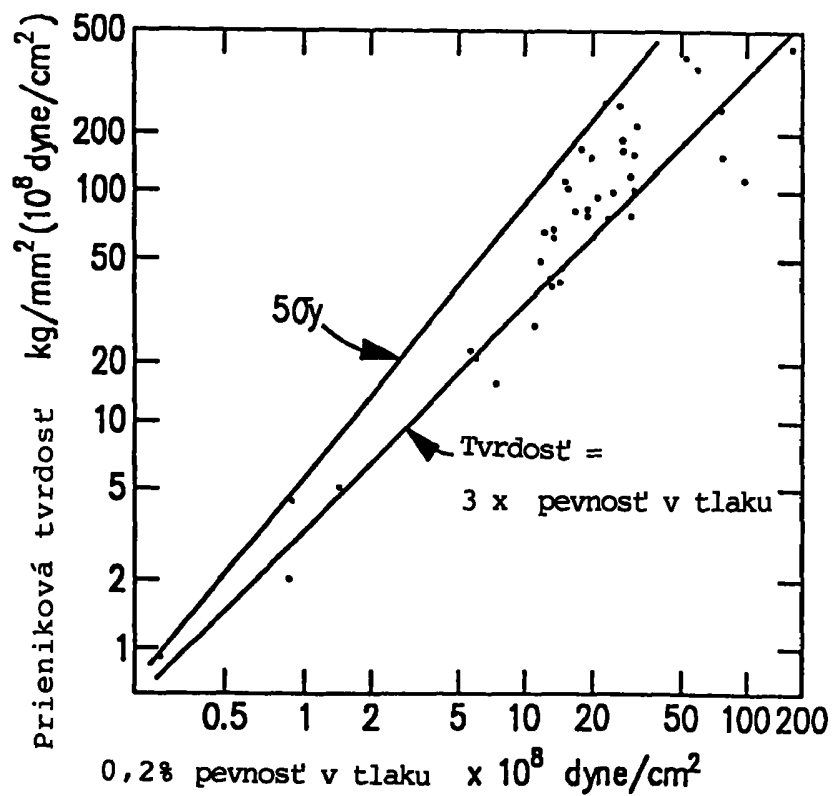
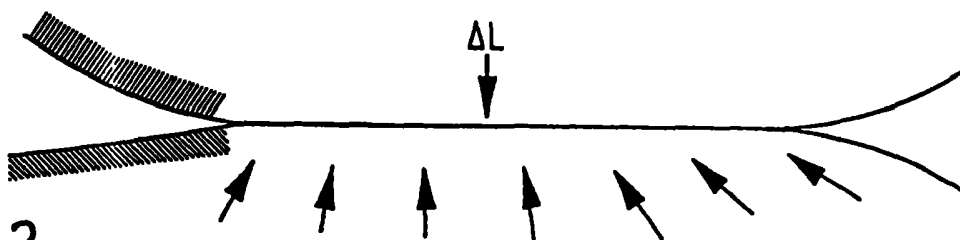
17. Valček na dopravu plochého ohriateho pásu z prvej ocelevej zliatiny, vyznačujúci sa tým, že pozostáva z pozdĺžneho rúrkového telesa majúceho pozdĺžnu os, z hriadeľov pripojených ku koncom rúrkového telesa na jeho nesenie na otáčanie okolo pozdĺžnej osi a zo štruktúry upevnenej na rúrkovom telese na dotyk a nesenie plochého ohriateho pásu na rúrkovom telese pri jeho otáčaní, pričom táto štruktúra pozostáva z druhej ocelevej zliatiny, ktorá je relatívne nerozpustná vzhľadom k prvej ocelevej zliatine ohriateho pásu, a pričom táto štruktúra je z materiálu, ktorého chemické zloženie v % hmotnostných je toto:

Prvok	% hmotnostné	
	od	do
Ni	10.0	30.0
Cr	20.0	40.0
C	0.4	1.8
W	2.0	10.0
Mo	0.5	1.5
Co	4.0	30.0
Si	0.8	2.5
Mn	1.0	2.0
V	0.0	10.0

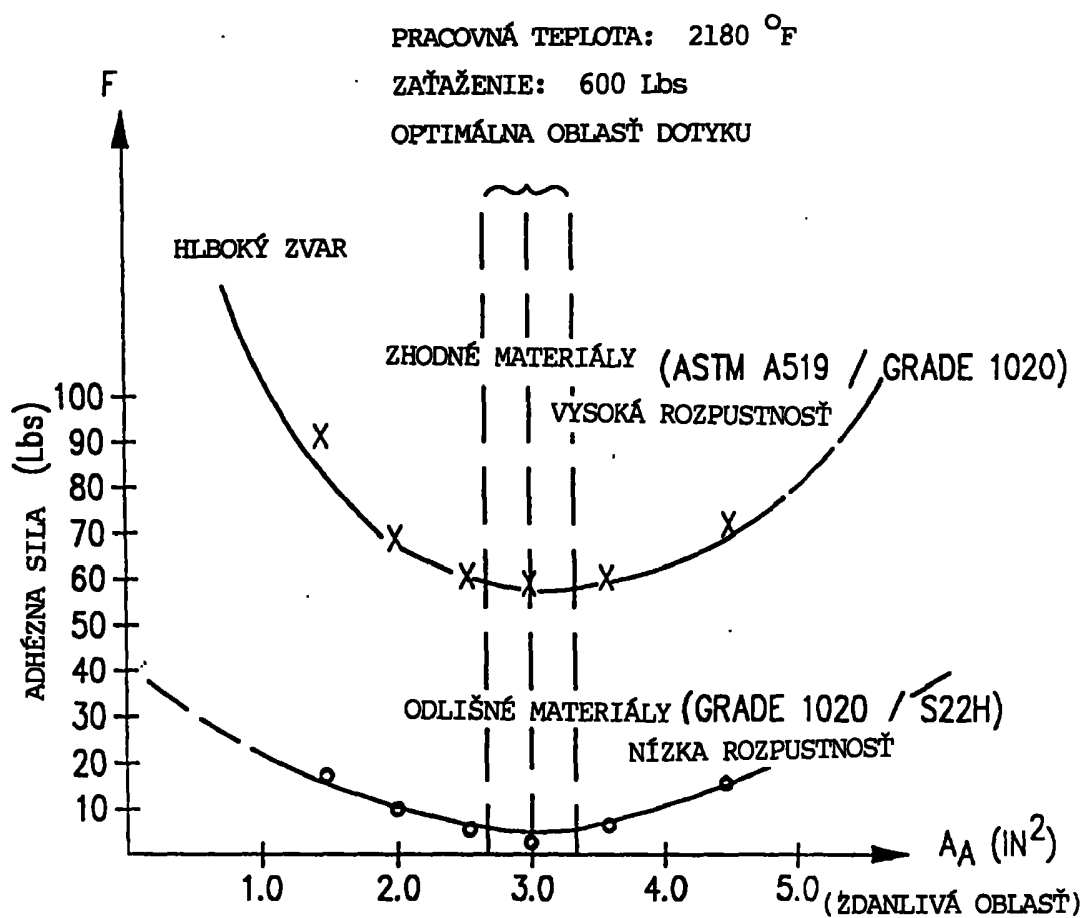
Obr. 1



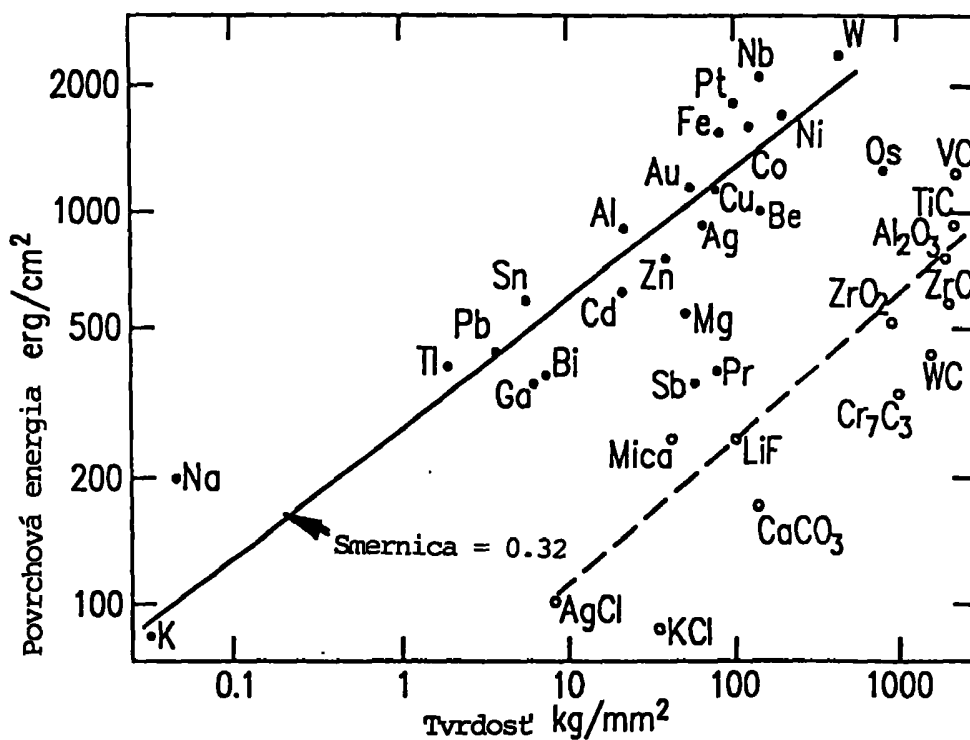
Obr. 2



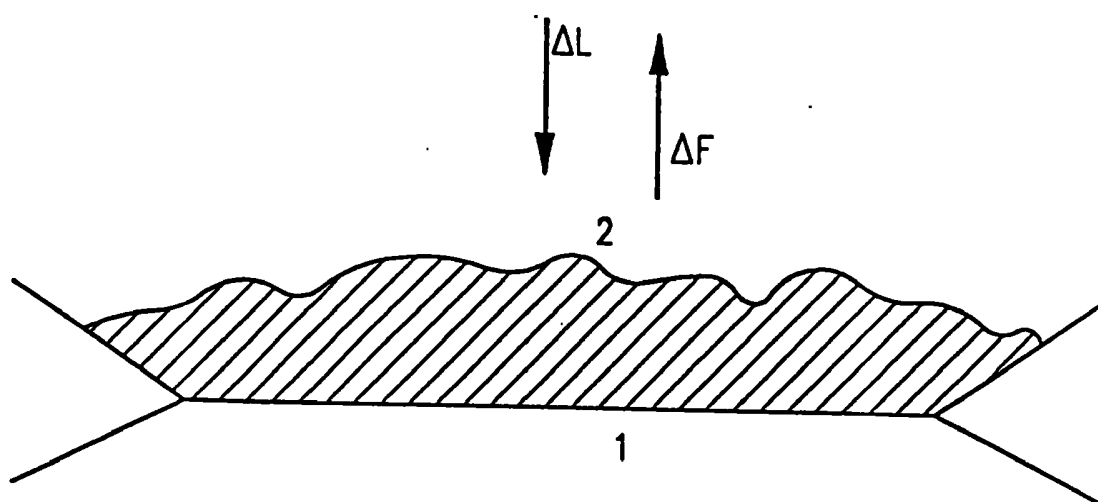
Obr. 3



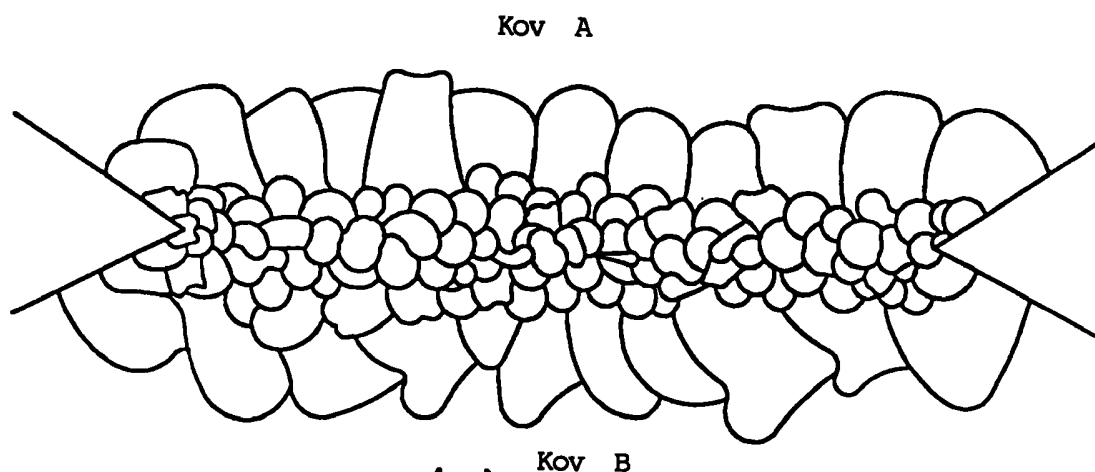
Obr. 4



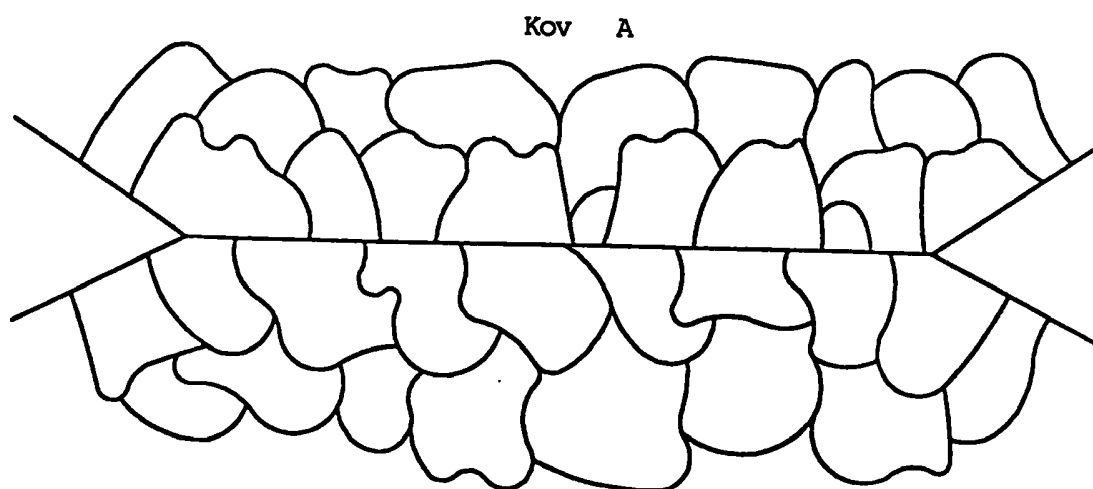
Obr. 5



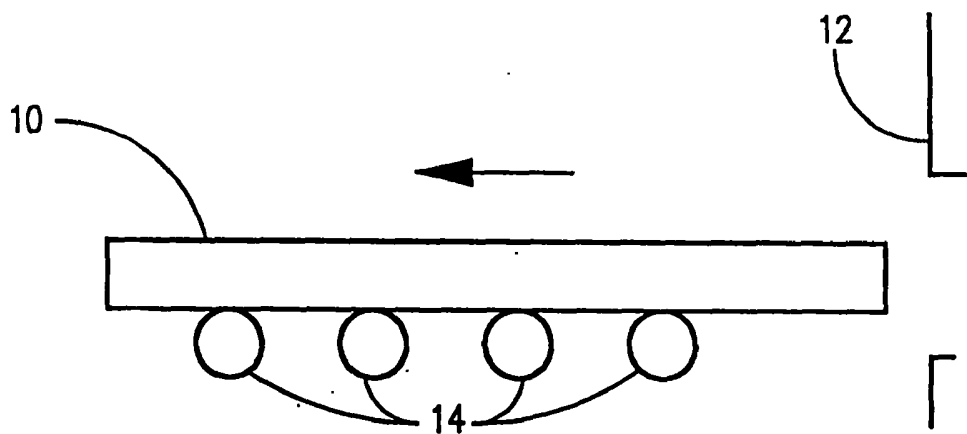
Obr. 6



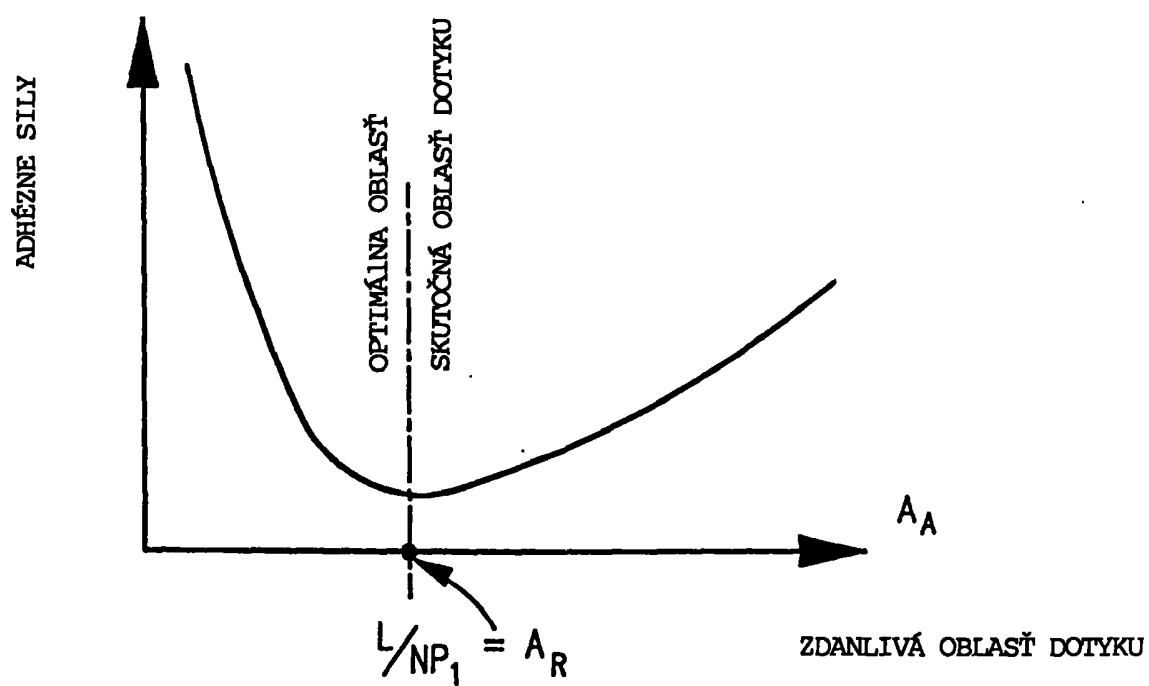
Obr. 7 (a)



Obr. 7 (b)



Obr. 8



Obr. 9

