

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2017-756

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F25B 21/02 (2006.01)

F25D 23/12 (2006.01)

A61F 7/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **27.11.2017**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **05.06.2019**
(Věstník č. 23/2019)

(71) Přihlašovatel:
Univerzita Karlova, Praha 1, Staré Město, CZ

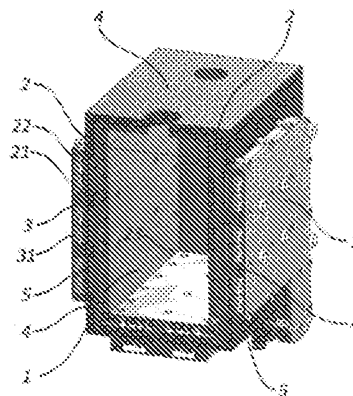
(72) Původce:
Ing. Jiří Dejmek, Plzeň, Jižní Předměstí, CZ
MUDr. Lukáš Bolek, Ph.D., Plzeň, Severní
Předměstí, CZ

(74) Zástupce:
Hák Janeček & Švestka, Patentová a známková
kancelář, RNDr. Roman Hák, U průhonu 827/5,
170 00 Praha 7, Holešovice

povrchem (82) je v kontaktu s přivrácenou stěnou
vnějšího pláště (3).

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Cirkulační chladicí zařízení s
termoelektrickým chladicím jádrem se
zvýšenou účinností tepelného přenosu**

(57) Anotace:
Cirkulační chladicí zařízení obsahuje chladicí jádro, které obsahuje alespoň jeden termoelektrický článek (5), větev (A) primárního okruhu, větev (B) sekundárního okruhu, napájecí zdroj a řídicí jednotku. Chladicí jádro je tvořeno termoelektrickým tepelným výměníkem, který obsahuje rezervoár (1) opatřený alespoň jedním vstupem a alespoň jedním výstupem pracovní kapaliny, a který je uspořádaný ve vnitřním plášti (2), jehož meandrové kanály (21) jsou propojené s rezervoárem (1), a který je opatřen tepelně izolační vrstvou (4) a uložen ve vnějším plášti (3), v jehož stěnách jsou provedené meandrové kanály (31) pro průtok chladicí kapaliny. Mezi přivrácené stěny vnitřního pláště (2) a vnějšího pláště (3) je vložen alespoň jeden termoelektrický Peltierův článek (5) uložený v tepelně izolační vrstvě (4). Mezi alespoň jedním Peltierovým článkem (5) a vnějším pláštěm (3) je umístěna alespoň jedna přenosová vložka (8) tak, že je svým prvním povrchem (81) v kontaktu s termoelektrickým Peltierovým článkem (5) a protilehlým druhým



Cirkulační chladicí zařízení s termoelektrickým chladicím jádrem se zvýšenou účinností tepelného přenosu

5 Oblast techniky

Vynález se týká cirkulačního chladicího zařízení k úpravě teploty pracovní kapaliny pro laboratorní či klinické účely. Jádrem cirkulačního chladiče je termoelektrický tepelný výměník s mimořádně vysokou účinností přenosu tepelné energie. Zařízení je určeno pro výzkumné i rutinní laboratoře biomedicínských, chemických, potravinářských či fyzikálních směrů a také pro experimentální i klinické lékařské provozy.

15 Dosavadní stav techniky

V laboratorní, klinické i výrobní praxi jsou známy a používány cirkulační chladicí přístroje, tj. chladiče pro ochlazování cirkulující kapaliny o objemu řádově jednotek litrů. Takové chladiče jsou komerčně dostupné u řady výrobců, např. Lauda, JULABO, Thermotec nebo Laird Technologies. Typickým představitelem zařízení používaných v laboratorní praxi jsou cirkulační chladičí přístroje společnosti Cole-Parmer, založené na kompresorovém chlazení. Většina známých přístrojů s udávaným chladicím výkonem 500 W a vyšším je konstruována s využitím kompresorových agregátů. Jsou to tedy značně rozměrná a hmotná zařízení, jejichž součástí jsou navíc ventilátory, které přebytečné teplo odvádějí do okolí chladicích přístrojů a způsobují kromě zvyšování teploty okolního vzduchu ještě víření vzduchu v okolním prostoru. Navíc kompresory kompresorových chladičů a s nimi související ventilátory zvyšují významně úroveň hluku v okolí chladicího zařízení. K nevýhodám patří také velké rozměry a hmotnost těchto zařízení, u nichž je poměr hmotnosti k chladicímu výkonu poměrně vysoký.

Termoelektrické chlazení za pomoci Peltierova jevu se využívá jen u zařízení s menším, dle výrobce deklarovaným chladicím výkonem, tedy 10 až 300 W, výjimečně 600 W. Komerčně jsou např. dostupná zařízení od společností Thermotec a Laird Technologies. Jejich nevýhodou je právě nízký výkon a i přes nižší hmotnost a rozměry stále přetrvává problém ohřevu okolního vzduchu, hluku z ventilátorů a, oproti předchozímu typu sice lepší, nicméně stále nepříznivý poměr hmotnosti k chladicímu výkonu.

Ze zveřejněné patentové přihlášky US 2007/0199333 A1 je známý termoelektrický kapalinový výměník tepla, který zahrnuje čerpací prostředek pracovní kapaliny, rezervoár pracovní kapaliny a s nimi propojený tepelný výměník s meandrovým kanálem rozděleným alespoň po částech usměrňovacími elementy na řadu dílčích kanálů. Odpadní teplo převzaté z primárního okruhu je rozptylováno do okolí sáláním z radiátorového chladiče. Obdobná konstrukce chladicího stroje je použita u přihlášky US 2012/0165908 A1, kde je pro odvod tepla z pracovní kapaliny použit termoelektrický článek a kapalina protéká systémem meandrů. Odpadní teplo je ventilátorem aktivně rozptylováno do prostoru okolo zařízení. Patentová přihláška US 2010/0031674 A1 popisuje zařízení, které také využívá termoelektrického elementu k přenosu tepla z pracovní kapaliny, která je uchovávána v zásobníku kapaliny integrovaném do těla zařízení. Odvod odebraného odpadního tepla je opět realizován ventilátorem, a tedy rozptylováním tepla do okolí zařízení.

Některé nedostatky výše uvedených zařízení řeší zařízení podle užitého vzoru č. 23844 nebo patentu č. 306496, které také patří přihlašovatelé předložené přihlášky.

Cílem předloženého vynálezu bylo konstrukčně zcela nové zařízení, u kterého jsou odstraněny nevýhody dosavadních zařízení, jako např. produkce tepla do okolí přístroje, prašnost v okolí, hlučnost a velké rozměry, a navíc je mimořádně zvýšena energetická účinnost

55

Podstata vynálezu

5 Nedostatky dosavadního stavu techniky zcela nebo alespoň částečně odstraňuje cirkulační chladicí zařízení podle předloženého vynálezu. Toto cirkulační chladicí zařízení obsahuje následující základní části: chladicí jádro obsahující alespoň jeden termoelektrický blok, větev primárního okruhu, větev sekundárního okruhu, řídicí jednotku a napájecí zdroj.

10 Chladicí jádro představuje vlastní chladicí prvek zařízení, který slouží k chlazení pracovní kapaliny. Chladicí jádro obsahuje termoelektrický tepelný výměník s integrovaným rezervoárem pracovní kapaliny. Toto jádro představuje základní inovativní přínos předloženého řešení a bude podrobně popsáno dále.

15 Větev primárního okruhu (okruhu chladicí kapaliny) je v chladicím zařízení obsažená část primárního okruhu, kterým protéká chladicí kapalina, výhodně voda z vodovodního řadu. Větev primárního okruhu v podstatě slouží k propojení ochlazované strany jádra s přítokem a odtokem chladicí kapaliny. Obsahuje jakožto standardní komponenty prostředky k připojení na zdroj chladicí kapaliny a odpad, resp. odtok chladicí kapaliny, alespoň jeden regulovatelný ventil pro regulaci průtoku chladicí kapaliny, výhodně dále alespoň jedno teplotní čidlo, alespoň jeden
20 průtokoměr a popřípadě také filtr pro zachyt nečistot. Vlastní konstrukce větve primárního okruhu je odborníkovi známá, může být např. analogická zařízení podle užitého vzoru č. 23844. Výhodně je větev primárního okruhu uzpůsobena také k ochlazování napájecího zdroje.

25 Větev sekundárního okruhu (okruhu pracovní kapaliny) je v chladicím zařízení obsažená část sekundárního okruhu, který umožňuje proudění pracovní kapaliny mezi jádrem a připojeným externím zařízením (tj. zařízením, které má být ochlazováno) a ochlazení pracovní kapaliny na předem definovanou teplotu. V případě pohotovostního režimu bez připojení externího zařízení musí umožnit úplnou cirkulaci pracovní kapaliny bez poškození chladicího zařízení. Větev sekundárního okruhu obsahuje jakožto standardní komponenty prostředky pro připojení
30 externího, tj. ochlazovaného zařízení, alespoň jedno čerpadlo pro nucený oběh pracovní kapaliny, alespoň jeden ventil pro regulaci průtoku pracovní kapaliny, alespoň jedno teplotní čidlo měřící teplotu pracovní kapaliny, a dále alespoň jedno čidlo pro měření tlaku, popřípadě průtoku pracovní kapaliny. Vlastní konstrukce větve sekundárního okruhu je v podstatě odborníkovi známá, může být např. analogická zařízení podle užitého vzoru č. 23844.

35 Řídicí jednotka řídí automatizovaný chod chladicího zařízení na základě v ní obsaženého programu (softwaru). Získává data z elektronických čidel (měření teploty, tlaku, průtoku) a na jejich základě reguluje činnost zařízení, zejména průtok a tlak provozní kapaliny, průtok chladicí kapaliny a elektrický příkon. Řídicí jednotka je uzpůsobena pro připojení a externího počítače, který umožňuje pokročilou komunikaci se softwarem řídicí jednotky. Konkrétní provedení
40 elektronické řídicí jednotky je realizováno standardním způsobem na bázi mikroprocesorové techniky, která je odborníkovi v oboru regulační techniky a elektroniky známa.

45 Zdroj elektrického napájení není externí, jako tomu bylo u zařízení podle užitého vzoru č. 23844. V novém zařízení je zdroj vnitřní, tzn. je součástí zařízení a je umístěn v rámci vnější skříně zařízení. Přitom je k ochlazování zdroje využito chladicí kapaliny, která při průchodu zařízením nejdříve ochlazuje chladicí jádro a potom zdroj.

50 Předmětem předloženého vynálezu tedy je cirkulační chladicí zařízení obsahující chladicí jádro, obsahující alespoň jeden termoelektrický blok, větev primárního okruhu, větev sekundárního okruhu, řídicí jednotku a napájecí zdroj, kde jádro tvořené termoelektrickým tepelným výměníkem s integrovaným rezervoárem pracovní kapaliny.

55 Podstata nového chladicího jádra spočívá v tom, že se skládá ze soustavy tepelných výměníků a rezervoáru pracovní kapaliny, kde tepelný výměník je soustava vnitřního a vnějšího pláště, které

jsou od sebe navzájem tepelně izolovány a mezi nimiž je vhodně rozmístěna soustava termoelektrických bloků, tj. Peltierových článků, které z vnitřního pláště odebírají teplo a předávají jej vnějšímu plášti.

5 Ve srovnání s předchozím řešením popsaným v patentu č. 306496 byl tepelný výměník zlepšen a dosahuje mimořádné účinnosti přenosu tepla mezi vnitřním a vnějším pláštěm. Této vysoké účinnosti je dosaženo umístěním speciálních vložek pro účinný přenos tepla, tj. přenosových vložek s vysokou tepelnou vodivostí, mezi horkou stranou Peltierových článků a vnějším pláštěm.

10

Tepelný výměník využívá výhodných vlastností dřívějšího řešení podle č. 306496, ke kterým patří následující: Ve vnitřním i vnějším plášti meandrové kanály specifického tvaru a konceptu pro průtok pracovní kapaliny. V meandrových kanálech umístěné drážky paralelní s kanálem, které zvyšují účinnost přenosu tepla mezi kapalinou a kovem pláště jednak zvětšením předávací plochy, jednak správným usměrněním proudění kapaliny. Větev sekundárního okruhu chladicího zařízení je na výstupu z rezervoáru osazena soustavou čerpadel pro přímé nasávání pracovní kapaliny do meandrových kanálů vnitřního pláště a za nimi zařazenými dvoupohotovými třicestnými ventily pro vracení pracovní kapaliny do rezervoáru nebo čerpání do uzavřeného okruhu obsahujícího externí (ochlazované) zařízení. Pracovní kapalina tedy proudí z rezervoáru meandrovým systémem po negativním tlakovém spádu a tím se zvyšuje bezpečnost celého systému, protože se eliminuje riziko úniku kapaliny při eventuálních netěsnostech vnitřního meandrového systému do vnějšího prostředí. Rezervoár je na všech plochách obklopený kovovým vnitřním pláštěm, který je od okolí oddělený tepelnou izolací.

25 Použití termoelektrických článků se může zdát dle znalostí techniky jako neefektivní, nicméně pokud je uspořádání zařízení takové, že články pracují v co nejmenších rozdílech teplot studené a teplé strany (AT), lze u zařízení dosáhnout významně vyšší účinnosti, než je obvyklé.

Navíc k vysoké účinnosti přispívá umístění speciálních přenosových vložek s vysokou tepelnou vodivostí mezi jednou stranou (horkou stranou) Peltierových článků a vnějším pláštěm (kde počet vložek odpovídá počtu instalovaných Peltierových článků). A dále tím, že zvětšení prostoru mezi vnitřním a vnějším pláštěm umožnilo vytvořit silnější vrstvu izolačního materiálu, zamezujícího zpětnému přestupu tepla z vnějšího pláště do vnitřního.

35 Přenosová vložka má tvar destičky o ploše v podstatě shodné s plochou Peltierova článku. Výhodně je přenosová vložka opatřena okrajovými lamelami přesahujícími okraje Peltierova článku i okraje kontaktních plošek vnějšího pláště. Lamely tak jednak výhodně zvyšují plochu pro přenos tepla, jednak vymezují umístění přenosových vložek vůči Peltierovu článku i vůči kontaktním ploškám vnějšího pláště, což usnadňuje jejich montáž.

40

Přenosová vložka je vyrobena z kovu, výhodně z mědi z důvodu vysoké tepelné vodivosti mědi. Součinitel tepelné vodivosti mědi je cca 12 x vyšší než keramiky, která obvykle tvoří stěnu Peltierova článku a 1,75 x vyšší než hliníku, který se obvykle používá ke konstrukci chladiče vnějšího pláště. S ještě větší výhodou je možné využít jako konstrukční materiál vložky stříbro, které má součinitel tepelné vodivosti 1,85x vyšší než hliník, nicméně je významně dražší a těžší, proto v příkladném provedení nebylo stříbro použito. V předloženém technickém řešení může být dosaženo účinnosti až 82 %, jak je demonstrováno na výhodném provedení pospaném částí „Příklady provedení vynálezu“

50 Odpadní teplo z vnějšího pláště je odváděno chladicí kapalinou mimo tělo termoelektrického tepelného výměníku a mimo vnější skříň celého chladicího zařízení. Vzhledem k tomu, že chladicí kapalina potom, co ochladí Peltierovy články, dosahuje v předložené konstrukci maximálních teplot přibližně 25 °C, je tato kapalina výhodně využita k ochlazování proudových zdrojů uvnitř zařízení a teprve potom je odváděna mimo zařízení. Toto využití chladicí vody nahrazuje chlazení pomocí ventilátorů, které je i přes řadu podstatných nevýhod standardem ve

55

stavu techniky.

5 Rezervoár s pracovní kapalinou je nedílnou součástí tepelného výměníku. Tento koncept umožňuje sekundární chlazení celého objemu pracovní kapaliny a dále tak zvyšuje účinnost zařízení. Toho je dosaženo jednak použitím kovu jakožto materiálu pláště, který temperuje pracovní kapalinu na všech plochách rezervoáru, a co nejlepší tepelná izolace vnitřního pláště od okolí. Výhodným kovem pro výrobu pláště je hliník nebo jeho slitiny.

10 Odborníkovi je jasné, že zařízení, jehož primární funkcí je chlazení pracovní kapaliny, která pak slouží k chlazení do sekundárního okruhu připojeného externího zařízení, se dá snadno využít také k ohřevu nebo k udržování stálé teploty pracovní kapaliny, a tedy i externího zařízení. Změna z chladicího režimu na režim zahřívací je pro odborníka rutinní záležitostí a jde především o volbu druhu a teploty kapalin v primárním a sekundárním okruhu a směr zapojení Peltierových článků. Odborník je tedy schopen užívat zařízení podle vynálezu jako univerzální temperační zařízení. Pokud jde o rozsah ochrany předloženého vynálezu, v popisu i nárocích užívaný termín „chladicí“ zařízení nebo „chladicí“ jádro je třeba interpretovat široce jako zařízení pro obousměrnou tepelnou výměnu, tedy chlazení, ohřívání nebo udržování stálé teploty pracovní kapaliny v sekundárním okruhu. Stejně tak termín „chladicí“ kapalina může mít význam širší, a sice temperační kapalina.

20

Přehled obrázků na výkresech

25 Obr. 1. Schéma znázorňující princip termoelektrického tepelného výměníku. Značka A označuje větev primárního okruhu pro připojení na okruh chladicí kapaliny a značka B označuje větev sekundárního okruhu včetně hlavních regulačních prvků pro vytvoření sekundárního okruhu připojením externího zařízení, které má být ochlazováno.

30 Obr. 2. Axonometrický pohled na termoelektrický tepelný výměník (přední stěna odříznuta).

Obr. 3. A. Detail meandrového kanálu vnitřního pláště. B. Detail meandrového kanálu vnějšího pláště.

35 Obr. 4. Znázornění umístění přenosových vložek na kontaktních plochách vnějšího pláště. Přenosové vložky jsou z jedné strany v kontaktu s ochlazovanou stranou Peltierových článků a z druhé strany s kontaktními plochami vnějšího pláště.

40 Obr. 5. Axonometrický pohled na příkladné provedení přenosové vložky opatřené po okrajích lamelami.

Obr. 6. Schéma standardizované testovací aparatury obsahující zařízení podle vynálezu, tepelný výměník a zdroj kapaliny o konstantní teplotě v uspořádání pro testování chladicího výkonu.

45 Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

50 Konstrukce chladicího jádra cirkulačního chladicího zařízení

Termoelektrický tepelný výměník, který tvoří podstatnou část chladicího jádra zařízení podle vynálezu, je znázorněn schematicky na obr. 1 a 2 a v příkladném provedení na obr. 3. Termoelektrický tepelný výměník obsahuje rezervoár 1 vytvořený ze soustavy vnitřních plášťů 2, ve kterých jsou meandrové kanály 21 pro průtok pracovní kapaliny, které jsou napojené na

výstupy 23 z rezervoáru 1. Vnitřní plášť 2 je opatřený izolační vrstvou 4, která jej tepelně izoluje od vnějšího pláště 3 a od okolního prostředí. V izolační vrstvě 4 jsou uloženy Peltierovy články 5 které slouží k převodu tepla z vnitřního pláště 2 na vnější plášť 3 (v případě ohřevu pracovní kapaliny by tomu bylo naopak).

5

Mezi vnitřním pláštěm 2 a vnějším pláštěm 3 jsou umístěny přenosové vložky 8 (obr. 4 a 5) tak, že každá z vložek 8 je svým prvním povrchem 81 v kontaktu s příslušným termoelektrickým článkem, tj. Peltierovým článkem 5, a protilehlým povrchem 82 je v kontaktu s kontaktními plochami vnějšího pláště 3. Přenosová vložka 8 je destička o ploše v podstatě shodné s plochou příslušného Peltierova článku 5, a je opatřena lamelami 83, které přesahují okraje Peltierova článku i okraje kontaktních plošek vnějšího pláště 3. Přenosová vložka 8 je vyrobena z mědi.

10

Také ve vnějším plášti 3 jsou vytvořené meandrové kanály 31 pro průtok chladicí kapaliny. Jak je dobře vidět z obrázku 3, jsou v přímkových úsecích meandrových kanálů 21, 31 vnitřního i vnějšího pláště 2, 3 uspořádané usměrňovací elementy 22 respektive 32 proudu pracovní kapaliny ve formě příček, mezi nimiž jsou vytvořené drážky, které zvyšují účinnost přenosu tepla mezi pracovní kapalinou a kovem pláště.

15

Na výstupech z vnitřního pláště 2 je připojena větev B sekundárního okruhu, obsahující čerpadlo 6, za kterým je v potrubí zařazen třicestný dvupolohový ventil 7, který buď vrací pracovní kapalinu do rezervoáru 1, nebo ji vyvádějí do externího ochlazovaného zařízení, jehož připojením se vytvoří uzavřený sekundární okruh.

20

Vnějším pláštěm 3 cirkuluje chladicí kapalina, která odebírá, a to prostřednictvím přenosových vložek 8, teplo ze strany termoelektrických Peltierových článků 5 přivracené k vnějšímu plášti 3.

25

Vnější plášť 3 je napojen na větev A primárního okruhu pro vstup a výstup chladicí kapaliny a je opatřený izolační vrstvou 4. Jako chladicí kapalina je užitá voda z vodovodního řadu.

30

Příklad 2

Srovnání cirkulačního chladicího zařízení podle vynálezu se známými zařízeními

Pro potřeby testování funkce zařízení a měření jeho energetické účinnosti byl sestaven funkční prototyp chladicího zařízení podle vynálezu obsahující jakožto chladicí jádro termoelektrický tepelný výměník s integrovaným rezervoárem, přičemž pro další nutné komponenty (jako jsou např. čerpadla, systémy rozvodů tlakové kapaliny, ventily, elektrický zdroj, komponenty řídicí jednotky) byly zvoleny komerčně dostupné komponenty, případně byly použity komponenty z dřívějších řešení původců (užitý vzor č. 23844, patent č. 306496) a uzpůsobeny pro součinnost s inovovaným chladicím jádrem. Odborníkovi je přitom jasné, že pokud jde o části chladicího zařízení, jako jsou větve primárního a sekundárního okruhu, ovládací jednotku a elektrický zdroj, existuje značná variabilita v provedení těchto částí, přičemž jejich provedení a uzpůsobení k součinnosti s termoelektrickým tepelným výměníkem s integrovaným rezervoárem spadá do kompetence běžného odborníka.

35

40

45

Pro srovnávání parametrů komerčních chladicích přístrojů a zařízení podle předloženého vynálezu byla sestavena standardizovaná testovací aparatura (viz obr. 6), a to tak, aby při srovnávání byly zajištěny identické podmínky a zároveň byly navozeny podmínky blízké předpokládané obvyklé aplikaci chladicího zařízení dle vynálezu.

50

Testovací aparatura obsahovala testované chladicí zařízení a (tj. zařízení podle vynálezu), tepelný výměník b a zdroj kapaliny c (destilované vody eventuálně směsi voda - etylenglykol) o konstantní teplotě a průtoku.

55

Základem aparatury je tepelný výměník b vlastní konstrukce (detailní popis - viz patent č. 303190). Zdroj kapaliny c o konstantní teplotě a průtoku je plně izolovaný tepelný zdroj, který svou činností nemění měřitelně teplotu okolí a tak neovlivňuje výsledky měření.

- 5 Teploty a průtoky chladicí a ochlazované kapaliny, stejně tak i průtoky a tlak ochlazované kapaliny byly měřeny čidly d, e, f, g, h, i, j, jejichž signály byly dále zpracovány pomocí měřících karet (National Instruments, USA) a softwaru LabView (National Instruments, USA). Před započítím každého měření byla všechna čidla kalibrována.
- 10 Měření elektrického příkonu testovaného chladicího zařízení a bylo prováděno prostřednictvím analyzátoru spotřeby elektrické energie k, Energy Logger 4000 (Volcraft, SRN), který je kromě dalších hodnot schopen měřit zdánlivý výkon, činný výkon a účinník ($\cos \varphi$). V našich výpočtech jsme vždy počítali s hodnotami činného výkonu.
- 15 Hlučnost přístrojů byla měřena ze vzdálenosti 2 m hlukoměrem SL 451 (Volcraft, SRN).

Testování a měření

- 20 Chladicí zařízení a podle vynálezu bylo testováno společně se dvěma komerčně dostupnými přístroji, které jsou deklarovanou sférou použití, chladicím výkonem a rozměry blízké zařízení dle předloženého vynálezu, přičemž jeden z nich byl kompresorový cirkulační chladič a druhý byl termoelektrický cirkulační chladič na bázi Peltierových článků. Třetím porovnávaným přístrojem bylo zařízení vyvinuté již dříve původci a detailně popsané v užitém vzoru č. 23844.
- 25 Srovnání základních parametrů těchto přístrojů (u komerčních přístrojů dle jejich oficiální technické dokumentace) je uvedeno v tab. 1.

- Testování probíhalo v místnosti o objemu cca 35 m³ a místnost byla při začátku měření 24 hodin temperována na 23 °C při relativní vzdušné vlhkosti 28 až 33 %. V místnosti byla umístěna též testovací aparatura včetně chladicích přístrojů, které měly být testovány. Po ukončení temperování byl zapnut zdroj c. V místnosti se zároveň nacházela vždy jen jedna osoba a nebylo zde v provozu žádné další zařízení k úpravě teploty či vlhkosti vzduchu.
- 30

- Teplota v místnosti se v takovém případě udržela beze změn cca 3 až 4 hodiny v rozsahu 23 ± 1 °C po temperování. Srovnávací testování trvalo vždy maximálně 1,5 hodiny s tím, že se veškeré zařízení uvedlo do chodu a následně se nechalo stabilizovat až do naměření stálých vstupně - výstupních hodnot všech přístrojů. Následně proběhlo naměření všech hodnot, které byly potřebné k výpočtu výkonů zařízení.
- 35

- 40 Při testování ochlazovacích schopností testovaného chladicího zařízení a (viz obr. 6) byla do výměníku b čerpána kapalina z tepelně izolovaného zdroje c o konstantní teplotě vždy 40 °C a průtoku vždy 27 l/hod. Chladicí prostor výměníku b (prostor mezi kapilárami a vnitřní stěnou pláště výměníku) byl zcela vyplněn a ochlazován vodou, která přitékala z chladicího zdroje a.

- 45 Každý testovaný přístroj byl při testování nastaven tak, aby kapalina na výstupu přístroje při připojeném výměníku c k výstupu a vstupu měla maximální dosažitelný průtok testovaného přístroje a při tomto průtoku se zjišťovala nejnižší dosažená konstantní teplota na výstupu a návratu testovaného přístroje. Hodnoty, které byly naměřeny po dosažení konstantního stavu, byly využity k výpočtu maximálního chladicího výkonu v rámci zvolené testovací sestavy.
- 50

Tabulka 1

	Rozměry š x v x h [cm]	Objem přístroje [m ³]	Hmotnost (bez vodní náplně) [kg]	Kapali nová náplň (max) [kg]	Princip chlazení kapaliny	Odvod odpad ního tepla	Deklaro vaný chladičí výkon [W]	Udávaný elektrický příkon [VA]
Kompresorový cirkulační chladič	36x51x54	0,099	48	8	Kompresoro vý	vnitřní ventilát ory	600	2000
Termoelektrický cirkulační chladič	28x40x54	0,06	28	1,1	Termoelektri cký (Peltier. články)	vnitřní ventilát ory	600	992
Chladičí zařízení podle vynálezu	50x50x70	0,175	30	4	Termoelektri cký (Peltier. články)	vodou	min 2000	3000

Naměřené hodnoty, výsledky a výpočty

5 Tabulka 2 shrnuje naměřené hodnoty všech čtyř testovaných přístrojů, které jsou použity pro porovnání jejich maximální chladičí kapacity. Hodnoty byly získány za podmínek popsaných výše. Q_{\max} je maximální dosažitelná hodnota průtoku pracovní kapaliny měřená na výstupu přístrojů. Teplota T_{in} je teplota chlazené kapaliny vstupující do přístroje a teplota T_{out} je pak teplotou kapaliny z přístroje vystupující. P je maximálně dosažený reálný chladičí výkon.

10

Tabulka 2

	Q_{\max} [l/s]	M [kg/s]	C_p [J/kg/°K]	T_{out} [°C]	T_{in} [°C]	p [kW]
Kompresorový cirkulační chladič	0,047151	0,047151	4185 (25°C)	19,255	20,511	0,248
Termoelektrický cirkulační chladič	0,02947	0,02947	4185 (25°C)	18,373	20,274	0,2345
Chladičí zařízení podle vynálezu	0,2	0,2	4185 (25°C)	4,019	7,21	2,37

Výpočet maximálního naměřeného chladičího výkonu porovnávaných přístrojů v tab. 2 byl proveden podle vzorce (1)

15

$$\dot{Q} = \dot{m}C_p\Delta T \quad (1)$$

20

kde Q [kW] je chladičí kapacita přístroje, m [kg/s] je hmotnostní průtok, C_p [kJ/kg/°K] je měrná tepelná kapacita chlazeného média a ΔT [°C] rozdíl teplot chlazeného média mezi vstupem a výstupem chladičího přístroje.

Další v testu naměřené a vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3.

25

Tabulka 3

	Maximální průtok při maximálním chladicím výkonu [l/hod]	Hlučnost (ve vzdálenosti 2m od přístroje) [dB]	Reálný příkon celého přístroje při maximálním chladicím výkonu [W]	Poměr maximálního chladicího výkonu k reálnému elektrickému příkonu přístroje	Poměr hmotnosti k maximálnímu chladicího výkonu	Zvýšení teploty v testovací místnosti při provozu zařízení 30 minut [°C]	Maximálně dosažitelný výstupní tlak [bar]
Kompresorový cirkulační chladič	170	62	803	0,309	0,194	2	0,5
Termoelektrický cirkulační chladič	106	60,5	830	0,283	0,119	2	0,8
Chladicí zařízení podle vynálezu	600	42	3026	0,82	0,029	0	15,5

Při připojení externího zařízení, tj. zařízení, které má být ochlazováno, popřípadě temperováno, k chladicímu zařízení podle vynálezu může být v sekundárním okruhu dosažen průtok až 600 l/hod (při tlaku blízkém relativní nule) a tlak až 15,6 bar (1560 kPa) (měřeno kalibrovaným průtokoměrem a tlakovým čidlem umístěným v zařízení těsně před výstupním portem), ne však současně. Současně dosažitelné hodnoty průtoku a tlaku jsou uvedeny v následující tab. 4:

Tabulka 4

Průtok (l/hod)	Tlak (bar) [tlak (KPa)]
10	15,6 [1560]
100	12 [1200]
200	9,3 [930]
400	4,4 [440]
600	2,8 [280]

Další testy ukázaly, že chladicí zařízení a podle vynálezu může v modu chlazení dosáhnout a dlouhodobě udržet teploty až -21 °C (při naplnění nemrzoucí směsí). Mimořádně výhodný se jeví cirkulační chladicí přístroj pro dlouhodobé (kontinuální) chlazení externího zařízení na teploty v rozmezí 5 až 20 °C.

Výsledky testovacích experimentů lze shrnout následovně:

Cirkulační chladicí zařízení dle vynálezu prokázalo:

1. více než dvojnásobně lepší poměr maximálního chladicího výkonu k reálnému elektrickému příkonu přístroje ve srovnání s obdobnými komerčními přístroji založenými na termoelektrickém jevu či kompresorovém chlazení;

2. více než pětinašobně lepší poměr hmotnosti k maximálnímu chladicímu výkonu ve srovnání s obdobným komerčním kompresorovým přístrojem a více než třinášobně lepší týž poměr ve srovnání s obdobným komerčním přístrojem založeným na polovodičovém termoelektrickém jevu, a

3. významně tišší chod (zhruba o 30 %) než obdobné komerční přístroje.

5 Navíc, chladicí zařízení dle vynálezu nevydává do okolí prakticky žádné teplo a neovlivňuje proto významně teplotu prostředí v blízkosti přístroje.

PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Cirkulační chladicí zařízení obsahující chladicí jádro obsahující alespoň jeden termoelektrický článek (5), větev (A) primárního okruhu, větev (B) sekundárního okruhu, napájecí zdroj a řídicí jednotku, **vyznačující se tím**, že chladicí jádro je tvořeno termoelektrickým tepelným výměníkem, který obsahuje rezervoár (1) opatřený alespoň jedním
15 vstupem a alespoň jedním výstupem pracovní kapaliny a je uspořádaný ve vnitřním plášti (2), jehož meandrové kanály (21) jsou propojené s rezervoárem (1), a který je opatřen tepelně izolační vrstvou (4) a uložen ve vnějším plášti (3), v jehož stěnách jsou provedené meandrové kanály (31) pro průtok chladicí kapaliny, přičemž mezi přivrácené stěny vnitřního pláště (2) a vnějšího pláště (3) je vložen alespoň jeden termoelektrický Peltierův článek (5), uložený v tepelně izolační vrstvě
20 (4), přičemž mezi alespoň jedním Peltierovým článkem (5) a vnějším pláštěm (3) je umístěna alespoň jedna přenosová vložka (8) tak, že je svým prvním povrchem (81) v kontaktu s termoelektrickým Peltierovým článkem (5) a protilehlým druhým povrchem (82) je v kontaktu s přivrácenou stěnou vnějšího pláště (3).

25

2. Cirkulační chladicí zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že přenosová vložka (8) je ve formě destičky, jejíž plocha je v podstatě shodná s plochou odpovídajícího Peltierova článku (5).

30

3. Cirkulační chladicí zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že přenosová vložka (8) je po obvodu opatřena lamelami (83), které přesahují plochu odpovídajícího Peltierova článku (5).

35

4. Cirkulační chladicí zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že přenosová vložka (8) je vyrobena z kovu, výhodně z mědi nebo stříbra, nejvýhodněji z mědi.

40

5. Cirkulační chladicí zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že v meandrových kanálech (31, 21) vnějšího pláště (3) i vnitřního pláště (2) jsou pro zvětšení teplosměnné plochy a usměrnění proudu chladicí a pracovní kapaliny upořádané usměrňovací
40 elementy (32) a (22) s drážkami paralelními s kanálem (31) a (21).

45

6. Cirkulační chladicí zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že vnitřní plášť (2) i vnější plášť (3) termoelektrického výměníku jsou z kovu, výhodně z hliníku nebo jeho slitiny.

50

7. Cirkulační chladicí zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že větev (B) sekundárního okruhu obsahuje alespoň jedno čerpadlo (6) pro přímé nasávání pracovní kapaliny do meandrových kanálů (21) vnitřního pláště (2) a alespoň jeden třicestný ventil (7) pro
50 vracení pracovní kapaliny do rezervoáru (1) nebo čerpání pracovní kapaliny do uzavřeného sekundárního okruhu obsahujícího externí zařízení, které je ochlazováno.

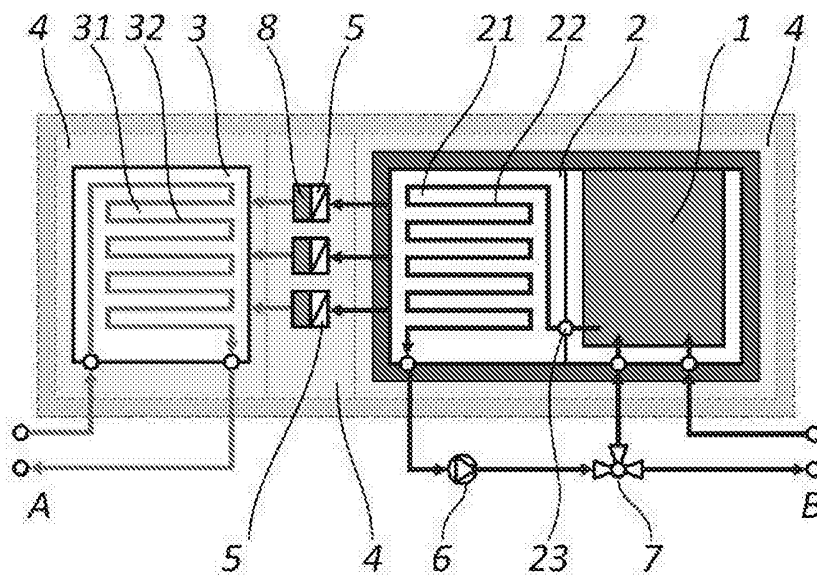
55

8. Cirkulační chladicí zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6 **vyznačující se tím**, že větev (A) primárního okruhu je napojena na přívod vody z vodovodního řádu a na běžný odpad pro využití vodovodní vody jako chladicí kapaliny.

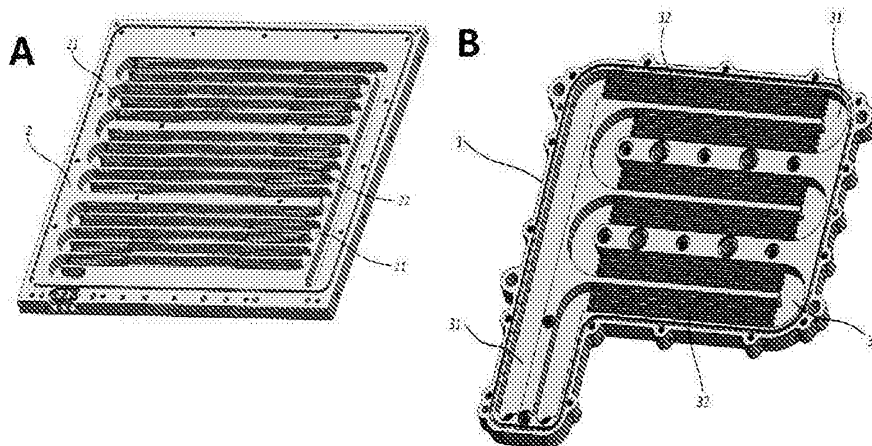
3 výkresy

Seznam vztahových značek

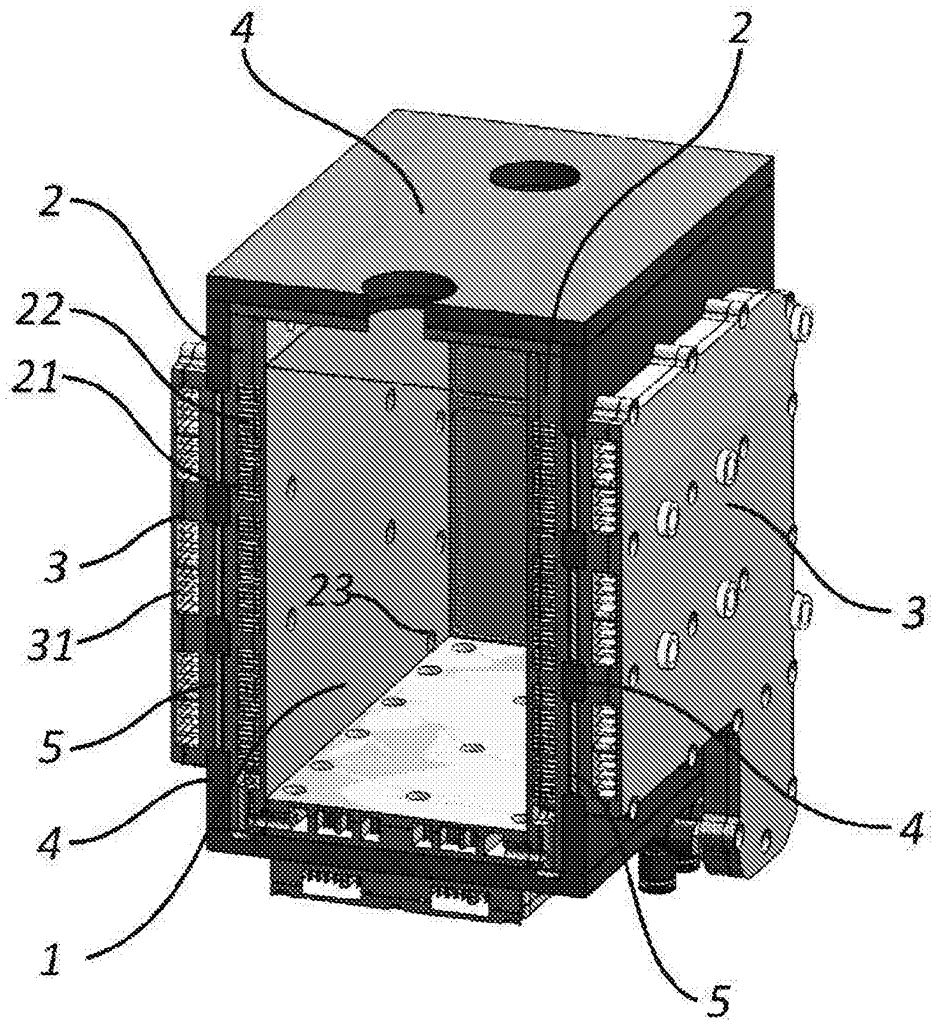
- A ... větev primárního okruhu
- B ... větev sekundárního okruhu
- 1 ... rezervoár
- 2 ... vnitřní plášť
- 21 ... meandrové kanály (vnitřního pláště)
- 22 ... usměrňovací elementy (v kanálech vnitřního pláště)
- 23 ... výstup (z rezervoáru)
- 3 ... vnější plášť
- 31 ... meandrové kanály (vnějšího pláště)
- 32 ... usměrňovací elementy (v kanálech vnějšího pláště)
- 4 ... izolační vrstva
- 5 ... termoelektrické (Peltierovy) články
- 6 ... čerpadlo
- 7 ... dvoupolohový ventil
- 8 ... přenosová vložka
- 81 ... první povrch (přenosové vložky)
- 82 ... druhý povrch (přenosové vložky)
- 83 ... lamela (přenosové vložky)



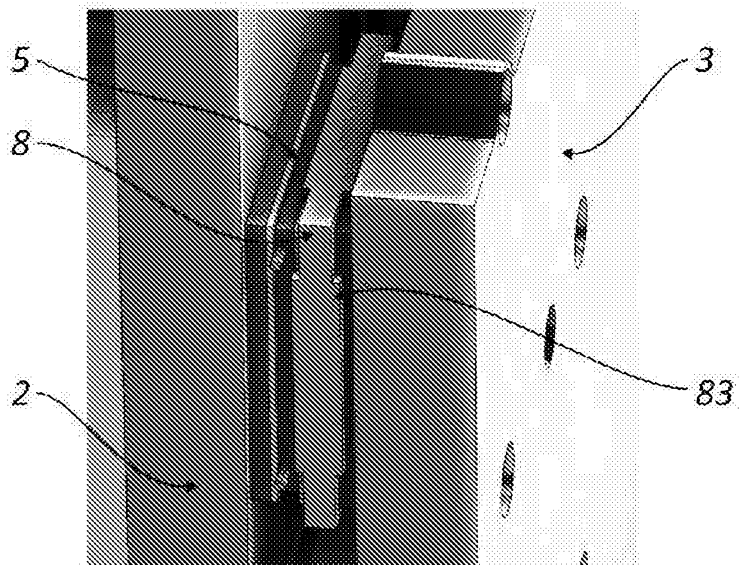
Obr. 1



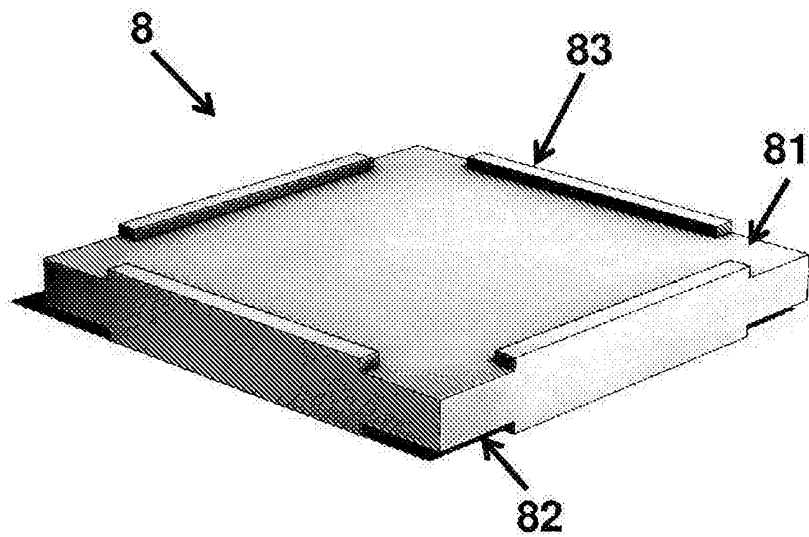
Obr. 3



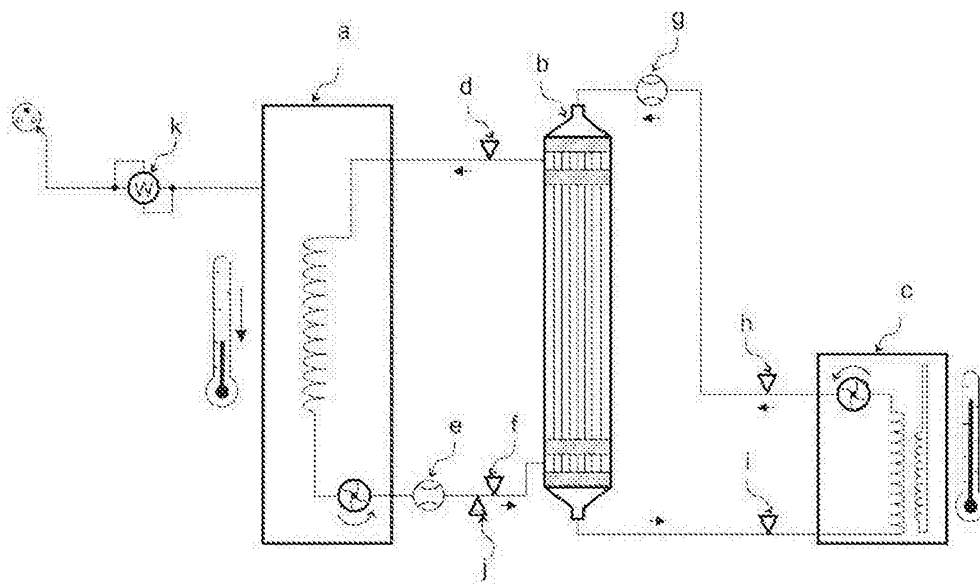
Obr. 2



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6