

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

299 675

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F02G 1/044 (2006.01)

F01C 1/34 (2006.01)

F04C 2/34 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2003-2570**
(22) Přihlášeno: **23.09.2003**
(40) Zveřejněno: **18.05.2005**
(Věstník č. 5/2005)
(47) Uděleno: **09.09.2008**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **15.10.2008**
(Věstník č. 42/2008)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 2001-1121 A, CZ 290720 B, CZ 1999-2842 A, CZ 2001-1004 A.

(73) Majitel patentu:

FROLÍK Jiří Ing., Praha, CZ

Kutil Bedřich, Klášterec nad Ohří, CZ

(72) Puvodce:

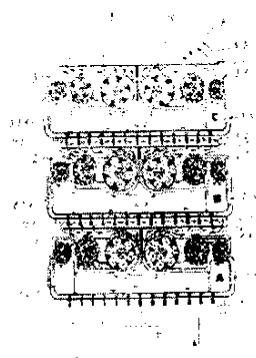
Frolík Jiří Ing., Praha, CZ

(54) Název vynálezu:

Kaskádový tepelný motor

(57) Anotace:

Řešení se týká kaskádového tepelného motoru, sestávajícího ze vzájemně propojených kompaktních tepelných pohonných jednotek s rotačními stroji s oběžnými křídly tvořících jednotlivé pohonné moduly (A, B, C), přičemž víceústupňové kompresorové jednotky (1, 2, 3) jednotlivých pohonných modulů (A, B, C) a víceústupňové expanzní jednotky (1.1, 1.2, 1.3) jednotlivých pohonných modulů (A, B, C) jsou vzájemně převodově spřaženy. Podstata řešení spočívá v tom, že hlavní výstupy (1.2.1, 2.2.1, 3.2.1) víceústupňových kompresorových jednotek (1, 2, 3) a hlavní vstupy (1.3.1, 2.3.1, 3.3.1) víceústupňových expanzních jednotek (1.1, 2.1, 3.1) jsou vzájemně propojeny hlavními spojovacími ohřívacími kanály (4, 4.1, 4.2) procházejícími ohřívacími zónami (5, 5.1, 5.2), přičemž na počátku umístěná ohřívací zóna (5) příslušející hlavnímu výstupu (1.2.1) víceústupňové na počátku umístěné kompresorové jednotky (1) a hlavnímu vstupu (1.3.1) na počátku umístěné víceústupňové expanzní jednotky (1.1) je opatřena externím zdrojem (7) tepla a hlavní výstupní část (10) na konci umístěné víceústupňové expanzní jednotky (3.1) a hlavní vstupní část (9) na konci umístěné víceústupňové kompresorové jednotky (3) je opatřena chladič komorou (8). Řešení lze využít pro pohonné jednotky s využitím podstatné části tepelného gradientu ke konverzi tepelné energie na energii mechanickou jak u stacionárních, tak i mobilních strojů a zařízení.



CZ 299675 B6

Kaskádový tepelný motor

Oblast techniky

Vynález se týká kaskádového tepelného motoru, sestávajícího z několika navzájem propojených kompaundních tepelných pohonných jednotek s rotačními stroji s oběžnými křídly tvořících jednotlivé pohonné moduly, ve kterých je kaskádovitě zpracováván úplný tepelný gradient z určitého tepelného zdroje, od maximální teploty až do teploty okolí a nebo do blízkosti této teploty, při současné konverzi této tepelné energie na energii mechanickou, respektive elektrickou.

Dosavadní stav techniky

Doposud známé tepelné stroje sloužící ke konverzi tepelné energie na energii mechanickou respektive elektrickou vykazují omezenou účinnost této konverze v důsledku omezené možnosti expanze energetického média, což znemožňuje praktický využití celkového tepelného gradientu z určitého tepelného zdroje. Technické řešení výše uvedeného problému představuje návrh známého projektu pod názvem „Energy Cascading“, navrženého Internacionální Energetickou Agenturou (IEA), který má umožnit stupňovité využití tepelného gradientu v rozsahu od 900 až do 30 °C za pomoci trojnásobného procesu s oběhem draslíku, diphenylu a vody, přičemž první stupeň využívá jako oběhového pracovního média v turbině s uzavřeným oběhem draslíku s mezními tepelnými a tlakovými parametry 830 °C/3x10 Pa, kdy dochází k vypařování tekutého draslíku. Po expanzi v turbině s uzavřeným oběhem kondenzuje draslík při teplotě 477 °C/-0.027x10 Pa. Kondenzační teplo draslíku způsobuje ve druhém uzavřeném turbinovém oběhu vypařování diphenylu při teplotě 445 °C/21x10 Pa s následnou kondenzací diphenylu při teplotě 287 °C/2x10 Pa. Potom teprve nastupuje pracovní oběh s vodní parou ve třetí turbině s uzavřeným oběhem s mezními parametry 270 °C/55x10 Pa a 33 °C/0.051x10 Pa. Bližší údaje o tomto projektu lze nalézt např. v publikaci „Physikalische Grundlagen der Energietechnik“, Norbert Puckert, nakladatelství Springer – Verlag, Wien, New York, 1986. Nevýhody výše popsaného projektu „Energy Cascading“ spočívají především ve vysokých pořizovacích nákladech a konstrukční i technologické náročnosti na zařízení z důvodů nutnosti použití tří turbín s uzavřeným oběhem různých pracovních médií a hlavně nevyhnutelnost fázové přeměny pracovních médií, což vede ke značnému zpomalení oběhové rychlosti média. Je však nutno podotknout, že se tento projekt nachází teprve ve studijní fázi.

Dále je známé ze zveřejnění přihlášky vynálezu CZ-PV 2001-1121 provedení kompaundní pohonné jednotky, sestávající z vertikálně a/nebo horizontálně uspořádaných expanzních a kompresorových částí, které jsou tvořeny alespoň jedním objemově pracujícím rotačním strojem s oběžnými křídly popsaném v českém patentu CZ-PS 290 702 a kterou lze využít jako pohonné jednotky s možností využití celkového tepelného gradientu ke konverzi tepelné energie na energii mechanickou s vysokou tepelnou účinností i pro malé tepelné jednotky, což s pomocí soustavy kompaundních pohonných jednotek pracujících s uzavřeným oběhem plynu shora uvedenou problematiku umožňuje technicky realizovat a stává se účelem technického řešení.

Podstata vynálezu

Shora uvedené nevýhody z velké části odstraňuje a využití celkového tepelného gradientu ke konverzi tepelné energie na energii mechanickou umožňuje kaskádový tepelný motor, sestávající ze vzájemně propojených kompaundních tepelných pohonných jednotek s rotačními stroji s oběžnými křídly tvořících jednotlivé pohonné moduly, přičemž vícestupňové kompresorové jednotky jednotlivých pohonných modulů a vícestupňové expanzní jednotky jednotlivých pohonných modulů jsou vzájemně převodově spřaženy, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že hlavní výstupy vícestupňových kompresorových jednotek a hlavní vstupy vícestupňových

expanzních jednotek jsou vzájemně propojeny hlavními spojovacími ohřívacími kanály procházejícími ohřívacími zónami, přičemž uvnitř umístěná ohřívací zóna příslušející hlavnímu výstupu uvnitř umístěné vícestupňové kompresorové jednotky a hlavnímu vstupu uvnitř umístěné vícestupňové expanzní jednotky a ohřívací zóna příslušející hlavnímu výstupu na konci umístěné kompresorové jednotky a hlavnímu vstupu na konci umístěné vícestupňové expanzní jednotky jsou opatřeny dělicími přepážkami ohřátého média a na konci umístěná chladicí komora s chladicí zónou příslušející hlavní vstupní části na konci umístěné vícestupňové kompresorové jednotky a hlavní výstupní části na konci umístěné vícestupňové expanzní jednotky je opatřena dělicí přepážkou ochlazeného média a přičemž na počátku umístěná ohřívací zóna příslušející hlavnímu výstupu na počátku umístěné vícestupňové kompresorové jednotky a hlavnímu vstupu na počátku umístěné vícestupňové expanzní jednotky je opatřena externím zdrojem tepla. Ohřívací zóny jsou opatřeny soustavou tepelných trubíc a vstupní ohřívací zóna je alternativně opatřena fokusačním polem elektromagnetického záření.

Výhody provedení kaskádového tepelného motoru podle vynálezu spočívá především v tom, že zařízení umožňuje využití podstatné části tepelného gradientu ke konverzi tepelné energie na energii mechanickou. Koncepce kaskádového tepelného motoru vykazuje nepřítomnost fázové přeměny pracovního oběžného média tepelným motorem v rozsahu zpracovávaného tepelného gradientu a tím i rychlý průtok pracovního média tepelným motorem – Braytonův cyklus, vysokou flexibilitu nastavení celého motorového bloku na různě požadované počáteční teploty podle parametrů zvoleného zdroje tepla volbou vhodného pracovního média a jeho tlakových parametrů, k čemuž podstatně přispívá možnost vhodného nastavení převodového poměru mezi jednotlivými pohonnými moduly i mezi kompresorovými a expanzními částmi pohonných modulů. V obráceném režimu může pracovat tato jednotka ve funkci vysokoteplotního tepelného čerpadla. V alternativním provedení motoru zůstává další podstatnou výhodou možnost dálkového přenosu elektromagnetického záření do motoru, kdy zdroj elektromagnetického záření může být umístěn ve značné vzdálenosti od vlastního pohonného stroje, což lze uplatnit například v letecké a kosmické technice, nebo lze takto uspořádané zařízení využít v obtížně dostupných místech s využitím dálkového přenosu pohonné energie.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 představuje ve vertikálním řezu příkladné provedení kaskádového tepelného motoru sestávajícího ze tří za sebou řazených compoundních tepelných pohonných jednotek v horizontálním provedení tvořících tak tři nad sebou uspořádané pohonné moduly a na obr. 2 je znázorněno příkladné provedení vstupní ohřívací zóny s fokusačním polem elektromagnetického záření.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 jsou znázorněny jednotlivé pohonné moduly A, B, C, které jsou tvořeny kompaundními tepelnými pohonnými jednotkami uspořádanými v horizontální poloze obsahujícími rotační stroje s oběžnými křídly. Jednotlivé rotační stroje s oběžnými křídly jsou vzájemně převodově spřaženy jak u vícestupňových kompresorových jednotek 1, 2, 3, tak i u vícestupňových expanzních jednotek 1.1, 1.2, 1.3 a přičemž vícestupňové kompresorové jednotky 1, 2, 3 a vícestupňové expanzní jednotky 1.1, 1.2, 1.3 příslušející pohonným modulům A, B, C jsou převodově spřaženy navzájem – nezakresleno. Hlavní výstupy 1.2.1, 2.2.1, 3.2.1 vícestupňových kompresorových jednotek 1, 2, 3 a hlavní vstupy 1.3.1, 2.3.1, 3.3.1 vícestupňových expanzních jednotek 1.1, 2.1, 3.1 jsou vzájemně propojeny hlavními spojovacími ohřívacími kanály 4, 4.1, 4.2, které procházejí ohřívacími zónami 5, 5.1, 5.2. V ohřívacích zónách 5.1, 5.2 příslušejících hlavním výstupům 2.2.1, 3.2.1 vícestupňových kompresorových jednotek 2, 3 a hlavním výstupům 2.2.1, 3.2.1 vícestupňových expanzních jednotek 2.1, 3.1 jsou umístěny dělicí přepážky 6, 6.1 ohřátého média. Do ohřívací zóny 5 příslušející hlavnímu výstupu 1.2.1 vícestupňové kompresorové jednotky 1 a hlavnímu vstupu 1.3.1 vícestupňové expanzní jednotky 1.1 je vyústěn přívod a odvod externího

5 zdroje 7 tepla. Hlavní výstupní část 10 vícestupňové expanzní jednotky 3.1 a hlavní vstupní část 9 vícestupňové kompresorové jednotky 3 je opatřena chladicí komorou 8 s chladicí zónou 5.3, v níž jsou umístěny dělicí přepážky 6.2 ochlazeného média. Ohřívací zóny 5, 5.1, 5.2 jsou alternativně opatřeny soustavami 11, 11.1, 11.2 tepelných trubíc propojených s hlavními spojovacími ohřívacími kanály 4, 4.1, 4.2.

Na obr. 2 je znázorněno alternativní řešení, kde ohřívací zóna 5 je opatřena fokusačním polem 12 elektromagnetického záření, ke kterému přísluší dálkový zdroj 13 elektromagnetického záření.

10 Kaskádový tepelný motor podle obr. 1 pracuje s uzavřeným oběhem plynu, kde vhodné plynné pracovní médium je voleno podle provozních parametrů motoru. Pro vysoké teploty okolo 1000 °C je vhodné použití například helia, pro střední teploty mezi 300 °C až 500 °C je vhodné použití například kyslíčnicku uhličitého a pro teploty nižší mezi 300 °C až 30 °C je vhodné použití například vzduchu a pro ještě nižší teplotní rozsah je možno použít například čpavek nebo butan.

15 Aplikací tří, do kompaktních pohonných modulů A, B, C přes hnací ústrojí spřažených jednotlivých vícestupňových kompresorových jednotek 1, 2, 3 a vícestupňových expanzních jednotek 1.1, 2.1, 3.1 v horizontálním provedení dochází k postupnému zpracovávání celkového tepelného gradientu do motoru přivedené tepelné energie na energii mechanickou, kde dochází ke vzájemnému přestupu tepla mezi jednotlivými pohonnými moduly A, B, C prostřednictvím soustavy 11, 11.1, 11.2 tepelných trubíc uspořádaných v jednotlivých ohřívacích zónách 5, 5.1, 5.2. První

20 pohonný modul A získává tepelnou energii z externího zdroje 7 tepla, kde je teplo transferováno pomocí první soustavy 11 tepelných trubíc do prvního pracovního oběhu tvořeného hlavním spojovacím ohřívacím kanálem 4 prvního pohonného modulu A a jeho kompresorovou a expanzní částí a po expanzi takto ohřátého pracovního média je zbytkové teplo z tohoto prvního pohonného modulu A v pořadí transferováno pomocí druhé soustavy 11.1 tepelných trubíc do pracovního oběhu druhého pohonného modulu B tvořeného druhým hlavním spojovacím ohřívacím kanálem 4.1 druhého pohonného modulu B a jeho kompresorovou a expanzní částí motoru v a po expanzi pracovního média v pohonném modulu B je zbytkové teplo transferováno třetí soustavou 11.2 tepelných trubíc do uzavřeného třetího pracovního oběhu tvořeného hlavním spojovacím ohřívacím kanálem 4.2 třetího pohonného modulu C a jeho kompresorovou a expanzní částí a po expanzi pracovního média v pohonném modulu C do chladicí komory 8. Podle obr. 2 kaskádový tepelný motor pracuje s tím rozdílem, že teplo je do první ohřívací zóny 5 prvního pohonného modulu A přiváděno ve formě elektromagnetického záření z dálkového zdroje 13 elektromagnetického záření přes fokusační pole 12 elektromagnetického záření a jeho fokusací na teplosměnných plochách prvního spojovacího ohřívacího kanálu 4 dochází ke zvýšení teploty pracovního média a tím i k vytvoření požadovaného tepelného gradientu potřebného ke konverzi tepelné energie na mechanickou a zařízení dále pracuje tak, jako v případě podle obr. 1. Energii ve formě elektromagnetického záření přijímanou fokusačním polem 12 lze takto dopravovat z velké vzdálenosti od zdroje 13 elektromagnetického záření a dále ji zpracovávat na potřebné teplo pro provoz motoru.

35
40

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Kaskádový tepelný motor, sestávající ze vzájemně propojených kompaundních tepelných pohonných jednotek s rotačními stroji s oběžnými křídly tvořících jednotlivé pohonné moduly (A, B, C), přičemž vícestupňové kompresorové jednotky (1, 2, 3) jednotlivých pohonných modulů (A, B, C) a vícestupňové expanzní jednotky (1.1, 1.2, 1.3) jednotlivých pohonných modulů (A, B, C) jsou vzájemně převodově spřaženy, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že hlavní výstupy (1.2.1, 2.2.1, 3.2.1) vícestupňových kompresorových jednotek (1, 2, 3) a hlavní vstupy (1.3.1, 2.3.1, 3.3.1) vícestupňových expanzních jednotek (1.1, 2.1, 3.1) jsou vzájemně propojeny hlavními spojovacími ohřívacími kanály (4, 4.1, 4.2) procházejícími ohřívacími zónami (5, 5.1, 5.2), přičemž uvnitř umístěná ohřívací zóna (5.1) příslušející hlavnímu výstupu (2.2.1) uvnitř umístěné vícestupňové kompresorové jednotky (2) a hlavnímu vstupu (2.3.1) uvnitř umístěné vícestupňové expanzní jednotky (2.1) a ohřívací zóna (5.2) příslušející hlavnímu výstupu (3.2.1) na konci umístěné vícestupňové kompresorové jednotky (3) a hlavnímu vstupu (3.3.1) na konci umístěné vícestupňové expanzní jednotky (3.1) jsou opatřeny dělicími přepážkami (6, 6.1) ohřátého média a na konci umístěná chladicí komora (8) s chladicí zónou (5.3) příslušející hlavní vstupní části (9) na konci umístěné vícestupňové kompresorové jednotky (3) a hlavní výstupní části (10) na konci umístěné vícestupňové expanzní jednotky (3.1) je opatřena dělicí přepážkou (6.2) ochlazeného média a přičemž na počátku umístěná ohřívací zóna (5) příslušející hlavnímu výstupu (1.2.1) na počátku umístěné vícestupňové kompresorové jednotky (1) a hlavnímu vstupu (1.3.1) na počátku umístěné vícestupňové expanzní jednotky (1.1) je opatřena externím zdrojem (7) tepla.

25

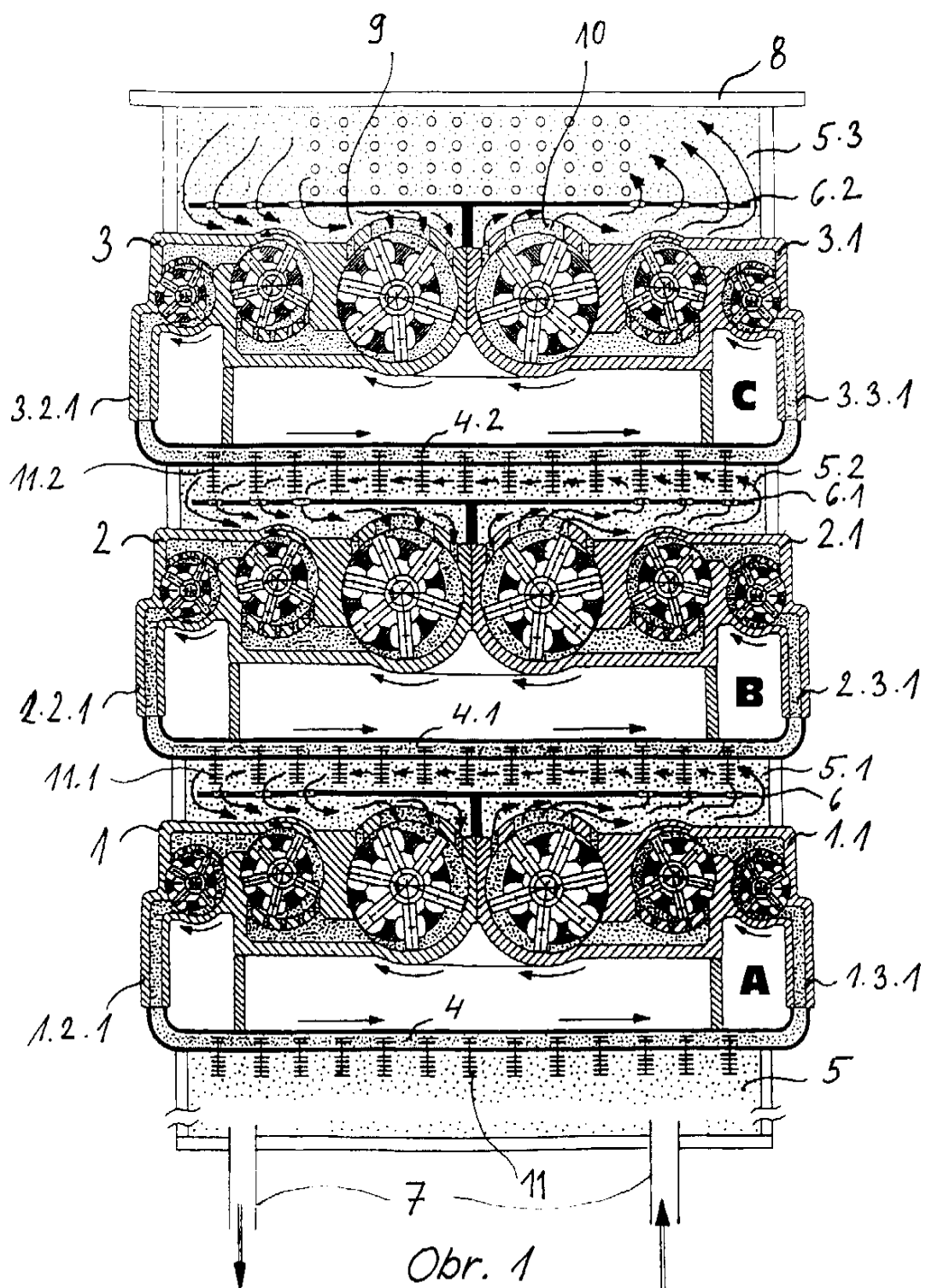
2. Kaskádový tepelný motor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že ohřívací zóny (5, 5.1, 5.2) jsou opatřeny soustavou (11, 11.1, 11.2) tepelných trubíc.

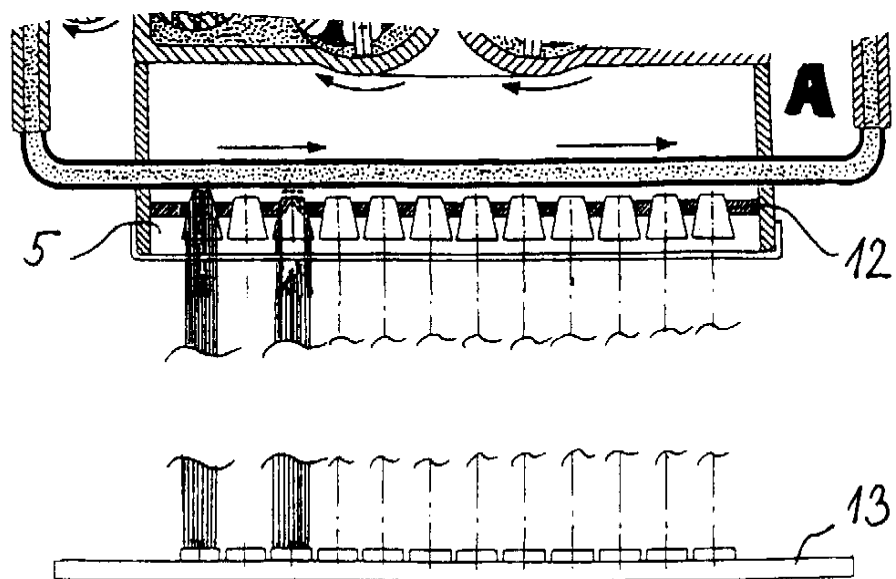
30

3. Kaskádový tepelný motor podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že ohřívací zóna (5) je opatřena fokusačním polem (12) elektromagnetického záření.

35

2 výkresy





Obr. 2

Konec dokumentu