PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

309 074

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

B01D 5/00	(2006.01)
B01D 53/04	(2006.01)
E03B 3/28	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-284**
(22) Přihlášeno: **04.06.2021**
(40) Zveřejněno: **12.01.2022**
(Věstník č. 2/2022)
(47) Uděleno: **01.12.2021**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **12.01.2022**
(Věstník č. 2/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
WO 2013026126 A1; US 2007261413 A1; WO 2004094317 A2.

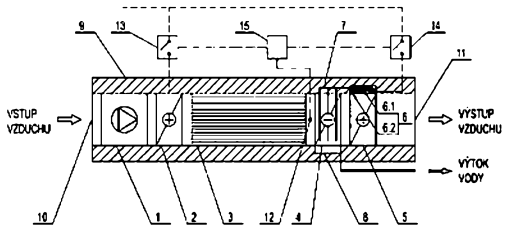
(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6, Dejvice, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., Praha 4, Michle, CZ

(74) Zástupce:
RNDr. Silvie Dokulilová, Ph.D., Bašného 279/51, 623 00 Brno, Kohoutovice

(54) Název vynálezu:
Zařízení pro získávání vody ze vzduchu

(57) Anotace:
Zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje prvek (8) pro sběr kondenzované vody a pouzdro (9), které má vstupní otvor (10) pro vstup vzduchu a výstupní otvor (11) pro výstup vzduchu. Kdekoli v pouzdře (9) je umístěno zařízení (1) pro dopravu vzduchu. Ve směru od vstupního otvoru (10) k výstupnímu otvoru (11) jsou v pouzdře (9) řazeny v následujícím pořadí vstupní ohřívač (2), sorpční výměník (3) a chladič (4). Zařízení dále obsahuje alespoň jeden Peltierův článek (6) a výstupní ohřívač (5) umístěný mezi chladičem (4) a výstupním otvorem (11), přičemž chladič (4) je tepelně vodivě propojen s chladnou stranou (6.1) Peltierova článku (6) a výstupní ohřívač (5) je tepelně vodivě propojen s teplou stranou (6.2) Peltierova článku (6).



CZ 309074 B6

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro získávání vody z okolního vzduchu, které se vyznačuje velikostí minimalizovanou do rozměrů běžné láhve na pití pro možnost přenášení jediným člověkem.

Dosavadní stav techniky

V současné době je pro získávání vody ze vzduchu na trhu k dispozici řada zařízení, která pracují na principu chlazení okolního vzduchu výměníkem s teplotou nižší, než je teplota rosného bodu, kdy se vodní pára ze vzduchu vylučuje na jeho povrchu ve formě kapiček vody. Nevýhodou takového řešení je, že v případě nízké měrné vlhkosti okolního vzduchu pod 5 g/kg suchého vzduchu je produkce vody velice nízká a zároveň energeticky náročná. Proto například v pouštních podmínkách konvenční jednotky pro produkci vody ze vzdušné vlhkosti pouhým chlazením pod rosný bod nefungují.

Proto je snaha vymyslet zařízení, které by bylo i v sušších podmínkách dostatečně efektivní. V malé míře se začínají objevovat zařízení, která využívají sorpčního materiálu pro navlhčení vzduchu před samotným ochlazením pod teplotu rosného bodu. Nevýhodou dosud známých zařízení tohoto typu je jednak poměrně velká energetická náročnost a jednak použití technologií chlazení, které neumožňují zmenšit takové zařízení do velikosti vhodné pro osobní použití.

Zařízení podle přihlášky WO 2016/187709 A1 pro získávání vody ze vzduchu využívá sorpčního systému pro odvlhčení a navlhčení venkovního vzduchu. Jsou zde popsány dvě hlavní provedení s desikačním kolem a se sorpčním materiálem v loži, který je ohříván ohřívačem. Nevýhodou zařízení v provedení se sorpčním materiálem v loži je, že produkuje vodu pouze při jednom průchodu vzduchu zařízením a k adsorpci vzdušné vlhkosti dochází při druhém průchodu vzduchu, což má negativní vliv na produkci vody. Pro ohřev sorpčního výměníku jsou v provedení s desikačním kolem i se sorpčním materiálem v loži použity externí zdroje, což vede k nárůstu rozměrů a není navržen žádný způsob, jak celé zařízení miniaturizovat. Navržené externí zdroje tepla jsou různé, od odpadního tepla z výfukových plynů po teplo ze solárních kolektorů. Nicméně není využit žádný systém pro rekuperaci tepla v zařízení samotném. Z toho plyne vysoká energetická náročnost a velké rozměry. Teplo z chlazení přitom zůstává nevyužito, rovněž není popsána žádná rekuperace chladu. Proto je v přihlášce navrženo a popsáno jen jeho připojení na distribuční síť.

Zařízení podle patentové přihlášky US 2006/0272344 A1 využívá sorpčního systému na bázi sorpčního kola s tuhým desikantem s uzavřeným regeneračním okruhem. Pro regeneraci desikantu slouží pouze odpadní teplo ze spalovacího motoru mobilního zařízení a není uvažována žádná rekuperace tepla souvisejícího s provozem systému. Podobně jako výše je zde sorpční kolo, které spotřebovává elektrickou energii navíc, protože se musí přetáčet mezi dvěma polohami. Zařízení používá dva vzduchovody, což je nevýhodné jak rozměrově, tak i energeticky z hlediska spotřeby elektrické energie dvou sacích zařízení. Odvlhčený procesní vzduch vystupující ze sorpčního kola slouží jako zdroj chladu pro kondenzační výměník, kde je z navlhčeného vzduchu vysrážena vodní pára. Nevýhodou takového zařízení je, že může pracovat pouze v chladných nebo vlhkých oblastech, kde je teplota odvlhčeného procesního vzduchu dostatečně nízko pod teplotou rosného bodu navlhčeného vzduchu.

Zařízení podle patentu US 7601208 B2 využívá pro odnímání vlhkosti ze vzduchu kapalný desikant. Kapalný desikant rozstřikem odebírá vlhkost z proudu vzduchu. Dále se voda z roztoku desikantu odděluje vypařováním. Zdrojem tepla pro vypařování je odpadní teplo ze spalovacího motoru mobilního zařízení, v patentu není navržen žádný systém rekuperace tepla. Následně vodní

pára kondenzuje ve výměníku, kde zdrojem chladu je nasávaný venkovní vzduch. Jasnou nevýhodu takového zařízení je, že pro kondenzaci vodní páry je potřeba, aby teplota okolního vzduchu byla dostatečně nízko pod teplotou rosného bodu a v chladiči došlo ke kondenzaci vody. Toto zařízení proto nemůže fungovat v pouštních podmínkách, kde jsou teploty okolního vzduchu zpravidla vysoké.

Zařízení podle patentové přihlášky US 2011/0296858 A1 využívá desikační systém se sorpčním kolem s tuhým desikantem. Venkovní nasávaný vzduch prochází sorpčním kolem a vodní pára se adsorbuje na povrchu desikantu. Následně už odvlhčený vzduch se ohřívá v mikrovlnné komoře na vysokou teplotu a je veden zpátky do desikačního kola pro jeho regeneraci. Navlhčený vzduch přichází na chladič, kde vodní pára zkondenzuje. Z patentu není jasné, jakou výhodu má toto zařízení s desikačním kolem oproti klasickému kondenzačnímu zařízení, neboť zařízení pracuje se stejným průtokem procesního a regeneračního vzduchu, nedochází tedy ke zvýšení vlhkosti vzduchu před její kondenzací. Zařízení pracuje se stejnou účinností získávání vody ze vzduchu jako běžné kondenzační zařízení a v pouštních oblastech tedy s velmi nízkou účinností. Navíc je rozměrově i energeticky náročné.

Zařízení podle patentu CZ 307873 B6 využívá desikační systém se sorpčním kolem s tuhým desikantem. Zařízení je navrženo jako autonomní. Venkovní nasávaný vzduch prochází sorpčním kolem a vodní pára se adsorbuje na povrchu desikantu. Zařízení využívá chladivový okruh s kompresorem pro ohřev regeneračního vzduchu a pro ochlazení vzduchu pod rosný bod, a dále využívá zpětného získávání tepla, což je pro celkovou energetickou bilanci výhodné. Navlhčený vzduch přichází na chladič, kde vodní pára zkondenzuje. Zásadní nevýhodou zařízení je prostorová náročnost zařízení, která vyplývá z přítomnosti desikačního kola, dvou vzduchovodů a kompresorového chladicího zařízení, což omezuje možnosti, jak zařízení realizovat v kompaktním provedení.

Zařízení podle patentové přihlášky US 2018/0043295 A1 je plně autonomní a využívá desikační systém s dvěma sorpčními koly. V uzavřeném okruhu je ohříván regenerační vzduch ve vzduchovém solárním kolektoru, zároveň je vzduch opakovaně navlhčen dvěma desikačními koly. Po dosažení regenerační teploty začne kondenzovat vzdušná vlhkost na lamelách výměníku vzduch-vzduch, kde na druhé straně proudí okolní vzduch, který je zároveň využíván jako procesní. Nevýhodou takového zařízení je koncept dvou proudů vzduchu, tedy provozu dvou sacích zařízení a prostorově náročná přítomnost dvou vzduchovodů. Další nevýhodou je provoz dvou pohonů desikačních kol. Nevýhodná je rovněž absence chladivového okruhu a tím nízká produkce zkondenzované vody zejména v pouštním prostředí, kde je teplota okolního vzduchu je vyšší než teplota rosného bodu.

Zařízení podle patentu CZ 308655 B6 využívá sorpčního výměníku s integrovaným ohřevem vzduchu, s rekuperací chladu pro snížení teploty na vstupu do chladiče. Pro chlazení vzduchu pod teplotu rosného bodu zařízení uvažuje chladivový okruh s kompresorem a přečerpaného tepla se využívá pro předehřev vzduchu na vstupu do sorpčního výměníku. Použití chladivového okruhu znemožňuje provést zařízení v kompaktním malém provedení pro osobní použití.

Zařízení podle patentu CZ 308656 B6 využívá sorpčních výměníků s integrovaným ohřevem vzduchu s přepínáním směru proudění pro kontinuální provoz (současná adsorpce v jednom výměníku, desorpce ve druhém výměníku). Pro chlazení vzduchu pod teplotu rosného bodu zařízení se uvažuje chladivový okruh s kompresorem, což znemožňuje provést zařízení v kompaktním malém provedení pro osobní použití.

Nevýhodou některých uvedených řešení známých ze stavu techniky je tedy rozsah použití omezený buď pro oblasti s vysokou vlhkostí, nebo na oblasti s nízkou teplotou okolního vzduchu. V případě suchých teplých oblastí jako jsou pouště, vykazují některá ze zařízení nízkou produkci vody nebo vysokou náročnost na dodávku externí (neobnovitelné) energie. Zásadní nevýhodou použití všech uvedených principů je rozměrová náročnost vlivem použitých prvků jako sorpční kolo, dva

vzduchovody nebo kompresorové chlazení, které znemožňuje provést zařízení v rozměru vhodném pro osobní použití, např. ve formě přenosné láhve na pití.

Podstata vynálezu

Tyto nevýhody odstraňuje zařízení pro získávání vody ze vzduchu dle předkládaného vynálezu, které na rozdíl od zařízení známých ze stavu techniky umožňuje dosažení velmi malých rozměrů. Pouzdro, v němž je zařízení uloženo, může být velikosti lahve na pití, a to při zachování nízké energetické náročnosti. Velkou výhodou je, že zařízení dle předkládaného vynálezu je snadno přenosné jedním člověkem.

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje prvek pro sběr kondenzované vody a pouzdro, které má vstupní otvor pro vstup vzduchu a výstupní otvor pro výstup vzduchu, přičemž na kterémkoli místě v pouzdře je umístěno zařízení pro dopravu vzduchu. V pouzdře jsou také ve směru od vstupního otvoru k výstupnímu otvoru řazeny v následujícím pořadí vstupní ohřívač, sorpční výměník a chladič. Zařízení dále obsahuje alespoň jeden Peltierův článek a výstupní ohřívač umístěný mezi chladičem a výstupním otvorem. Chladič je tepelně vodivě propojen s chladnou stranou Peltierova článku a výstupní ohřívač je tepelně vodivě propojen s teplou stranou Peltierova článku.

V jednom možném provedení jsou chladič a chladná strana Peltierova článku tepelně vodivě propojeny pomocí alespoň jedné tepelné trubice.

V tomto provedení pak může být teplá strana Peltierova článku v přímém tepelném kontaktu s výstupním ohřívačem.

V jiném možném provedení jsou tepelně vodivě propojeny pomocí alespoň jedné tepelné trubice naopak výstupní ohřívač a teplá strana Peltierova článku.

V tomto provedení pak může být chladná strana Peltierova článku v přímém tepelném kontaktu s chladičem.

Zařízení s výhodou obsahuje čidlo měrné vlhkosti umístěné mezi sorpčním výměníkem a chladičem.

Je výhodné, když zařízení obsahuje řídicí jednotku a když vstupní ohřívač má spínač vstupního ohřívače a Peltierův článek má spínač Peltierova článku. Pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku je čidlo měrné vlhkosti informačně propojeno s řídicí jednotkou a řídicí jednotka je informačně propojena se spínačem vstupního ohřívače i se spínačem Peltierova článku.

V jiném výhodném provedení zařízení rovněž obsahuje řídicí jednotku, ale vstupní ohřívač a Peltierův článek mají na rozdíl od předchozího provedení společný spínač pro současné spínání vstupního ohřívače i Peltierova článku. Pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku je čidlo měrné vlhkosti přes řídicí jednotku informačně propojeno se společným spínačem.

Je výhodné, je-li pouzdro opatřeno tepelnou izolací.

Vstupní otvor a/nebo výstupní otvor jsou s výhodou uzavíratelné.

Ve výhodném provedení je vstupním ohřívačem elektrické topné těleso, sorpční výměník obsahuje lamely opatřené povlakem, který je typicky ze zeolitu, a chladič a výstupní ohřívač jsou žebrové tepelné výměníky, které jsou typicky z hliníku.

Objasnění výkresů

Vynález je podrobně popsán na konkrétních výhodných provedeních pomocí přiložených výkresů. Ve všech výkresech je schematicky zakresleno celkové uspořádání zařízení pro získávání vody ze vzduchu v podélném řezu.

Na obr. 1 je provedení, v němž je teplá strana Peltierova článku v přímém tepelném kontaktu s výstupním ohřívačem a chladná strana Peltierova článku je propojena s chladičem pomocí tepelné trubice. Vstupní ohřívač a Peltierův článek mají oddělené spínače.

Na obr. 2 je provedení se stejným zapojením Peltierova článku jako v obr. 1, ale na rozdíl od obr. 1 mají vstupní ohřívač a Peltierův článek společný spínač.

Na obr. 3 je provedení, v němž je chladná strana Peltierova článku v přímém tepelném kontaktu s chladičem a teplá strana Peltierova článku je propojena s výstupním ohřívačem pomocí tepelné trubice. Vstupní ohřívač a Peltierův článek mají oddělené spínače.

Na obr. 4 je provedení se stejným zapojením Peltierova článku jako v obr. 3, ale na rozdíl od obr. 3 mají vstupní ohřívač a Peltierův článek společný spínač.

Příklady uskutečnění vynálezu

Níže popsaná výhodná provedení ukazují pouze některá z mnoha možných řešení, která spadají do ochrany vynálezu, a ilustrují vynálezeckou myšlenku. Jde pouze o vybraná jednoduchá uspořádání, která nijak neomezují rozsah ochrany vynálezu. Uvedená uspořádání lze doplnit i o další prvky.

Nejprve bude popsáno konstrukční uspořádání zařízení a pak jeho funkce.

Jak je vidět v obr. 1 až 4, zařízení obsahuje pouzdro 9, kterým prochází vzduch z okolí a pomocí procesů na jednotlivých prvcích uvnitř pouzdra 9 je z něj získávána voda opakovanou sorpcí a desorpcí v sorpčním výměníku 3. Zařízení přitom efektivně funguje i ve velmi suchých a teplých pouštních podmínkách.

Pouzdro 9 slouží jako vzduchovod a může mít různý tvar, je možný, např. válcovitý tvar či různé hranaté tvary, pouzdro může mít také například tvar lahve s uzavíratelnými otvory na straně dna i hrdla, možné je tuhé i ohebné provedení. Pouzdro 9 je s výhodou vzduchotěsné a opatřené tepelnou izolací. V jiném provedení může zařízení také fungovat, ale s menší účinností. Jako tepelnou izolaci lze použít, např. polyuretan. Výhodné je rovněž, je-li materiál pouzdra 9 odolný vůči nárazům.

Pouzdro 9 má vstupní otvor 10 pro vstup vzduchu a výstupní otvor 11 pro výstup vzduchu. Aby se zabránilo znečištění zařízení v době, kdy není používáno, je výhodné, jsou-li vstupní otvor 10 a/nebo výstupní otvor 11 uzavíratelné. Optimální přitom je, když jsou uzavíratelné oba dva otvory 10, 11.

Na kterémkoliv místě v pouzdře 9 je umístěno zařízení 1 pro dopravu vzduchu, které je zapojeno tak, aby dopravovalo vzduch od vstupního otvoru 10 k výstupnímu otvoru 11. Zařízení 1 pro dopravu vzduchu může být provedeno, např. jako elektricky poháněný ventilátor.

V pouzdře 9 jsou dále mezi vstupním otvorem 10 a výstupním otvorem 11 řazeny v následujícím pořadí ve směru od vstupního otvoru 10 k výstupnímu otvoru 11: vstupní ohřívač 2, sorpční výměník 3 a chladič 4. Smyslem tohoto pořadí prvků je to, aby v režimu desorpce vody ze sorpčního výměníku 3 mohl být vzduch před vstupem do sorpčního výměníku 3 předehříván vstupním ohřívačem 2 a zvlhčený vzduch ze sorpčního výměníku 3 následně zamířil do chladiče 4.

Mezi vstupním ohřívačem 2, sorpčním výměníkem 3 a chladičem 4 mohou být přitom umístěna i další přídavná zařízení, z nichž některá budou popsána níže. Sorpční výměník 3 má na svůj teplosměnný povrch nanesený desikant. Na chladiči 4 kondenzuje vzdušná vlhkost ve formě kapiček vody. Zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje také prvek 8 pro sběr kondenzované vody. Typicky je tento prvek 8 pro sběr kondenzované vody umístěn pod chladičem 4, ale je-li zařízeno, aby se do něj dostávala voda z chladiče 4, může být umístěn i jinde. Získaná kapalná voda je určena pro další použití. Prvek 8 pro sběr kondenzované vody může být proveden jako nádobka nebo potrubí vyvedené ven z pouzdra 9, případně jako nádobka s potrubím apod. Může být umístěn v tepelné izolaci, uvnitř i vně pouzdra, případně může procházet i více částmi zařízení pro získávání vody ze vzduchu současně. Jako prvek 8 pro sběr vody může být použit jakýkoliv kanálek, potrubí, nádobka apod. nebo jejich kombinace, uzpůsobené tak, aby se do nich mohla dostávat voda z chladiče 4. Typicky jde tedy o prvek shora otevřený, aby do něj voda z chladiče 4 mohla stékat.

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu dále obsahuje alespoň jeden Peltierův článek 6, tj. termoelektrický článek pracující na principu Peltierova jevu. Průchodem elektrického proudu zvoleného směru se jedna strana Peltierova článku ochlazuje (tuto stranu budeme dále nazývat chladná strana 6.1 Peltierova článku 6) a druhá zahřívá (tuto stranu budeme dále nazývat teplá strana 6.2 Peltierova článku 6). Peltierových článků může být ale pro zvýšení účinnosti použito i více, mohou být rozmístěny, např. po obvodu chladiče 4 či výstupního ohřívače 5, více Peltierových článků může být sdruženo do jednoho většího apod.

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje rovněž výstupní ohřívač 5 umístěný mezi chladičem 4 a výstupním otvorem 11. Chladič 4 je přitom tepelně vodivě propojen s chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6 a výstupní ohřívač 5 je tepelně vodivě propojen s teplou stranou 6.2 Peltierova článku 6.

Vstupní ohřívač 2, sorpční výměník 3, chladič 4, výstupní ohřívač 5 i zařízení 1 pro dopravu vzduchu jsou navzájem vzduchově propojeny.

Posledně uvedené čtyři prvky mohou mít různá technická provedení. Jedno možné výhodné provedení vstupního ohřívače 2 je elektrické topné těleso, kterým prochází vzduch. Sorpční výměník 3 s výhodou obsahuje lamely opatřené povlakem, který je typicky ze zeolitu. Lamely jsou s výhodou uspořádány tak, aby vytvářely kanálky. Zeolit má vysokou schopnost vázání molekul vody na svůj povrch a nízkou regenerační teplotu pro jejich uvolnění. Chladič 4 a výstupní ohřívač 5 jsou s výhodou provedeny jako žebrové tepelné výměníky, ve kterých proudí vzduch podél žeber. Žebra jsou typicky z hliníku. Vynález je ale možné realizovat i s jinými než zde uvedenými výhodnými provedení těchto čtyř prvků, případně kombinovat výhodné provedení některého nebo některých prvků se zde neuvedenými provedeními dalšího či dalších prvků.

Výhodou je, že vstupní ohřívač 2, sorpční výměník 3, chladič 4, výstupní ohřívač 5 i kdekoli v pouzdře 9 umístitelné zařízení 1 pro dopravu vzduchu mohou být v pouzdře 9 řazeny v jedné linii a není potřeba používat více proudů vzduchu, pouzdro 9 tedy může být provedeno jako jeden vzduchovod a díky tomu má kompaktní podobu.

Zařízení 1 pro dopravu vzduchu, vstupní ohřívač 2 a Peltierův článek 6 jsou výhodně napájeny stejnosměrným proudem v běžně napěťové úrovni 12 V. Elektrická zapojení jsou v obr. 1 až 4 znázorněna pouze schematicky. Princip elektrického zapojení, např. Peltierova článku 6 je odborníkům v oboru obecně znám.

Tepelně vodivé propojení chladné strany 6.1 Peltierova článku 6 s chladičem 4 a tepelně vodivé propojení jeho teplé strany 6.2 výstupním ohřívačem 5 lze realizovat různými způsoby.

Z obr. 1 až 4 je patrné, že pro přenos tepla lze s výhodou použít tepelné trubice 7. V obr. 1 až 4 je znázorněno příkladné uspořádání se 3 tepelnými trubicemi 7, jejichž vodorovné části jsou

v zákrytu. Počet tepelných trubic lze ale zvolit libovolně, tepelné propojení může zprostředkovat jedna nebo více tepelných trubic 7.

Přitom platí, že tepelně vodivé propojení pomocí tepelné trubice 7 nebo tepelných trubic 7 může být jak mezi chladičem 4 a chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6 (viz obr. 1 a 2), tak i mezi výstupním ohřívačem 5 a teplou stranou 6.2 (viz obr. 3 a 4). I když je možné mít tepelné trubice 7 současně na obou stranách Peltierova článku, tedy jak mezi chladičem 4 a chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6, tak i mezi výstupním ohřívačem 5 a teplou stranou 6.2 Peltierova článku 6 (toto provedení není zakresleno), výhodnější jsou provedení, v nichž je jedna strana Peltierova článku v přímém tepelném kontaktu se zařízením, které má chladit nebo ohřívat, viz obr. 1 až 4.

V obr. 1 a 2 je ukázáno výhodné provedení, v němž jsou chladič 4 a chladná strana 6.1 Peltierova článku 6 tepelně vodivě propojeny pomocí tepelných trubic 7, a v němž je současně teplá strana 6.2 Peltierova článku 6 v přímém tepelném kontaktu s výstupním ohřívačem 5. Chladič 4 je tepelně vodivě spojený s výparníkovou částí tepelných trubic 7. Do chladiče proudí teplý vzduch ze sorpčního výměníku 3 a ohřívá žebra chladiče 4 a tedy i výparníkovou část tepelných trubic 7. Pracovní látka v tepelných trubicích 7 se přívodem tepla vypařuje a odchází do kondenzační části tepelných trubic 7, která je chlazena chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6. Kondenzační část tepelných trubic 7 je s výhodou tepelně vodivě zabudována do hliníkové desky, která je v tepelně vodivém spojení s chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6. V kondenzační části pracovní látka tepelných trubic 7 zkondenzuje a kondenzát buď stéká zpátky do výparníkové části, nebo se tam dostává kapilárním efektem. Takto je zajištěn přenos tepla ze vzduchu, který vychází ze sorpčního výměníku 3, na chladnou stranu 6.1 Peltierova článku 6. Dochází tak tedy k ochlazování tohoto vzduchu a ohřívání chladné strany 6.1 Peltierova článku 6. Peltierův článek pak díky přivedenému napětí mezi jeho dvě strany 6.1 a 6.2 přečerpává teplo z chladné strany 6.1 Peltierova článku 6 na jeho teplou stranu 6.2. Tam je toto teplo odnímáno proudícím vzduchem, který se dále ohřívá a pak vystupuje z pouzdra 9. Pro účinný odvod tepla je v přímém tepelném kontaktu s teplou stranou 6.2 Peltierova článku 6 použit výstupní ohřívač 5 typicky v žebrovém provedení, který přenáší teplo z teplé strany 6.2 Peltierova článku 6 do vzduchu vystupujícího z pouzdra 9.

V obr. 3 a 4 je oproti obr. 1 a 2 prohozené zapojení, v němž jsou pomocí tepelných trubic 7 tepelně vodivě propojeny výstupní ohřívač 5 a teplá strana 6.2 Peltierova článku 6 a v němž je chladná strana 6.1 Peltierova článku 6 v přímém tepelném kontaktu s chladičem 4. Výparníková část tepelných trubic 7 je s výhodou tepelně vodivě zabudována do hliníkové desky, která je v tepelně vodivém spojení s teplou stranou 6.2 Peltierova článku 6. Ohřívač 5 je tepelně vodivě spojený s kondenzační částí tepelných trubic 7. Toto zapojení funguje analogicky jako zapojení v obr. 1 a 2 podrobně popsané výše: z chladné strany 6.1 Peltierova článku 6 se teplo přečerpává na jeho teplou stranu 6.2, odkud je odnímáno pomocí vzduchu proudícího výstupním ohřívačem 5 a odváděno ven z pouzdra 9.

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu pracuje ve dvou režimech: sorpce a desorpce. Přepínání mezi těmito režimy lze řešit různě, např. mechanicky, časovačem apod., ale nejvýhodnější je zapojení, v němž se přepínání řídí údaji z čidla 12 měrné vlhkosti. Toto čidlo 12 měrné vlhkosti je umístěno ve směru proudění vzduchu za sorpčním výměníkem 3, v nejvýhodnějším provedení pak mezi sorpčním výměníkem 3 a chladičem 4. Čidlo 12 měrné vlhkosti může být provedeno, např. jako kombinované čidlo teploty a relativní vlhkosti. Pro automatizované provedení může být zařízení vybaveno řídicí jednotkou 15.

Spínání vstupního ohřívače 2 a Peltierova článku může být zajištěno, např. způsobem podle obr. 1 a 3, tzn. že vstupní ohřívač 2 má spínač 13 vstupního ohřívače 2 a Peltierův článek 6 má spínač 14 Peltierova článku 6. Pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku 3 je čidlo 12 měrné vlhkosti informačně propojeno s řídicí jednotkou 15 a řídicí jednotka 15 je informačně propojena se spínačem 13 vstupního ohřívače 2 i se spínačem 14 Peltierova článku 6. Informační propojení může být provedeno jak elektricky drátově, tak i bezdrátově. Řídicí jednotka 15 dává podle údajů z čidla 12 měrné vlhkosti pokyn k sepnutí nebo rozepnutí spínačů 13, 14 a tím

k přechodu mezi režimy sorpce a desorpce, které budou vysvětleny níže. Mít samostatný spínač 13 vstupního ohřívače 2 a samostatný spínač 14 Peltierova článku 6 může být výhodné, např. z pohledu tepelné setrvačnosti: za některých okolností se může hodit spustit dříve Peltierův článek 6 a nechat naběhnout chlazení a až poté zapnout vstupní ohřívač 2. Zabrání se tak situaci, kdy by se v režimu desorpce (viz níže) část vlhkosti ze sorpčního výměníku 3 dostala dříve, než v dostatečné míře naběhne chlazení.

Je ale též možné provedení, v němž vstupní ohřívač 2 a Peltierův článek 6 mají společný spínač 16 pro současné spínání vstupního ohřívače 2 i Peltierova článku 6, viz obr. 2 a 4. Pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku 3 je čidlo 12 měrné vlhkosti přes řídicí jednotku 15 informačně propojeno se společným spínačem 16. Informační propojení může být provedeno jak elektricky drátově, tak i bezdrátově. Řídicí jednotka 15 dává podle údajů z čidla 12 měrné vlhkosti pokyn k sepnutí nebo rozepnutí společného spínače 16 a tím k přechodu mezi režimy sorpce a desorpce, které budou vysvětleny níže.

V režimu sorpce, tj. zachycování vodní páry, vstupuje do vstupního otvoru 10 vzduch z okolního prostředí. Zařízení 1 pro dopravu vzduchu je zapnuté, vstupní ohřívač 2 je vypnutý a nedodává proudícímu vzduchu teplo, Peltierův článek 6 je vypnutý nechladí vzduch v chladiči 4. Vzduch proudící pouzdrem 9, které je ve výhodném provedení tepelně izolováno, je odvlhčován v sorpčním výměníku 3 a v desikantu na povrchu sorpčního výměníku 3 se vážou molekuly vody z proudícího vzduchu. Čidlem 12 měrné vlhkosti je sledován stav vzduchu za sorpčním výměníkem 3. Vzduch ze zařízení vystupuje výstupním otvorem 11. Když obsah vodní páry v proudu vzduchu za sorpčním výměníkem 3 začne narůstat, tzn. sorpční výměník 3 je saturovaný vlhkostí, zařízení přejde do režimu desorpce, v němž dochází k získávání vody. Stále běží zařízení 1 pro dopravu vzduchu a do zařízení pro získávání vody ze vzduchu vstupuje vstupním otvorem 10 vzduch z okolního prostředí. Zapne se vstupní ohřívač 2 a zapne se Peltierův článek 6. Mohou se zapnout buď současně, nebo s časovou prodlevou. Jejich spínání a rozepínání může být řízeno řídicí jednotkou 15 na základě údajů z čidla 12 měrné vlhkosti, případně i na základě dalších doplňujících údajů. Vstupní ohřívač 2 ohřívá vzduch vstupující do sorpčního výměníku 3. Ohřátý vzduch uvolňuje molekuly vody z povrchu desikantu v sorpčním výměníku 3 a navlhčuje se. Ohřátý a navlhčený vzduch vstupuje do chladiče 4, který je tepelně vodivě spojený s chladnou stranou 6.1 Peltierova článku 6. Při teplotě povrchu chladiče 4 pod rosným bodem kondenzuje vodní pára ze vzduchu jako kapalná voda na jeho povrchu a stéká do prvku 8 pro sběr kondenzované vody, kde se obvykle akumuluje pro další využití. Ochlazený a odvlhčený vzduch vstupuje do výstupního ohřívače 5 tepelně vodivě spojeného s teplou stranou 6.2 Peltierova článku 6, ohřívá se a vystupuje výstupním otvorem 11 ven ze zařízení.

Chladná strana 6.1 Peltierova článku chladí vzduch v chladiči 4, případně podle provedení chladiče 4 též žebra chladiče 4. Teplá strana 6.2 Peltierova článku 6 je proudícím chladným vzduchem z chladiče 4 udržována na nízké teplotě za účelem docílení nízké energetické náročnosti zařízení a zároveň za účelem dosažení nízké povrchové teploty chladiče 4 na chladné straně Peltierova článku 6. Teplá strana 6.2 Peltierova článku pak ohřívá vzduch ve výstupním ohřívači 5, případně podle provedení výstupního ohřívače 5 též žebra tohoto výstupního ohřívače 5.

Když čidlo vlhkosti 12 zaznamená pokles obsahu vodní páry na výstupu ze sorpčního výměníku 3, přechází zařízení opět do režimu sorpce. Vstupní ohřívač 2 i Peltierův článek 6 se vypnou, zařízení pro dopravu vzduchu 1 zůstává zapnuté. V době mimo provoz je vhodné uzavřít vstupní otvor 10 i výstupní otvor 11.

Elektrickou energii do zařízení pro výrobu vody ze vzduchu lze s výhodou dodávat z přenosných zdrojů stejnosměrného proudu, např. fotovoltaický panel, palivový článek (vodíko-kyslíkový, metanolový apod.), baterie, apod.

Zařízení podle předkládaného vynálezu umožňuje velmi výhodnou rekuperaci chladu. Díky tomu, že je ochlazený vzduch vystupující z chladiče 4 použit pro chlazení teplé strany 6.2 Peltierova

článku, je možné udržet energetickou náročnost chlazení na nízké úrovni a je rovněž možné zvýšit chladicí výkon chladiče, tzn. dostat se na nižší teplotu, než kdyby ochlazený vzduch z chladiče k chlazení teplé strany 6.2 Peltierova článku nebyl použit. Díky popsanému uspořádání může být zařízení efektivní a přitom malých rozměrů a tudíž přenosné, navíc s malými nároky na elektrickou energii.

Zařízení je schopno efektivně vyrábět vodu i ze suchého teplého vzduchu o parametrech typických pro pouštní podmínky. Pro ilustraci uvádíme, že pro jedno z možných provedení zařízení ve velikosti lahve na pití o průměru 60 mm může být produkce vody okolo 4 dcl/h při průtoku vzduchu 8 m^3/h pro pouštní vzduch o teplotě vzduchu 30 °C a měrné vlhkosti vzduchu 5 g/kg. Další optimalizací parametrů zařízení pak lze docílit posunu k ještě vyšším objemům produkované vody.

Průmyslová využitelnost

Zařízení je výhodné využít zejména v pouštních oblastech, kde je nízká měrná vlhkost a vysoké teploty venkovního vzduchu. Zařízení podle předkládaného vynálezu je velmi malých rozměrů v rozměru láhve na pití a je tedy snadno přenositelné jedním člověkem. Nabízí se jeho využití, např. při průzkumných expedicích, v cestovatelství nebo při humanitární pomoci. Zařízení je možné provozovat autonomně bez využití neobnovitelných zdrojů energie, případně s lokálním přenosným zdrojem energie bez napojení na elektrickou síť.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro získávání vody ze vzduchu, obsahující prvek (8) pro sběr kondenzované vody a pouzdro (9), které má vstupní otvor (10) pro vstup vzduchu a výstupní otvor (11) pro výstup vzduchu, přičemž na kterémkoli místě v pouzdře (9) je umístěno zařízení (1) pro dopravu vzduchu a přičemž v pouzdře (9) jsou ve směru od vstupního otvoru (10) k výstupnímu otvoru (11) řazeny v následujícím pořadí vstupní ohřívač (2), sorpční výměník (3) a chladič (4), **vyznačující se tím**, že dále obsahuje alespoň jeden Peltierův článek (6) a výstupní ohřívač (5) umístěný mezi chladičem (4) a výstupním otvorem (11), přičemž chladič (4) je tepelně vodivě propojen s chladnou stranou (6.1) Peltierova článku (6) a výstupní ohřívač (5) je tepelně vodivě propojen s teplou stranou (6.2) Peltierova článku (6).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že chladič (4) a chladná strana (6.1) Peltierova článku (6) jsou tepelně vodivě propojeny pomocí alespoň jedné tepelné trubice (7).

3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že teplá strana (6.2) Peltierova článku (6) je v přímém tepelném kontaktu s výstupním ohřívačem (5).

4. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že výstupní ohřívač (5) a teplá strana (6.2) Peltierova článku (6) jsou tepelně vodivě propojeny pomocí alespoň jedné tepelné trubice (7).

5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že chladná strana (6.1) Peltierova článku (6) je v přímém tepelném kontaktu s chladičem (4).

6. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že obsahuje čidlo (12) měrné vlhkosti umístěné mezi sorpčním výměníkem (3) a chladičem (4).

7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že obsahuje řídicí jednotku (15) a že vstupní ohřívač (2) má spínač (13) vstupního ohřívače (2) a Peltierův článek (6) má spínač (14) Peltierova článku (6), přičemž pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku (3) je čidlo (12) měrné vlhkosti informačně propojeno s řídicí jednotkou (15) a řídicí jednotka (15) je informačně propojena se spínačem (13) vstupního ohřívače (2) i se spínačem (14) Peltierova článku (6).

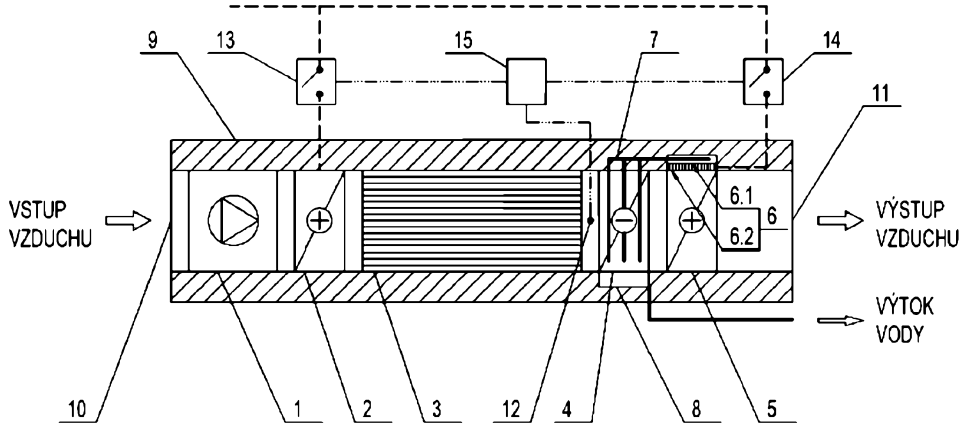
8. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že obsahuje řídicí jednotku (15) a že vstupní ohřívač (2) a Peltierův článek (6) mají společný spínač (16) pro současné spínání vstupního ohřívače (2) i Peltierova článku (6), přičemž pro řízení sorpce a desorpce v sorpčním výměníku (3) je čidlo (12) měrné vlhkosti přes řídicí jednotku (15) informačně propojeno se společným spínačem (16).

9. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že pouzdro (9) je opatřeno tepelnou izolací.

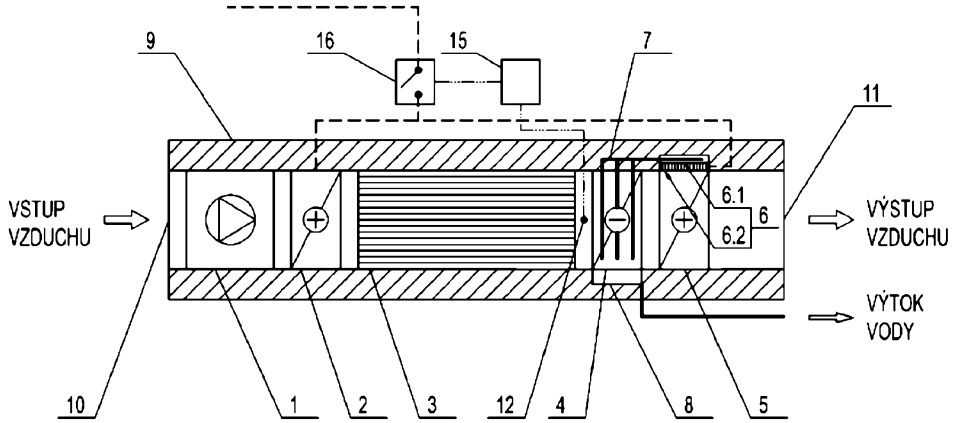
10. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že vstupní otvor (10) a/nebo výstupní otvor (11) jsou uzavíratelné.

11. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **vyznačující** se tím, že vstupním ohřívačem (2) je elektrické topné těleso, že sorpční výměník (3) obsahuje lamely opatřené povlakem, který je typicky ze zeolitu, a že chladič (4) a výstupní ohřívač (5) jsou žebrové tepelné výměníky, které jsou typicky z hliníku.

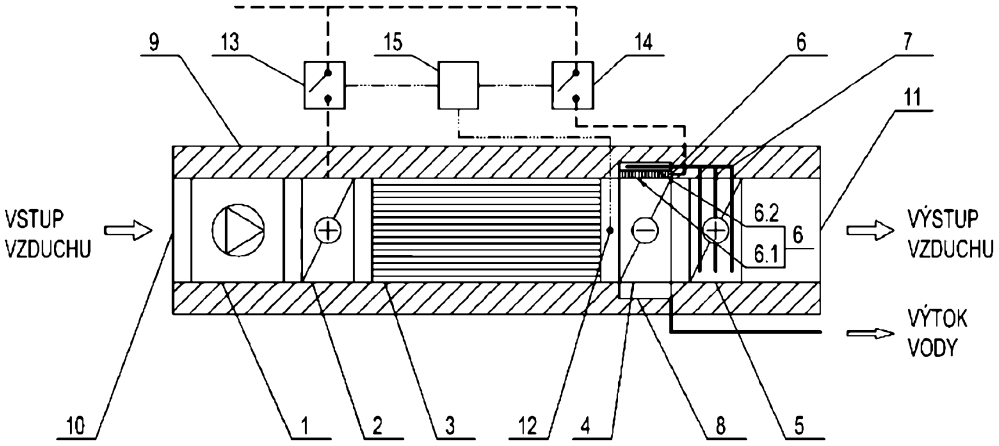
2 výkresy


9
13
15
7
14
11
VSTUP
VZDUCHU
6.1
6
6.2
VÝSTUP
VZDUCHU
VÝTOK
VODY
10
1
2
3
12
4
8
5

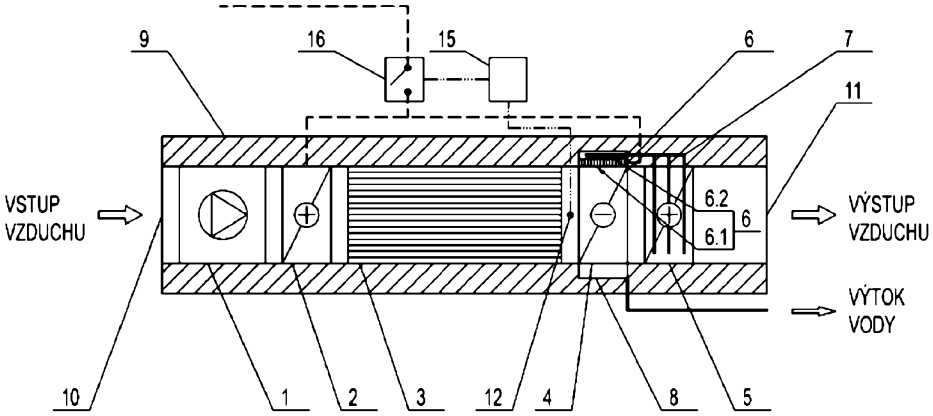
Obr. 1


9
16
15
7
11
VSTUP
VZDUCHU
6.1
6
6.2
VÝSTUP
VZDUCHU
VÝTOK
VODY
10
1
2
3
12
4
8
5

Obr. 2


9
13
15
14
6
7
11
VSTUP
VZDUCHU
6.2
6.1
6
VÝSTUP
VZDUCHU
VÝTOK
VODY
10
1
2
3
12
4
8
5

Obr. 3


9
16
15
6
7
11
VSTUP
VZDUCHU
6.2
6.1
6
VÝSTUP
VZDUCHU
VÝTOK
VODY
10
1
2
3
12
4
8
5

Obr. 4