ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

251976
(11) (B1)

(51) Int. Cl.[4]
F 24 J 2/26

(22) Prihlásené 10 06 85
(21) (PV 4131-85)

(40) Zverejnené **18 12 86**

(45) Vydané 15 09 88

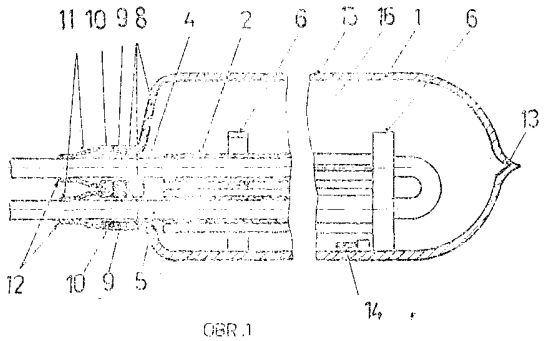
(75)
Autor vynálezu PIKNA IVAN ing., TRENČIANSKE TEPLICE, SOURAL MILOSLAV ing., TRENČÍN, VAVRUŠ JOZEF ing., NEMŠOVÁ

(54) Slnečný rúrový kolektor

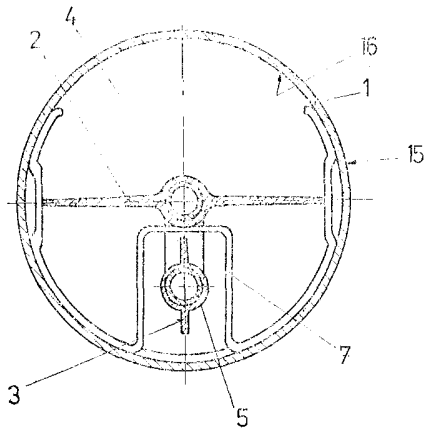
1

Účelom riešenia je dosiahnutie vysokej účinnosti zachytávania slnečného žiarenia pri znížených nárokoch na niektoré vlastnosti použitých konštrukčných materiálov. Účel sa dosiahne slnečným rúrovým kolektorom, pozostávajúcim najmenej z jednej vákuovanej transparentnej rúry, v ktorej sú uzatvorené dve kolmo k sebe orientované lamely absorbéra. Vákuovotesné vyvedenie obidvoch vetví teplonosného kanála, ktorý je upevnený k lamelám absorbéra, je uskutočnené pripájkovaním k prechodovému kovu. Sklenený kryt a prechodový kov nemusia mať odpovedajúce si koeficienty teplotnej rozťažnosti, pretože sú spolu spojené cez zátavové sklo a jednu alebo viac vrstiev prechodového skla s odstupňovanými koeficientami teplotnej rozťažnosti. Absorbér s teplonosným kanálom je vnútri skleneného krytu podopretý podperným elementom, ktorý zabezpečuje jeho upevnenie v radiálnom smere a v axiálnom smere mu umožňuje dilatovať pri zmene jeho teploty.

2



OBR.1



OBR.2

Vynález sa týka slnečného rúrového kolektora, tvoreného najmenej jednou transparentnou vákuovanou rúrou, v ose ktorej je na podpernom elemente vedená centrická vetva teplonosného kanála tvaru U, ktorý je expandovaním spojený s lamelovým absorbérom.

Je známe, že element rúrového vákuového slnečného kolektora môže byť konštruovaný tak, že absorbér i teplonosný kanál je umiestnený v priestore, ktorý vymedzuje dvojitý plášť, tvorený dvomi súosovo orientovanými, na jednom alebo obidvoch koncoch spojenými sklenenými rúrami rozdielneho priemeru, pričom priestor medzi obidvoma rúrami je vyvákuovaný. Nevýhodou tejto konštrukcie, ktorá je uvedená napr. v patente USA č. 4 124 019, je zvýšenie optických strát, dané zdvojením skleneného krytu, ďalej zvýšené materiálové nároky na konštrukciu skleneného krytu a zvýšená hmotnosť kolektora. Iné konštrukčné riešenie je v použití len jednej sklenenej rúry ako skleneného krytu slnečného kolektora, ktorej vnútorný priestor je vyvákuovaný, toto riešenie však vyžaduje nutnosť vákuovotesného vyvedenia teplonosného kanála, ktorý je umiestnený spolu s prvkom absorbujúcim slnečné žiarenie vnútri skleneného krytu. Absorbér a teplonosný kanál môžu byť vytvorené z jedného dielu, ako je uvedené napr. v patente č. 4 122 831, čo však so sebou prináša nutnosť používať na jeho konštrukciu taký materiál, ktorý spĺňuje všetky požiadavky ako pre absorbér, tak pre teplonosný kanál, ako sú vysoká tepelná vodivosť, možnosť nanášania spektrálne selektívnej absorpčnej vrstvy, nízka korozívnosť pri použití príslušného pracovného média, možnosť jeho použitia ako konštrukčného materiálu pre vákuové systémy a často i možnosť jeho vákuovotesného spojenia, najčastejšie pomocou pájky, s iným kovom, ktorý zabezpečuje prechod medzi sklenenými a kovovými časťami kolektora. Takýmto materiálom môže byť napr. meď. V mnohým prípadoch je však žiadúce používať ako materiál na konštrukciu absorbéra iný kov s dobrou tepelnou vodivosťou, ako je napr. hliník alebo jeho zliatiny, ktorý je lacnejší, má menšiu mernú hmotnosť, umožňuje vytvárať na jeho povrchu výhodné spektrálne selektívne absorpčné vrstvy typu Al-Al_2O_3-Me, kde Me býva najčastejšie nikel alebo kobalt, výroba profilov požadovaného tvaru je technologicky bežnou záležitosťou, ovšem nevyhovuje úplne pre svoju korozívnosť a zvlášť pre obtiažné vákuovotesné spojenie s inými kovmi, takže je vhodné vytvárať kombináciu absorbér-teplonosný kanál z dvoch rôznych kovov, napríklad hliníka a medi. Pri spojovaní obidvoch materiálov je potrebné zabezpečiť ich dobrý kontakt pre dosiahnutie minimálneho, s ohľadom k vlastnostiam a rozmerom použitých materiálov, tepelného odporu, ktorý podmieňuje nízke tepelné straty zariadenia. Tento problém býva riešený najčastejšie pružným spojom, ako je známe napríklad z patentu USA č. 4 133 298 alebo patentu USA č. 4 231 353, pri ktorom absorbér čiastočne obopína kovovú rúrku, ktorá tvorí teplonosný kanál. Nevýhodou takého spojenia je postupná strata mechanického kontaktu obidvoch častí vplyvom často sa meniacich teplotných režimov, typických pre slnečné zariadenia, ďalej je obtiažné a len za cenu náročnejšieho konštrukčného prevedenia alebo čiastočného poškodenia absorpčnej vrstvy možné spojenie absorbéra s vopred nanesenou absorpčnou vrstvou teplonosného kanála, pričom táto podmienka spojovať už povrchovo upravený absorbér s teplonosným kanálom je, vzhľadom k technológii výroby absorpčnej vrstvy, dôležitá práve u uvedených absorpčných vrstiev typu Al-Al_2O_3-Me, keď materiálom teplonosného kanála je meď. Tento problém rieši vhodne spoj, pri ktorom je teplonosný kanál tvorený rúrkou, ktorá je zastrčená do otvoru, vytvoreného v telese absorbéra, a nasledovne kovovým tŕňom, pretlačovaným vnútrajškom rúrky, rozexpandovaná, takže je jej vonkajší povrch po celom obvode pevne rozlisovaný v otvore absorbéra a tak sa dosiahne pevné a stále spojenie obidvoch materiálov, čo je uvedené v patente USA č. 4 217 886, kde je však tiež navrhovaná rozmerová predúprava priemeru otvoru absorbéra spolu s vytvorením drážok, do ktorých zateká pod tlakom, spôsobeným kovovým tŕňom, materiál teplonosnej rúrky. Výhodou tohoto riešenia je vysoká mechanická pevnosť a odolnosť proti vzájomnému posunutiu obidvoch konštrukčných dielov, avšak pri umiestnení obdobného spoja do evakuovaného priestoru možno očakávať pozvolné prenikanie vzduchu, uzatvoreného vo vytvorených a nie vždy materiálom teplonosného kanála úplne zaplnených drážkach, netesnosťami medzi povrchmi obidvoch materiálov, čo má za následok postupné zvyšovanie tlaku v kolektorovom elemente a znižovanie jej účinnosti, pretože požadovaná kvalita vákua, používaná u týchto typov slnečných kolektorov, sa pohybuje okolo relatívne veľmi nízkych hodnôt tlaku 10^{-2} až 10^{-3} Pa vo vnútri skleneného krytu. Ďalšou nevýhodou uvedenej metódy je skutočnosť, že otočné upevnenie kovového tŕňu neumožňuje expandovať teplonosný kanál v otvore absorbéra v prípade, keď teplonosný kanál nemá po celej svojej dĺžke nezakrivený tvar, pretože pre odstránenie nutnosti kompenzácie dilatačných rozdielov absorbéra s teplonosným kanálom a skleneného krytu rúrového vákuového kolektorového elementu je výhodné použiť teplonosný kanál napr. v tvare U, u ktorého je treba expandovanie vykonať nie ťahom, ale tlakom. Element vákuového rúrového slnečného kolektora sa bežne používa pre získavanie tepelnej ener-

gie transformáciou ako opticky neupravovaného, tak koncentrovaného slnečného žiarenia. Existujú také typy korytových koncentrátov slnečného žiarenia, ktoré pre dosiahnutie vysokej smerovej účinnosti, vyžadujú použiť ako zberače koncentrovaného žiarenia sústavu dvoch nad sebou umiestnených elementov rúrového vákuového kolektora, ktorých lamelové absorbéry sú k sebe orientované v podstate kolmo a v celku tvoria absorpčnú plochu tvaru T. Nevýhodou tohto usporiadania je nutnosť používať dva elementy rúrového vákuového kolektora pre každú opticky samostatnú jednotku koncentrátora slnečného žiarenia, prípadne pre únik časti koncentrovaného slnečného žiarenia medzerou medzi obidvomi lamelovými absorbérami. Problém vákuovotesného vyvedenia teplonosného kanála, ktorý je obvykle z kovového materiálu s vysokou tepelnou vodivosťou, zo sklenéného krytu kolektorového elementu musí byť vyriešený tak, aby bola zabezpečená nielen požadovaná životnosť vákua, ale aj možnosť vákuovania jednotlivých kolektorových elementov pri ich ohreve na teplotu, ktorá musí byť, pre zaistenie potrebnej veľkosti vákua po ukončení vákuovania, kedy v systému dochádza k vyrovnávaniu povrchových a objemových koncentrácií plynných zložiek smerom k rovnovážnemu stavu a pre maximálne skrátenie technologicky nutného času vákuovania, podstatne vyššia, ako je dosiahnuteľná teplota stagnácie kolektora. Z tohoto dôvodu sa obvykle zaraďuje medzi sklenený kryt a teplonosný kanál prechodový kov, ktorý má koeficient teplotnej rozťažnosti blízky koeficientu teplotnej rozťažnosti materiálu skleneného krytu, pričom obidva materiály sú spojené, ako je tomu napr. v patente USA č. 4 183 351 alebo v patente USA č. 4 231 353, pomocou sklenenej frity, vzniknutej roztavením práškového skleneného materiálu, pričom prechodový kov, ktorý má tvar pružného veka o priemere, rovnajúcemu sa približne priemeru sklenenej rúry, je možné vákuovotesne spojiť s vývodom teplonosného kanála pájkovaním, napr. striebornou pájkou. Nevýhodou popísaného spojenia kovu so sklom je materiálová a technologická náročnosť prevedenia a tepelnovodivé spojenie teplonosného kanála s pomerne veľkou kovovou plochou, ktoré zvyšuje tepelné straty. Ďalšou možnosťou je potom priame spojenie rôzne tvarovanej kovovej priechodky s materiálom skleneného krytu, pričom zatavované časti krytu sú rozmerovo prispôsobené kovovej priechodke, zátavom typu kov-sklo. Nevýhodou tohoto riešenia je nutnosť používať ako materiál skleneného krytu sklo, ktoré má koeficient teplotnej rozťažnosti blízky koeficientu teplotnej rozťažnosti kovovej priechodky, pričom je niekedy žiadúce používať ako sklenený kryt sklo, ktoré nemá odpovedajúceho kovového zátavového partnera, či už z dôvodov technologických pri tvarovaní skla, chemickej odolnosti skla alebo komerčných. Teleso absorbéra v sklenenom kryte býva upevnené podpernými elementami, ktoré môžu byť vytvorené, ako je tomu napr. v patente USA č. 4 440 154, špirálovo tvarovaným pružným drôtom, alebo môže byť sústava absorbér — teplonosný kanál, ako je uvedené v patente USA č. 4 205 655, podopretá cez rôzne tvarovaný podperný prvok v tvarovanom konci skleneného krytu, ďalej sú známe konštrukcie, kde je podperný element mechanicky spojený s telesom absorbéra alebo teplonosného kanála. Nevýhody týchto konštrukcií sú v zložitom tvare, a tým pracnejšej výrobe podperných prvkov, v nutnosti tvarovania skleneného krytu alebo v mechanických úpravách telesa absorbéra.

Uvedené nevýhody odstraňuje rúrový vákuový slnečný kolektor podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že lamely absorbérov, upevnené na obidvoch vetvách teplonosného kanála, sú k sebe orientované v podstate kolmo, čím je možné odstrániť nutnosť použitia dvoch elementov rúrového vákuového kolektora ako zberačov koncentrovaného žiarenia pri použití určitých typov korytových koncentrátorov slnečného žiarenia, alebo je tak zaistená vyššia účinnosť zachytenia koncentrovaného slnečného žiarenia. Ďalšie nevýhody odstraňuje rúrový vákuový slnečný kolektor podľa vynálezu, ktorého podstatou je to, že sklenený kryt je svojou prednou časťou vákuovotesne pripojený k obidvom vetvám teplonosného kanála vždy cez najmenej jednu vrstvu prechodového skla s odstupňovaným koeficientom teplotnej rozťažnosti, zátavové sklá, kovové priechodky a tvrdou vákuovou pájkou, čím sa dosiahne možnosť použiť pre konštrukciu skleneného krytu taký druh skla, ktorý nemusí mať rovnaký koeficient teplotnej rozťažnosti ako známe zátavové kovové materiály, pri zachovaní požadovanej životnosti vákua, pričom tento druh skla môže byť výhodnejší ako sklo, vhodné pre priamy zátav s kovom, z hľadiska technologického pri tvarovaní skla, chemickej odolnosti, alebo aj z hľadiska výroby či dostupnosti sklenených rúr požadovaných rozmerov. Ďalšie nevýhody odstraňuje rúrový vákuový slnečný kolektor podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že podperný element sústavy absorbér-teplonosný kanál je tvorený kovovým pásikom, so stredovým nosným vyhnutím, nasunutým s predpätím pozdĺž vnútorných stien skleneného krytu, čím sa dosiahne uľahčenie montáže elementov rúrového vákuového slnečného kolektora, pričom výroba popísaného podperného elementu je náročná ako technicky, tak materiálove.

Ďalšími účinkami navrhovaného konštrukčného usporiadania je vysoká účinnosť odovzdávania tepla teplonosnému médiu

absorbérom vplyvom minimálne termického odporu v dôsledku spojenia teplonosného kanála s absorbérom expandovaním za súčasného rešpektovania požiadaviek technológií vákuových výrob a životnosti vákua, ďalej odstránenie nutnosti používania prvkov, kompenzujúcich rozdielne dilatácie použitých konštrukčných materiálov a vysoká účinnosť pohlcovania slnečného žiarenia za súčasneho nízkeho vyžarovania tepelnej energie využitím vlastností spektrálne selektívnej absorpčnej vrstvy.

Na pripojených výkresoch je znázornený príklad prevedenia slnečného kolektora podľa vynálezu, kde na obr. 1 je rúrový vákuový kolektorový element v náryse, na obr. 2 je rúrový vákuový kolektorový element v priečnom reze a na obr. 3 je slnečný kolektor, ktorý tvorí sústava štyroch rúrových vákuových kolektorových elementov.

Slnečný kolektor (obr. 3) pozostáva zo štyroch rúrových vákuových kolektorových elementov, ktoré sú medzi sebou a rozvodným potrubím **18** spojené pružným prvkom **17**, ktorým je medená rúrka. Pružný prvok **17** je s vývodmi teplonosného kanála **4**, **5** spojený tvrdou pájkou **19**, napr. medenou s obsahom striebra alebo fosforu. Rúrový vákuový kolektorový element (obr. 1 a obr. 2) pozostáva z tenkostennej sklenenej rúry, ktorá tvorí priehľadný kryt **1**, kovového absorbéra **2**, **3** z vytláčaného hliníkového profilu, na ktorom je na jednej alebo z oboch strán nanesená spektrálne selektívna absorpčná vrstva, napr. typu Al-Al_2O_3-Ni. Do otvoru absorbéra **2** je naexpandovaná centrická vetva **4** a do otvoru absorbéra **3** je naexpandovaná excentrická vetva **5** teplonosného kanála tvaru U, ktorý je z tenkostenej medenej rúrky. Excentrická vetva **5**, teplonosného kanála, naexpandovaná do otvoru absorbéra **3**, prechádza voľne pod absorbérom **2**, ktorý je v sklenenom kryte **1** podopretý pružnými kovovými prvkami **6** so stredovým nosným vyhnutím **7**, ktoré sú tvarované tak, aby upevňovali absorbér **2** v radiálnom smere a v axiálnom smere mu umožnili dilatovať pri zmene jeho teploty. Tvarovaná predná časť skleneného krytu **1** s dvoma otvormi **8** pre vyvedenie vetví **4**, **5** teplonosného kanála je vyrobená buď tvarovaním valcovej časti skleneného krytu **1**, alebo natavením skleneného výlisku príslušného tvaru na valcovú časť skleneného krytu **1**. Predná časť skleneného krytu **1** s otvormi **8** je s vetvami **4**, **5** teplonosného kanála vákuovotesne spojená cez tenké vrstvy prechodových skiel **9**, zátavové sklá **10** a kovové priechodky **11** striebornou pájkou **12**, pričom zátav typu kov-sklo môže byť vyrobený napr. pomocou indukčného ohrevu zatavením rúrky z kovarového skla a jednoducho upravenej rúrky zo zliatiny FeNiCo. Priestor vnútri skleneného krytu **1** je vyvákuovaný cez čerpaciu rúrku **13**, ktorá sa po ukončení vákuovania zataví, na tlak menší než 10^{-2}Pa. Na udržanie potrebného vákua je možné použiť krúžkový baryový geter **12**, ktorý sa po zatavení čerpacej rúrky **13** odpáli. Pre zlepšenie optických vlastností skleneného krytu **1** je na jeho vonkajšom povrchu nanesená antireflexná vrstva **15** a na jeho vnútornom povrchu reflexná vrstva **16** pre tepelné žiarenie.

Popísaný slnečný kolektor môže byť využívaný pre získavanie tepelnej energie na ohrev teplej úžitkovej vody, vykurovanie alebo chladenie, prípadne jednotlivé elementy môžu byť používané ako zberače koncentrovaného žiarenia buď pod rovinné, alebo pre korytové koncentrátory slnečného žiarenia, kedy je možné napr. vyrábať paru s následnou výrobou elektrickej energie.

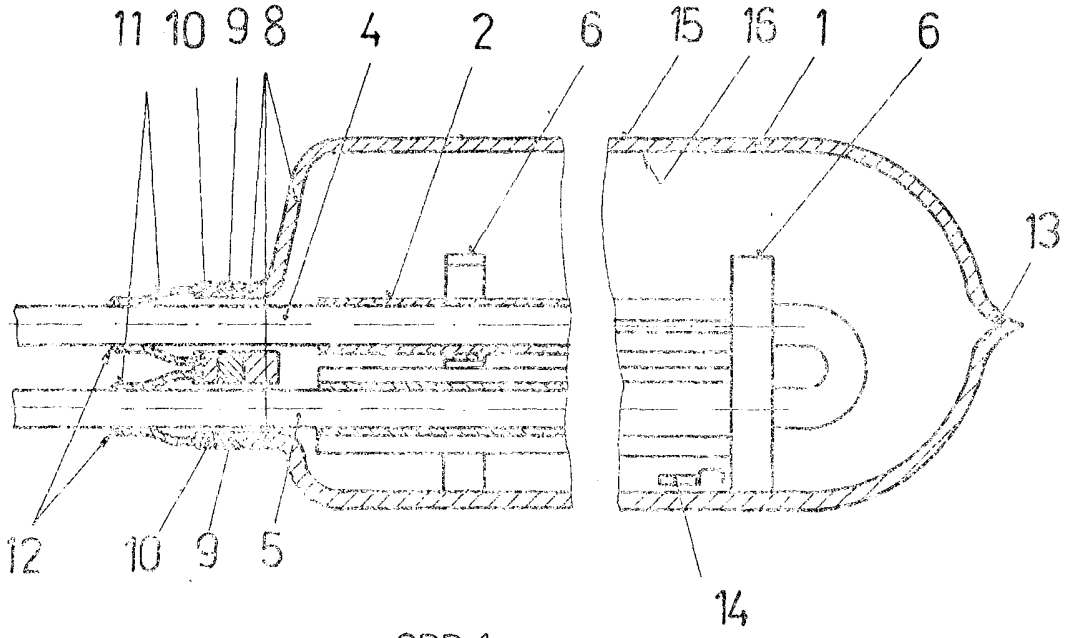
PREDMET VYNÁLEZU

1. Slnečný rúrový kolektor, tvorený najmenej jednou vákuovanou transparentnou rúrou, v ose ktorej je na podpernom elemente vedená centrická vetva teplonosného kanála tvaru U, ktorý je expandovaním spojený s lamelovým absorbérom, vyznačujúci sa tým, že lamely absorbérov (2, 3) na obidvoch vetvách (4, 5) teplonosného kanála sú k sebe orientované v podstate kolmo.

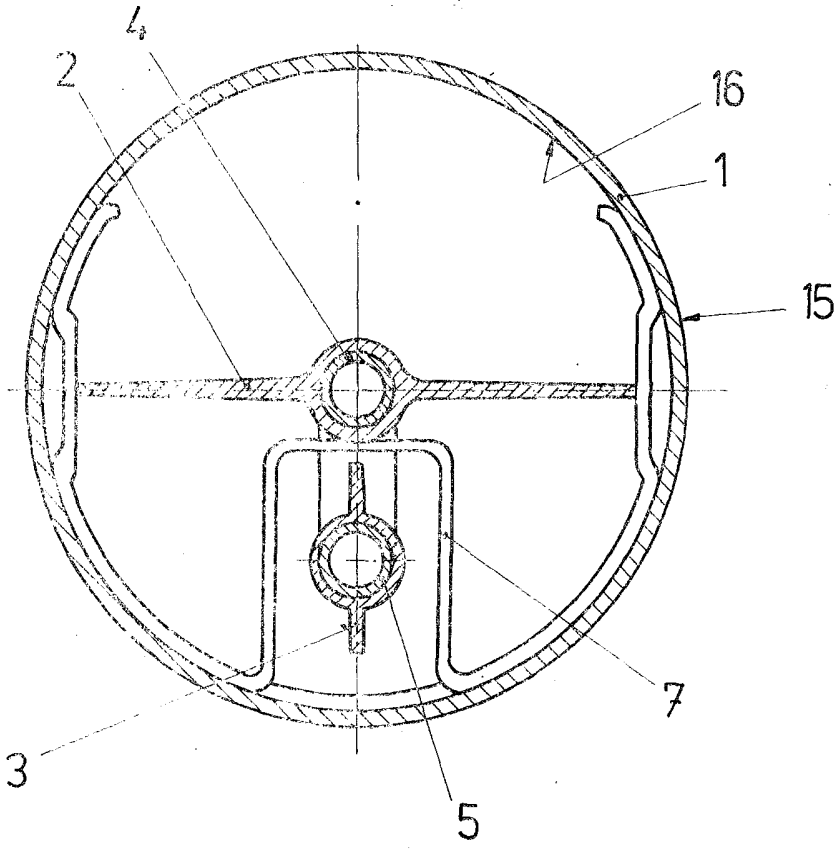
2. Slnečný rúrový kolektor podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sklenený kryt (1) je svojou prednou časťou vákuovotesne pripojený k obidvom vetvám (4, 5) teplonosného kanála vždy cez jednu vrstvu (9) alebo viacej vrstiev prechodového skla s odstupňovaným koeficientom teplotnej rozťažnosti, zátavové sklo (10), kovovú priechodku (11) a tvrdú vákuovú pájku (12).

3. Slnečný rúrový kolektor podľa bodu 1 alebo 2, vyznačujúci sa tým, že podperný element (6) je tvorený kovovým pásikom, nasunutým s predpätím pozdĺž vnútorných stien skleneného krytu (1) a opatreným stredovým nosným vyhnutím (7).

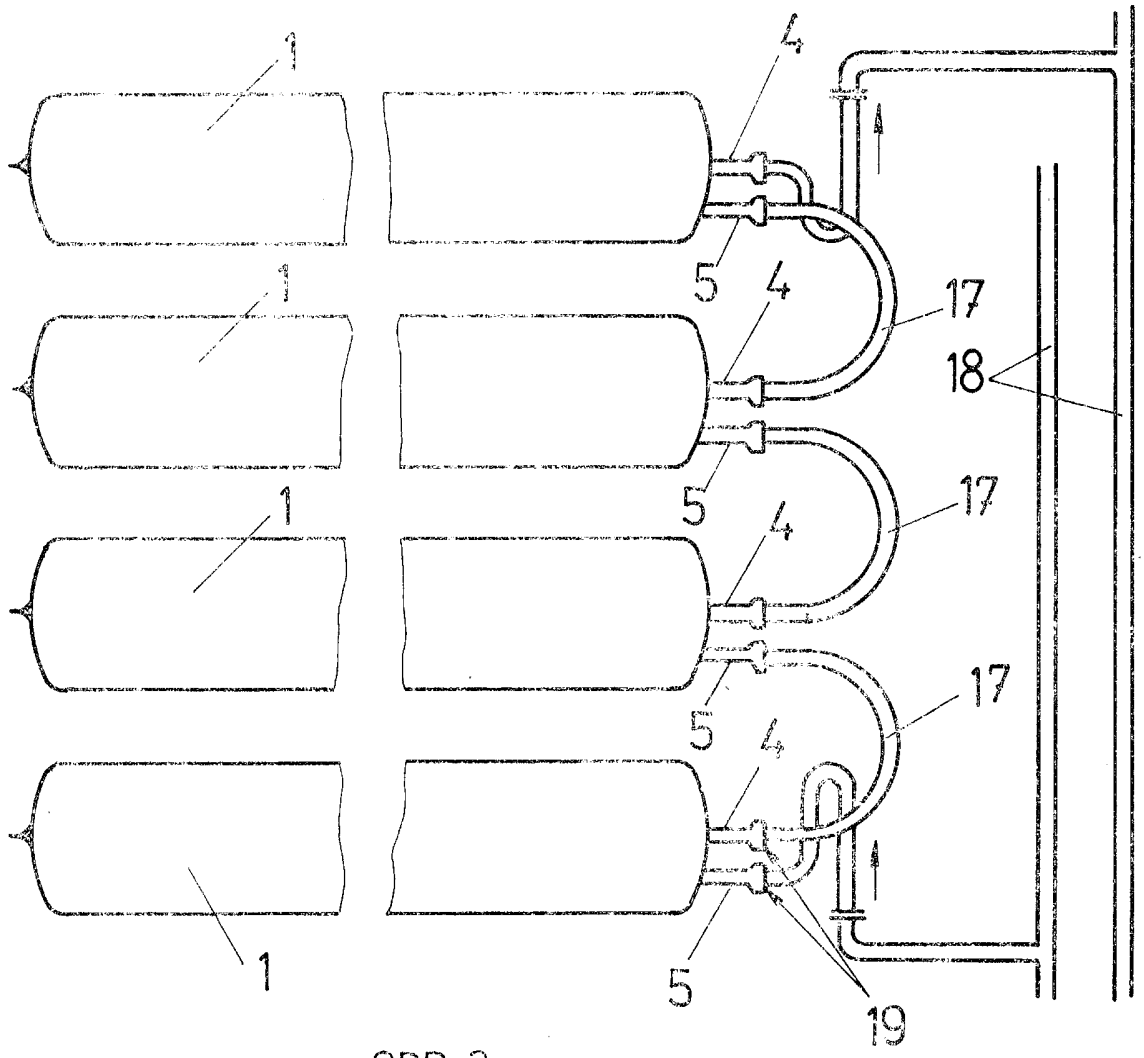
2 listy výkresov



OBR.1



OBR.2



OBR. 3