

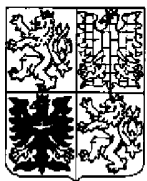
# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**1999 - 2614**

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **02.02.1998**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **03.02.1997 28.11.1997**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/9700349 1997/9704422**

(33) Země priority: **SE SE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.05.2000**  
(Věstník č. 5/2000)

(86) PCT číslo: **PCT/SE98/00163**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO98/34323**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>:

**H 02 K 9/16**

**H 02 K 15/08**

(71) Přihlašovatel:

**ABB AB, Västeras, SE;**

(72) Původce:

**Kalldin Hans-Olof, Västeras, SE;**

**Kylander Gunnar, Västeras, SE;**

**Leijon Mats, Västeras, SE;**

**Göran Bengt, Västeras, SE;**

**Edman Arne, Västeras, SE;**

(74) Zástupce:

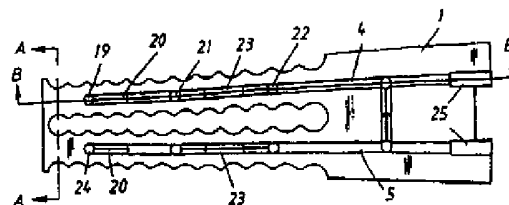
**PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,  
140 00;**

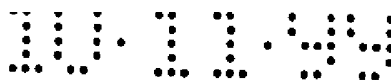
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Koncová deska**

(57) Anotace:

Koncová deska (1) je v otáčivém elektrickém stroji spojena se satorovým vinutím pomocí kabelu, přičemž deska (1) zahrnuje axiálně orientované drážky vinutí, které odpovídají drážkám satoru a dále axiálně orientované otvory (19, 21, 22) pro chladicí trubky odpovídajícím satoru. Koncová deska (1) dále zahrnuje alespoň jeden ohýbací prvek (20, 23) předem tvarovaný v desce (1) pro chladicí trubky, které se vkládají do otvorů pro chladicí trubky (19, 21, 22), a dále zahrnuje podpory a ochranu chladicí trubky, a to v prvním axiálně orientovaném otvoru (19) u svého výstupu ze satoru otáčivého elektrického stroje, přičemž koncová deska (1) zahrnující ohýbací prvky (20, 23) je umístěna u konce satoru, přičemž chladicí trubka je ohnuta okolo ohýbacího prvku (20, 23) a to před upevněním v druhém axiálně orientovaném otvoru (21) satoru, nebo pro prodloužení ven ze satoru.





## Koncová deska

### Oblast techniky

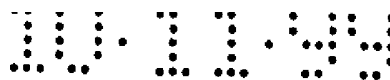
Vynález se týká otáčivých elektrických strojů, například synchronních elektrických strojů, a stejně tak strojů s dvojitým napájením, aplikací kaskád asynchronních statických proudových konvertorů, strojů s vnějšími póly a synchronních strojů, a rovněž strojů na střídavý proud, které se v první řadě používají v elektrárnách jako generátory elektrického proudu. Vynález se zvláště týká statoru zmíněných strojů, a to provedení pro chlazení statorových zubů, a tím nepřímo i izolovaných elektrických vodičů vinutí statoru.

### Dosavadní stav techniky

Podobná zařízení byla obvykle navržena pro napětí s hodnotou 6-30 kV, přičemž napětí 30kV bylo považováno za horní limit. U těchto zařízení to obecně znamená, že generátor musí být připojen k síti přes transformátor se schopností zvyšování napětí na úroveň sítě, to je v rozmezí přibližně 130-400 kV. Takové zařízení je určeno pro vysoká napětí. Vysokým napětím se zde rozumí vysoká napětí s hodnotou nad 10 kV. Typickým pracovním rozsahem zařízení podle tohoto vynálezu je napětí od 36 kV do 800 kV. Vynález je na druhém místě určen pro použití v určené technické oblasti s napětím pod 36 k.

Pro obvyklé chlazení existují dva rozdílné systémy chlazení vzduchem: radiální chlazení, u kterého vzduch vstupuje přes náboj rotoru a radiálními kanálky do rotoru, a dále axiální chlazení, u kterého je vzduch foukán axiálními větráky do mezer mezi póly. Stator je rozdělen do radiálních vzduchových kanálků pomocí (obvykle rovných) mezerníků, které jsou připojeny přivařením. Vzhledem k malé tepelné vodivosti statoru se musí počet kanálků často zvyšovat. Nevýhodou chlazení vzduchem je skutečnost, že ventilační ztráty jsou často velmi značné, a proto musí být stator dlouhý, aby mohl obsáhnout větší množství ventilačních kanálků. Ventilační kanálky rovněž zeslabují mechanickou strukturu, zvláště v případě vysoko napěťových generátorů s dlouhými zuby, které zde již byly zmíněny.

Známe je rovněž chlazení vodou pomocí chladicích trubek v jádru kotvy statoru. Elektricky odizolované kovové trubky musely být nutně použity proto, aby nezkratovaly vrstvy ve statoru. Nevýhoda spočívá v tom, že při poškození izolace se může generátor vzniklým indukovaným proudem zničit. Za zmínku rovněž stojí náklady na ohýbání a



přivařování trubek ve spojích. Další nevýhoda spočívá v tom, že se v kovových trubkách elektrických strojů na střídavý proud indukují vířivé proudy, což vede k jistým ztrátám napětí.

Dokument US 036 165 uvádí vodič, u kterého izolace sestává z vnitřní a vnější vrstvy polovodivého pyrolizovaného skleněného vlákna. Známé je rovněž použití polovodičů, a to u dynamo-elektrických strojů, s izolací, která je například popsána v US 5 066 881, u které je vrstva z polovodivého pyrolizovaného skleněného vlákna v kontaktu se dvěma rovnoběžnými tyčemi, které tvoří vodič, a kde je izolace v drážkách statoru obklopena vnější vrstvou z polovodivého pyrolizovaného skleněného vlákna. Pyrolizované skleněné vlákno je uvedeno jako vhodné vlákno, jelikož si zachovává hodnotu odporu dokonce i po nanesení impregnace.

### Podstata vynálezu

Použitím vysokonapěťových izolovaných vodičů, u následujících uvedených vysokonapěťových kabelů, s pevnou izolací, která se podobá izolaci kabelů určených pro přenos elektrického proudu ve vinutí statoru (například kabely XLPE), se může zvýšit napětí stroje na takovou úroveň, že se stroj může připojit přímo k síti, a to bez použití transformátoru. Konvenční transformátor se tak může vyloučit. Tato koncepce vyžaduje štěrbiny, ve kterých je kabel ve statoru uložený, s větší hloubkou než je tomu u konvenční technologie (tenčí izolace, vzhledem k vysokému napětí, a mnohem více závitů ve vinutí). Přináší to nový problém pokud jde o chlazení, vibrace a vlastní kmitočty v oblasti konce cívky, zubů a vinutí.

Cílem tohoto vynálezu je poskytnout stator otáčivého elektrického stroje s koncovou deskou pro použití k přímému chlazení statoru, zvláště zubů statoru otáčivého elektrického stroje typu, který již byl popsán, a u kterého se chlazení realizuje chladicími trubkami, které jsou ve statoru orientovány v axiálním směru. Úlohou desky statoru je poskytnout chladicím trubkám, na koncích statoru, ochranu. Chladicí trubky jsou při montáži vystaveny mechanickému namáhání, a to na obou koncích statoru, které je tímto vynálezem eliminováno.

Dalším cílem tohoto vynálezu je, aby deska statoru při montáži vytvářela ohýbací šablonu chladicích trubek. Výhody poskytnuté tímto vynálezem jsou uvedeny v dalším popisu. Vynález je především určen k použití u vysokonapěťových kabelů, které budou dále popsány mnohem podrobněji, přičemž jeho výhody budou ze zmíněného popisu zřejmé.



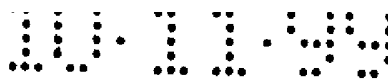
Tento vynález se týká koncové desky statoru v souvislosti s chlazením statoru a jeho laminovaných výstupků, konkrétně zubů statoru a nepřímo vinutí statoru otáčivého elektrického stroje, například vysokonapětového generátoru střídavého proudu.

Deska zahrnuje axiálně směřované drážky vinutí odpovídající statoru, a axiálně směřované otvory pro vstup a výstup chladicích trubek. Deska rovněž zahrnuje výřezy, ve kterých se nachází ohýbací prvky, okolo kterých jsou umístěny chladicí trubky určené k ohýbání. Koncová deska rovněž zahrnuje montážní drážky, jejichž úkolem je udržet, u výstupu každé šterbiny vinutí z koncové desky, těsnicí prvek.

U zařízení podle tohoto vynálezu se vinutí, kterému se dává přednost, skládá z kabelů, které mají pevnou protlačovanou izolaci, a které se používají k rozvodu elektrické energie, například XLPE kabely, nebo kabely S izolací EPR. Kabel tohoto typu zahrnuje vnitřní vodič složený z několika pramenů, vnitřní polovodivou vrstvu obklopující zmíněný vodič, pevnou izolační vrstvu obklopující zmíněnou polovodivou vrstvu, a dále zahrnuje vnější polovodivou vrstvu obklopující zmíněnou izolační vrstvu. Takové kabely jsou pružné, což je velmi důležitá vlastnost, jelikož technologie pro toto zařízení a podle tohoto vynálezu, je založena především na systému vinutí, u kterého je vinutí vytvářeno z kabelu, který je během montáže ohýbán. Pružnost kabelu XLPE běžně odpovídá poloměru zakřivení, který má pro kabel o průměru 30 mm hodnotu 20 cm, přičemž u kabelu o průměru 80 mm činí poloměr zakřivení 65 cm. U této aplikace se výraz „pružný“ používá k označení toho, že vinutí je pružné až do poloměru zakřivení, který má hodnotu čtyřikrát větší než je průměr kabelu, lépe osmkrát až dvanáctkrát větší.

Vinutí by si mělo při ohýbání udržet své vlastnosti i v případě, že je v provozu vystaveno tepelnému namáhání. Životně důležité je, aby si vrstvy, při zmíněném namáhání, udržely schopnost vzájemné přilnavosti. Rozhodující jsou u vrstev jejich materiálové vlastnosti, zvláště pružnost a vzájemně podobné koeficienty tepelné roztažnosti. Tak například u kabelu typu XLPE izolační vrstva sestává z polyethylenu s křížovou vazbou a nízkou hustotou, polovodivé vrstvy sestávají z polyethylenu s obsahem sazí a kovových částic. Změny objemu, způsobené fluktuací teploty, jsou zcela absorbovány změnou poloměrů v kabelu a díky srovnatelně malému rozdílu mezi koeficienty tepelné roztažnosti vrstev ve vztahu k pružnosti těchto materiálů, může se přitom vyskytovat roztažení v radiálním směru, a to bez ztráty adheze mezi vrstvami.

Uvedené kombinace materiálů by měly sloužit pouze jako příklady. Ostatní kombinace splňující specifikované podmínky, a rovněž podmínku polovodivosti, to znamená



hodnotu odporu v rozmezí  $10^{-1} - 10^6$  ohm-cm, například hodnotu 1-500 ohm-cm, nebo 10-200 ohm-cm, kdy zmíněné podmínky rovněž odpovídají rozsahu tohoto vynálezu.

Izolační vrstva může například sestávat z pevného termoplastického materiálu, kterým může být polyethylen s nízkou hustotou /LDPE/, s vysokou hustotou (HDPE), polypropylen (PP), polybutylen (PB) polymethyl penten (PMP), materiály s křížovou vazbou, například polyethylen s křížovou vazbou (XLPE), nebo pryž, například ethylen propylenová pryž (EPR), nebo silikonová pryž.

Vnitřní a vnější polovodivé vrstvy mohou být zhotoveny ze stejného základního materiálu, ale s obsahem částic vodivého materiálu, například se saze nebo práškovým kovem.

Mechanické vlastnosti takových materiálu, zvláště jejich koeficient tepelné roztažnosti, jsou poměrně málo ovlivněny tím, zda obsahují, nebo neobsahují saze a kovové částice, a to alespoň v proporcích požadovaných k dosažení potřebné vodivosti podle tohoto vynálezu. Izolační vrstva a polovodivé vrstvy mají v podstatě stejný koeficient tepelné roztažnosti.

Vhodnými polymery pro polovodivé vrstvy mohou být například ethylen-vinil-acetát, pryž z kopolymerů/nitrilu, butyl graft polyethylen, kopolymery ethylen-butyl-akrylátu, a kopolymery ethylen-ethyl-akrylát.

Pokud se jako základ různých vrstev použijí odlišné typy materiálu, je žádoucí, aby měly v podstatě stejné koeficienty tepelné roztažnosti. Týká se to uvedených případu s kombinací materiálů.

Uvedené materiály mají relativně dobrou pružnost s modulem pružnosti  $E < 500$  MPa, lépe  $< 200$  MPa. Pružnost je dostatečná pro jakýkoliv malý rozdíl mezi koeficienty tepelné roztažnosti materiálů vrstev, které se mají absorbovat v radiálním směru pružnosti, a to tak aby se neobjevily trhlinky, ani žádná jiná poškození, a vrstvy se přitom navzájem od sebe neuvolnily. Materiál vrstev je pružný a velikost adheze mezi vrstvami je alespoň stejná jako u nejslabšího z materiálů.

Vodivost polovodivých vrstev je dostatečná k vyrovnání potenciálu podél každé vrstvy. Vodivost vnější polovodivé vrstvy je dostatečně velká k uzavření elektrického pole v kabelu, ale je dostatečně malá k tomu, aby nevznikaly ztráty vlivem proudu indukovaného v podélném směru vrstvy.

Každá ze dvou polovodivých vrstev v podstatě vytváří povrch se stejným potenciálem, přičemž tyto vrstvy uzavírají mezi sebou elektrické pole.



Nicméně, nic nebrání tomu, aby se do izolační vrstvy nezahrnuo více dalších polovodiivých vrstev.

### Přehled obrázků na výkrese

Vynález bude nyní popsán mnohem podrobněji s odvoláním na přiložené výkresy, na kterých:

obr. 1 znázorňuje perspektivní pohled na horní koncovou desku, podle tohoto vynálezu, v otáčivém elektrickém stroji se svislou osou otáčení,

obr. 2a znázorňuje perspektivní pohled na spodní koncovou desku, podle tohoto vynálezu, v otáčivém elektrickém stroji se svislou osou otáčení,

obr. 2b znázorňuje odlévací zařízení podle tohoto vynálezu,

obr. 2c znázorňuje řez vysokonapětovým kabelem, který se používá u tohoto vynálezu,

obr. 3 znázorňuje pohled v radiálním směru na nárys horní koncové desky z obr. 1,

obr. 4 znázorňuje pohled v radiálním směru na půdorys koncové desky z obr. 3,

obr. 5 znázorňuje axiální řez deskou, vedený podél čáry A-A na obr. 4,

obr. 6 znázorňuje radiální řez deskou, vedený podél čáry B-B na obr. 4,

obr. 7 znázorňuje pohled v radiálním směru na spodní koncovou desku z obr. 2,

obr. 8 znázorňuje pohled v radiálním směru na půdorys koncové desky z obr. 7,

obr. 9 znázorňuje axiální řez deskou, vedený podél čáry C-C na obr. 8,

obr. 10 znázorňuje radiální řez deskou, vedený podél čáry D-D na obr. 8,

obr. 11 znázorňuje způsob, jakým jsou chladicí trubky protaženy horní koncovou deskou, a jak jsou upevněny u horního konce statoru,

obr. 12 znázorňuje chladicí obvod podle tohoto vynálezu.

### Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 znázorňuje horní koncovou desku statoru 1 a 10 až 12 s axiálně orientovanými drážkami vinutí 2, které odpovídají statoru, jsou uspořádány radiálně a jejich počet závisí na konstrukci statoru, přičemž zmíněné drážky tvoří radiální řetěz drážek 3. Koncová deska statoru rovněž zahrnuje vstupní šterbinu 4 a výstupní šterbinu 5 pro chladicí trubky s tokem do a z laminovaných výstupků. Koncová deska statoru existuje ve formě kruhového sektoru



s jednou nebo více drážek řetězu. Sektory jsou uspořádány těsně vedle sebe tak, že tvoří celou kruhovitou desku zakrývající jeden konec statoru (horní konec je-li osa stroje vertikální osou). Deska 1 rovněž zahrnuje dva horní lici kanálky 6, 7, které jsou uspořádány radiálně v drážce řetězu 3, kde slouží k uložení horního těsnicího prvku 8, a to u výstupu každé drážky vinutí 2 z desky 1 (na obr. 1 je zobrazen pouze jeden těsnicí prvek). Na obr. 1 je rovněž zobrazena příčná štěrbinu 9, která slouží k průchodu chladicích trubek do jádra kotvy statoru. Pro upevňovací tyč jádra je zde vytvořeno vybrání 10.

Obr. 2a zobrazuje spodní koncovou desku statoru 11, která je stejným způsobem, jako horní koncová deska na obr. 1, opatřena stejným počtem axiálně umístěných drážek vinutí 2, které odpovídají drážkám statoru, tak jak je tomu u horní desky 10-12, a které jsou uspořádány radiálně a vytváří řetěz drážek 3. Spodní koncová deska statoru 1 je opatřena jednou nebo více štěrbinami 12, kterými prochází chladicí trubky a vybíhají ven z laminovaného výstupku, otáčí se a znovu do něj vstupují. Tak jak to bylo popsáno u horní desky, spodní koncová deska statoru 11 je navržena jako kruhový sektor s jednou nebo více drážkami řetězu. Sektory jsou uspořádány těsně vedle sebe tak, že vytváří celou kruhovitou desku zakrývající jeden konec statoru (spodní konec, jestliže je osa stroje svislou osou). Koncová deska statoru 11 rovněž zahrnuje dva spodní odlévací kanálky 13, 14, které jsou uspořádány radiálně v drážkách řetězu 3, kde slouží k uložení spodního těsnicího prvku 15, a to u výstupu každé drážky vinutí 2 z desky 1 (na obrázku je zobrazen pouze jeden těsnicí prvek). Z obrázků je zřejmé, že těsnicí prvky mohou být tvarovány různě, a to v závislosti na tom, ke které desce patří. Z desky mohou vyčnívat v různé délce v závislosti na ochraně, kterou má každý prvek poskytovat. Spodní koncová deska statoru 11 rovněž zahrnuje vybrání 10 pro upevňovací tyč „jádra“. Na obr. 2 je rovněž znázorněna spodní koncová deska statoru 11 s počtem spojovacích otvorů 16, které slouží ke spojení s odlévacím zařízením 100, viz obr. 2b, a montážní otvory 17 pro závěrný svorník, který zajišťuje spojení desky 11 se spodním tlustým plechem, který tvoří prstencovitou část rámu statoru.

Na obr. 2b je znázorněno odlévací zařízení 100 se vsuvkami trubky 110 v oblasti štěrbin 12. Odlévací zařízení 100 je uspořádáno tak, aby se mohlo připojit ke spodní koncové desce statoru 11 pomocí svorníků 120. Odlévací zařízení 100 rovněž zahrnuje pryžová těsnění 125 umístěná proti koncové desce u silikonového uložení chladicích trubek.

Postup uložení těsnicích prvků se týká odpojitelých prostředků ve formě válcovitých zátek pro odlévání prvků, které se mají upevnit na koncové desce, a dále odlévací směsi vstříkované do vstupního otvoru v desce, odkud se šíří do všech poloh kabelu.



Postup odlévání chladicích trubek spočívá v těsném spojení odlévacího zařízení s první laminární deskou, následně se kolem chladicích trubek vpravuje silikon, a to tak dlouho, dokud nezačne z horní koncové desky vytékat. Odlévací zařízení se potom odstraní a spojí se s další laminární deskou a postup vstřikování se opakuje tak dlouho, až jsou všechny chladicí trubky uloženy v silikonu. Chladicí trubky jsou tak uloženy jak uvnitř koncových desek, tak i uvnitř statoru. Odlévací zařízení se může znovu používat.

Používají se dva oddělené postupy, jeden pro těsnicí prvky a druhý pro chladicí trubky. U těchto postupů se používají různé typy silikonu.

Obr. 2c znázorňuje příčný řez vysokonapětovým kabelem 111 používaným v rámci tohoto vynálezu. Vysokonapětový kabel 111 sestává z množství měděných pramenů 112 a má kruhový průřez. Prameny 112 jsou umístěny ve středu vysokonapětového kabelu 111. Okolo pramenů 112 se nachází polovodivá vrstva 113. Okolo první polovodivé vrstvy 113 je umístěna izolační vrstva 114, například z materiálu XLPE, a kolem této izolační vrstvy 114 je umístěna druhá polovodivá vrstva 115. Vysokonapětový kabel u této aplikace nezahrnuje vnější plášť, který normálně takový kabel rozvodu proudu obklopuje. Vysokonapětový kabel má průměr v rozmezí 20-250 mm a vodící plochu v rozmezí 40-3000 mm<sup>2</sup>.

Na obr. 3 jsou znázorněny oba odlévací kanálky 6, 7 horní koncové desky statoru 1, a dále vstup 18 sloužící ke vstřikování odlévací směsi.

Obr. 3 zobrazuje oba odlévací kanálky 6, 7 horní koncové desky statoru 1 a vtok 18, který slouží ke vstřikování směsi.

Obr. 4 zobrazuje horní koncovou desku statoru 1 s vtokovým otvorem 19 chladicích trubek ve vtokové štěrbině 4, a dále první ohýbací prvek 20 pro chladicí trubky. Otvory vracejících se chladicích trubek jsou rovněž znázorněny, a to s prvky ohýbání 23 mezi zmíněnými otvory. Výtoková štěrbinu 5 je uspořádána podobným způsobem, to znamená s výtokovým otvorem 24 a odpovídajícím prvním a druhým prvkem ohýbání 20, 23. Vtoková a výtoková štěrbinu 4, 5 je rovněž zahrnuta, a to s obrácenou dutinou 25 většího průměru na straně jádra statoru, aby se umožnilo spojení chladicí trubky se silnější trubkou z důvodu lepší ochrany.

Příčný řezu deskou na obr. 5 znázorňuje vtokovou štěrbinu 2 a horní odlévací kanálky 6, 7.

Radiální řez deskou na obr. 6 znázorňuje vtokovou štěrbinu 4, která vystupuje z vtokového otvoru 19 do obrácené dutiny 25. Na obrázku je vidět, že první ohýbací prvek 20 je vyšší než druhý ohýbací prvek 23, takže chladicí trubka, fungující jako vtok do statoru, se



nachází blíže povrchu než chladicí trubka, která se do této desky vrací. Chladicí trubky se nachází jedna nad druhou ve vtokové štěrbině 4.

U horní koncové desky statoru 1 platí, že tloušťka desky  $t_u$  má hodnotu, u které  $t_u \geq 2F_r$ , kde  $F_r$  je vnější průměr chladicí trubky, takže všechny chladicí trubky jsou deskou zakryté.

Obr.7 zobrazuje dva odlévací kanálky 13, 14 spodní koncové desky statoru 11 a odlévací vtok 18 pro vstřikování odlévací směsi. To, co odlišuje spodní desku od horní desky je, že tloušťka desky horní desky  $t_1$  je menší a odlévací kanálky 13, 14 jsou umístěny blíže k sobě.

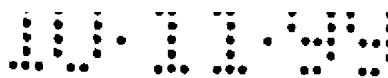
Obr.8 znázorňuje spodní koncovou desku statoru 11 z vnější strany, přičemž odhaluje štěrbinu 12, otvory chladicích trubek 19, 21, 22 a otvor chladicí trubky 26 umístěný v jádru kotvy statoru. Všechny otvory chladicích trubek 19, 21, 22, 26 tvoří otvory v desce pro vracející se chladicí trubky, s třetími ohýbacími prvky 27 umístěnými mezi nimi.

Axiální řez deskou na obr.8 a 9 znázorňuje drážku vinutí 2 a spodní odlévací kanálky 13, 14. Řez rovněž odhaluje, že spodní deska má otvor 28 pro odlévací zařízení.

Obr.10 zobrazuje radiální řez spodní koncovou deskou statoru 11 a spodním silným kovovým plechem 30, spojeným se zmíněnou deskou závěrným svorníkem 29. Tři ohýbací prvky 27 jsou rovněž znázorněny ve štěrbině 12, a stejně tak spojovací otvory pro odlévací zařízení. Spodní deska je tím konstruována pro chladicí trubky, které se do zmíněné desky vrací. Jelikož jsou vtoky a výtoky umístěny ve spodní desce, může být tloušťka této desky minimální. U koncové desky statoru 11 je tloušťka desky  $t_1$  taková, že  $t_1 \geq F_r$ , kde  $F_r$  je vnější průměr chladicí trubky, takže chladicí trubky jsou deskou zakryté.

Obr.11 znázorňuje řez částí statoru 31 s chladicími trubkami, s jádrem statoru 32, na jehož jednom konci je upevněna koncová deska statoru 1. Z obr.11 je zřejmé, že všechny chladicí trubky 33 vcházející do vtokových a výtokových štěrbin jsou uloženy do koncové desky statoru 1 tak, že jsou chráněny před mechanickými otřesy. Chladicí trubky jsou rovněž připojeny k vtokovému okruhu 132 vtokového média a k výtokovému okruhu 133 výtokového média.

Obr.12 znázorňuje skutečnost, že všechny chladicí trubky jsou připojeny k uzavřenému chladicímu okruhu 129, který u zobrazeného provedení zahrnuje nádrž 30 s chladivem 131, kterým může být voda, vodík, nebo jiné chladivo. Nádrž 130 zahrnuje indikátor hladiny chladiva, který slouží k ovládání a zaznamenávání výšky hladiny. Nádrž 130 je rovněž připojena ke dvěma prstencovitým trubkám sestávajících z vtokového okruhu 132 a výtokového okruhu 133. Mezi oběma okruhy 132, 133 je připojeno množství

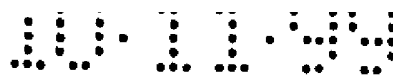


paralelních okruhů, jejichž počet odpovídá počtu zubů statoru, nebo ozubených míst, s chladicími trubkami. Jeden takový paralelní okruh je znázorněn na obr.12. Chladivo 131 je umístěno tak, aby cirkulovalo z vtokového okruhu 132, současně všemi paralelními okruhy 134, do výtokového okruhu 133 a cirkulačního čerpadla 135, dále do cirkulačního filtru 136 přes výměník tepla 137, například deskový výměník tepla, a dále zpět do vtokového okruhu 132. Voda ze zásobníku je dodávána čerpadlem výměníku 138 přes filtr (není zobrazen) a jeden konec výměníku tepla 137. Voda je čerpána přes výměník zpět do zásobníku.

Popsané koncové desky statoru, kterým se dává přednost, jsou vyráběny z laminovaného materiálu. Mohou mít formu úplně kruhové desky místo toho, aby byly rozdělené na sektory, tak jak to bylo již popsáno. Kromě toho jsou všechny chladicí trubky uloženy v silikonové pryži ve statoru, aby se tak zlepšil přenos tepla mezi laminátem a chladicími trubkami.

Koncové desky statoru, ať už se jedná o horní nebo spodní desku, mají hodnotu axiální tloušťky  $t$ , pro kterou platí, že  $t \geq F_r$ , kde  $F_r$  je vnější průměr chladicí trubky. Označení  $t$  zde představuje buďto  $t_l$  nebo  $t_u$ .

Druhý a třetí ohýbací prvek 23, 27 koncové desky statoru je ohýbán v jednom nebo dvou krocích, kdy každý krok tvoří úhel  $90^\circ$ , tak jak je to vidět na obr.6 a 10, nebo v jednom kroku s úhlem  $180^\circ$ , to znamená ohyb v polokruhu, a to tehdy, když vzdálenost mezi chladicími trubkami odpovídá průměru ohýbacího kruhu. První ohýbací prvek 20, u vtokového otvoru a výtokové ho otvoru, je ohýbán v jednom kroku s hodnotou úhlů  $90^\circ$ . Ohýbací prvky 20, 23, 27 jsou ohýbány v jednom nebo ve dvou krocích, kdy každý krok představuje ohyb o  $90^\circ$ .



## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Koncová deska /1, 11/ se vyznačuje tím, že je v otáčivém elektrickém stroji spojena se statorovým vinutím /31/ pomocí kabelu, přičemž deska /1, 11/ zahrnuje axiálně orientované drážky vinutí /2/, které odpovídají drážkám ve statoru /31/, axiálně orientované otvory /19, 21, 22, 26/ pro chladicí trubky odpovídajícím statoru /31/, a dále tím, že deska /1, 11/ zahrnuje alespoň jeden ohýbací prvek /20, 23, 27/ předem tvarovaný v desce /1, 11/ pro chladicí trubky /33/, které se vkládají do otvorů pro chladicí trubky /19, 21, 22, 26/.
2. Koncová deska podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deska /1, 11/ je v radiálním směru rozdělena na sektory, kdy každý sektor odpovídá jednomu nebo více úsekům drážek.
3. Koncová deska podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deska /1, 11/ se vyrábí z laminovaného materiálu.
4. Koncová deska podle kteréhokoliv nároku 1-3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deska /1, 22/ má axiální tloušťku  $t$ , přičemž  $t \geq F_r$ , kde  $F_r$  je vnější průměr chladicí trubky /33/.
5. Koncová deska podle kteréhokoliv nároku 1-4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že ohýbací prvek /20, 23, 27/ je ohýbán ve dvou krocích, přičemž každý krok znamená ohýbání o  $90^\circ$ .
6. Koncová deska podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deska /1, 11/ zahrnuje alespoň jednu vtokovou štěrbinu /5/ pro výtok z chladicí trubky
7. Koncová deska podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deska /1, 11/ zahrnuje štěrbinu /12/ ve které se nachází ohýbací prvek /20, 23, 27/.
8. Koncová deska podle kteréhokoliv nároku 1-7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že koncová deska /1, 11/ zahrnuje odlévací kanálky /6, 7, 13, 14/, které společně s nástrojem ve formě zátky, ukládají těsnicí prvek /8, 15/, nejlépe zhotovený z pryže, u výstupu každé drážky vinutí /2/ z desky /1, 11/.



9. Koncová deska podle kteréhokoliv nároku 6-87, v y z n a č u j í c í s e t í m , že deska /1, 11/ zahrnuje spojovací otvory /16/ do kterých před odléváním zapadá odlévací zařízení /100/ .
10. Koncová deska podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že odlévací zařízení /100/ je tvarováno tak, aby utěsnilo alespoň jednu štěrbinu /12/ desky /1, 11/ , a přitom zahrnuje výstupek /110/, sloužící k zatlačení odlévané směsi .
11. Koncová deska podle kteréhokoliv z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že stator /31/ má vinutí sestavené z vysokonapěťového kabelu /111/.
12. Koncová deska podle kteréhokoliv z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že deska je dimenzována pro vysokonapěťový kabel /111/ o průměru mezi 20-250 mm a s vodivou plochou v rozmezí 40-3000 m<sup>2</sup>.
13. Postup podpory a ochrany chladicí trubky v prvním axiálně orientovaném otvoru, u jeho výstupu ze statoru otáčivého elektrického stroje, se vyznačuje tím, že koncová deska s ohýbacími prvky se nachází u konce statoru, přičemž chladicí trubka se ohýbá okolo ohýbacího prvku, a to před upevněním v druhém axiálně orientovaném otvoru ve statoru, nebo pro prodloužení ven ze statoru.
14. Koncová deska podle kteréhokoliv z nároků 1-12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že vinutí je pružné a zahrnuje elektricky vodivé jádro obklopené vnitřní polovodivou vrstvou /113/, izolační vrstvou /114/, která obklopuje vnitřní polovodivou vrstvu /113/ a je zhotoven z pevného materiálu, dále zahrnuje vnější polovodivou vrstvu /115/ obklopující izolační vrstvu, přičemž zmíněné vrstvy /113, 114, 115/ k sobě navzájem přiléhají.
15. Koncová deska podle nároku 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zmíněné vrstvy /113, 114, 115/ jsou zhotoveny z materiálu, který má takovou pružnost a takový vztah mezi koeficienty tepelné roztažnosti, že změny objemu ve vrstvách /113, 114, 115/, způsobené tepelnou fluktuací během provozu, mohou být pružností materiálu absorbovány, čímž si vrstvy /113, 114, 115/ udržují vzájemnou přilnavost i při tepelné fluktuaci, která se v provozu vyskytuje.



16. Koncová deska podle kteréhokoliv z nároků 14-15, v y z n a č u j í c í s e t í m , že materiál zmíněných vrstev /113, 114, 115/ je velmi pružný, a to s hodnotou modulu pružnosti E, které se dává přednost, nižší jak 500 MPa, nejlépe menší jak 200 MPa .
17. Koncová deska podle kteréhokoliv z nároků 14-16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že koeficienty tepelné roztažnosti materiálu zmíněných vrstev /113, 114, 115/ jsou v podstatě stejné.
18. Koncová deska podle kteréhokoliv z nároků 14-17, v y z n a č u j í c í s e t í m , že přilnavost mezi vrstvami /113, 114, 115/ má alespoň stejnou hodnotu jako u nejslabšího materiálu.
19. Koncová deska podle kteréhokoliv z nároků 14-18, v y z n a č u j í c í s e t í m , že každá polovodivá vrstva /113, 115/ zahrnuje jeden povrch se stejným potenciálem.
20. Otáčivý elektrický stroj, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje koncovou desku /1, 11/ podle kteréhokoliv z nároků 1-12 nebo 14-19.

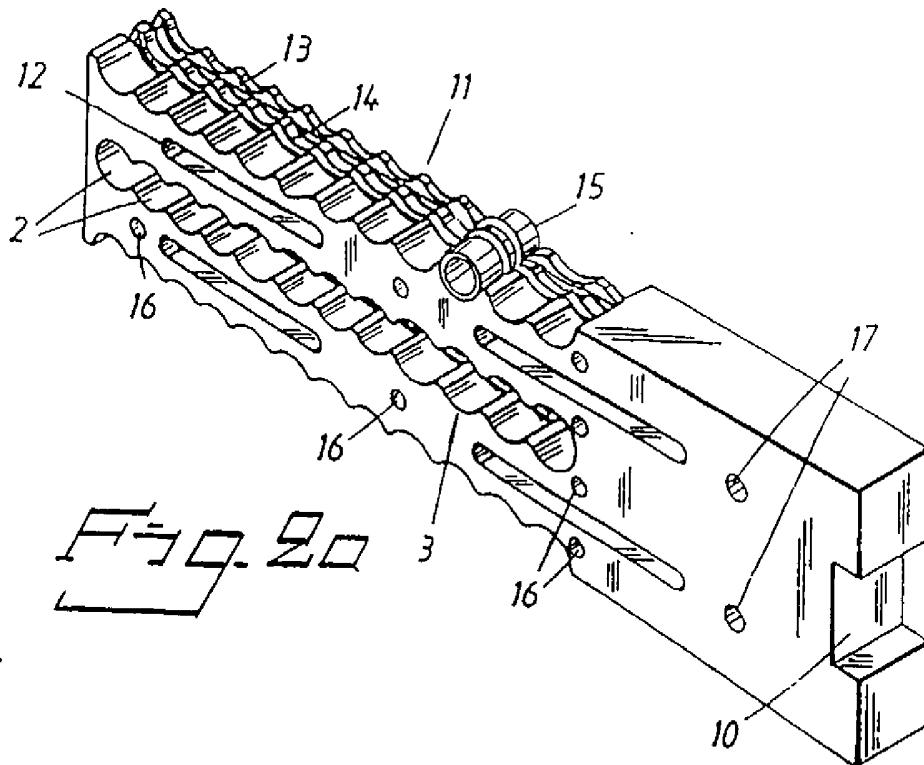
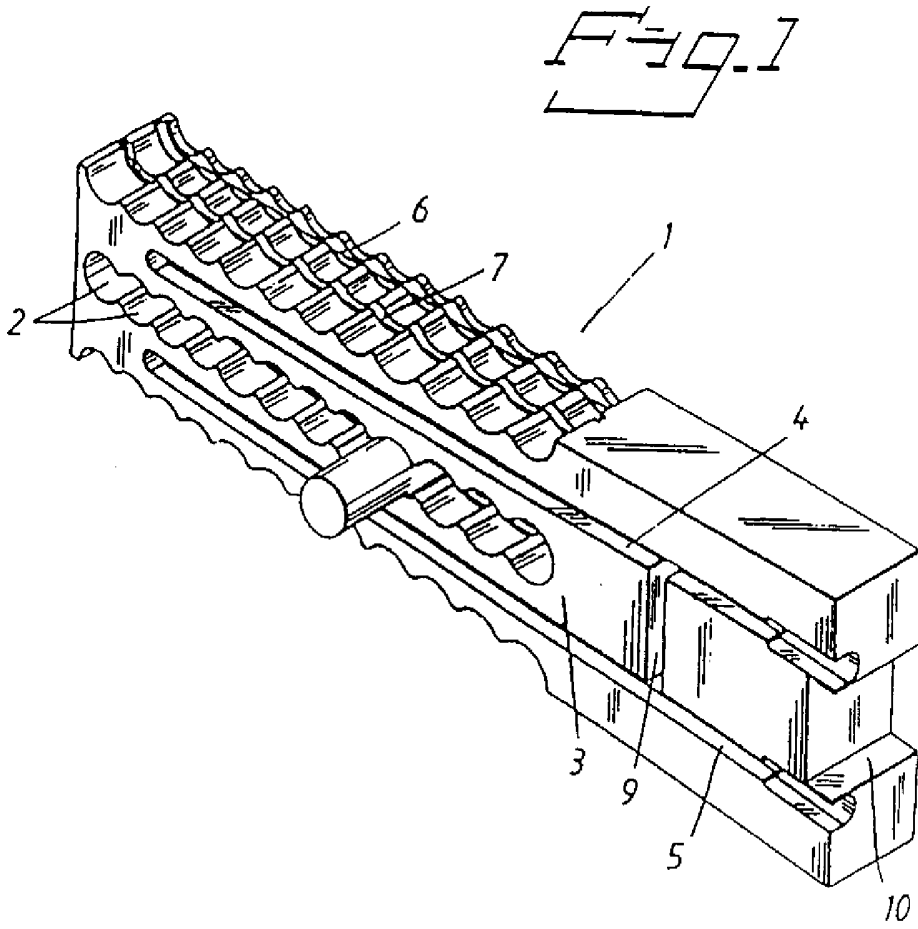


Fig. 2b

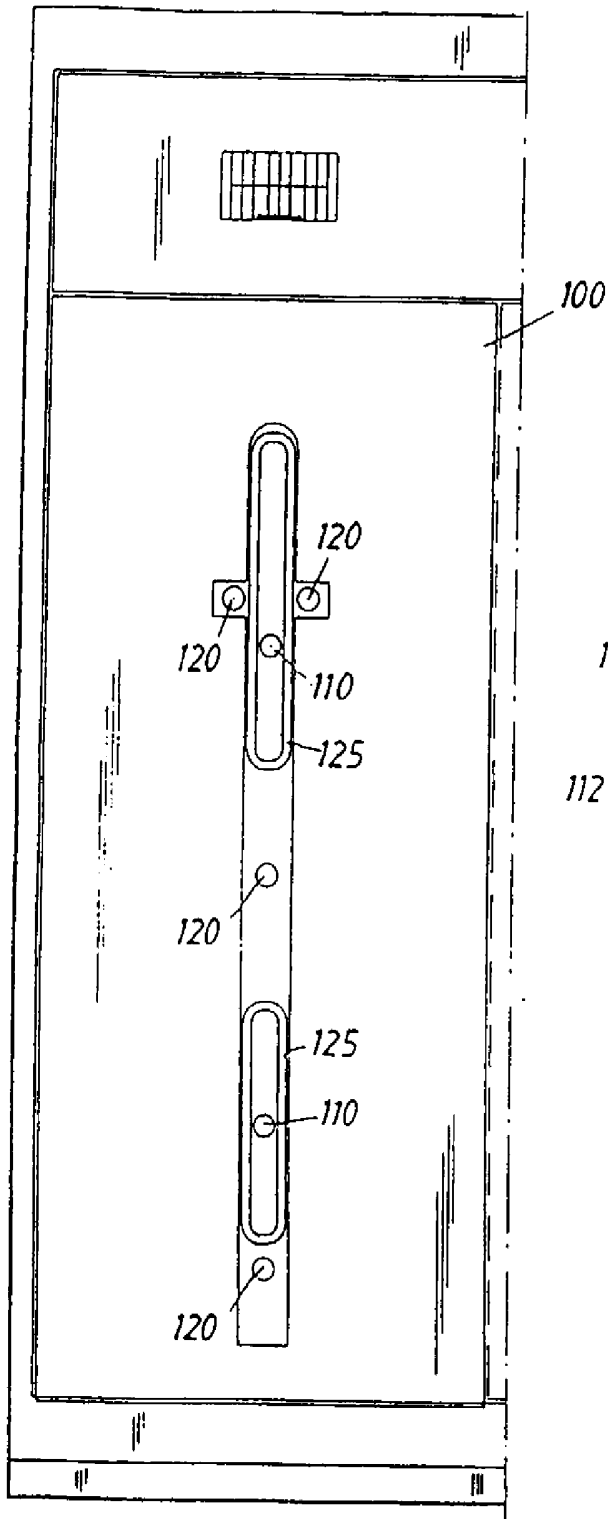
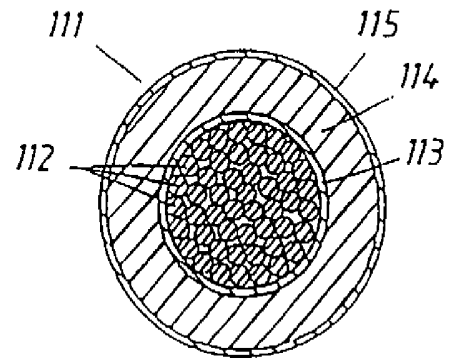


Fig. 2c





3/5

Fig. 3

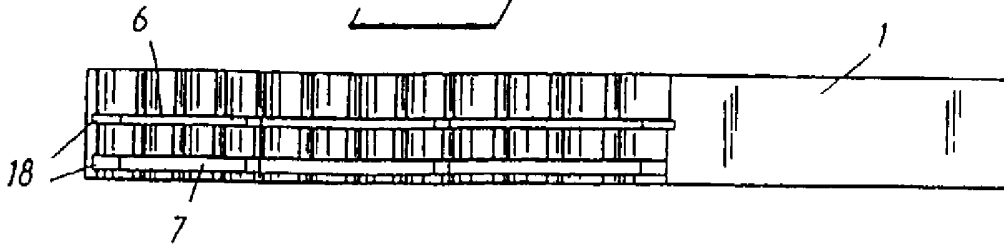


Fig. 4

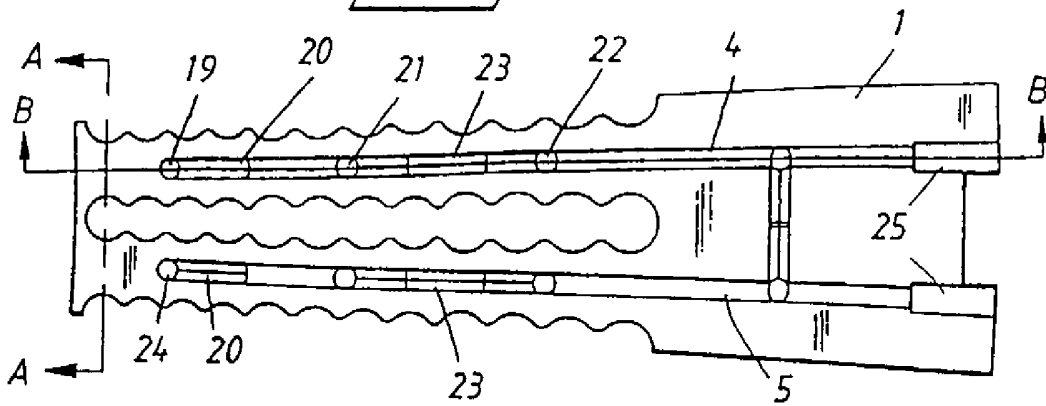


Fig. 5

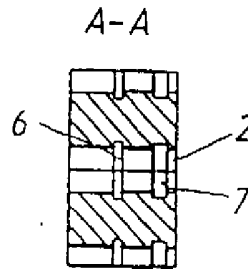
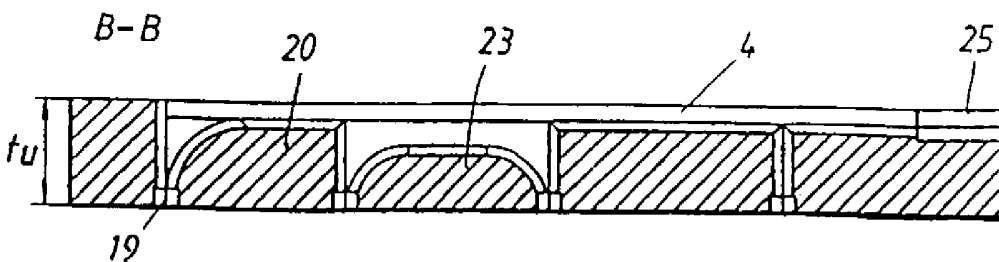
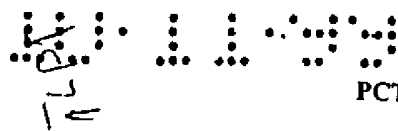


Fig. 6





4 / 5

Fig. 7

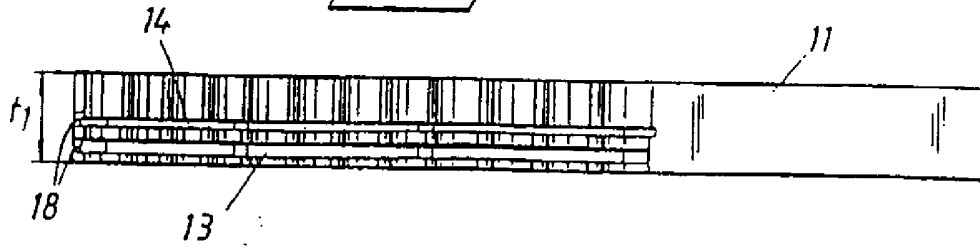


Fig. 8

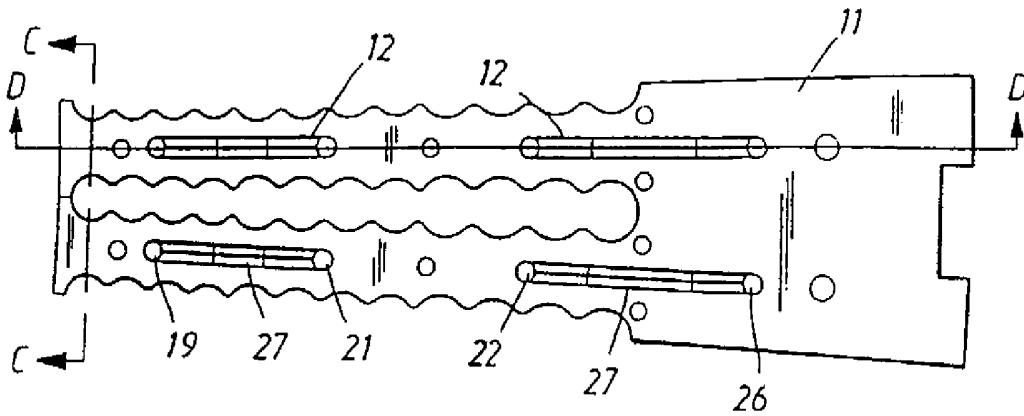


Fig. 9

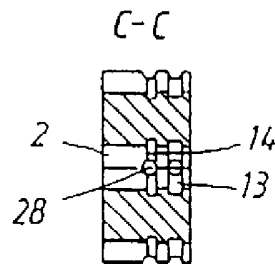


Fig. 10

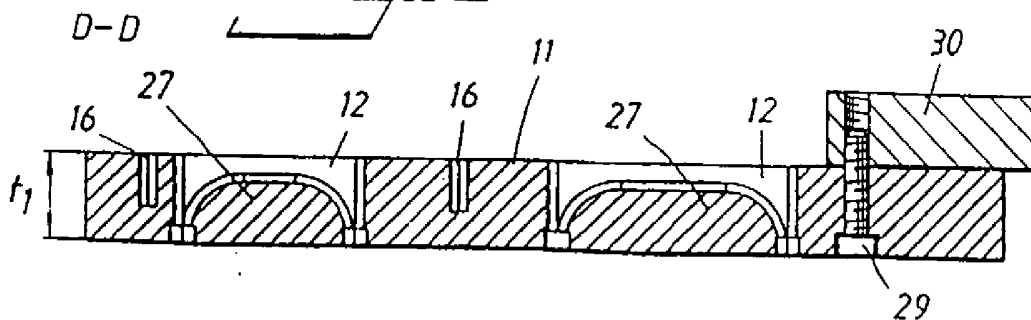


Fig. 11

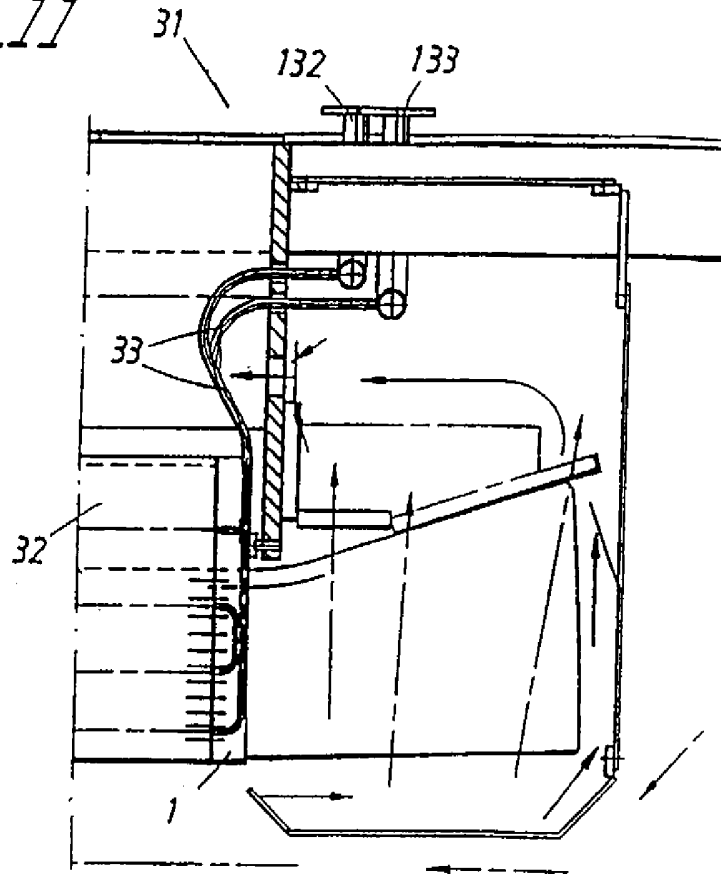


Fig. 12

