

B01D 5/00 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01)
B01D 53/06 (2006.01)
E03B 3/28 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

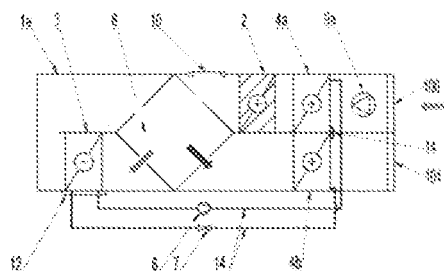


ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2020-126
(22) Přihlášeno: 10.03.2020
(40) Zveřejněno: 27.01.2021
(Věstník č. 4/2021)
(47) Uděleno: 17.12.2020
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 27.01.2021
(Věstník č. 4/2021)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 307873 B6; WO 2016081863 A1; US 2019242097 A1; WO 2016198991 A1.

(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
(72) Původce:
Ing. Nikola Pokorný, Vysoký Újezd, CZ
Ing. Viacheslav Shemelin, Praha 9, Hloubětín, CZ
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:
Kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu

(57) Anotace:
Kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje první vzduchovod (1a) s prvním otvorem (100) a druhým otvorem (101), přičemž v prvním vzduchovodu (1a) je chladič (3), první sací zařízení (9a) a alespoň část sorpčního výměníku (2), který má integrovaný ohřev a/nebo je mu předřazeno zařízení pro předehřev vstupujícího vzduchu. Obsažen je také prvek (12) pro sběr zkondenzované vody. Zařízení obsahuje také rekuperační tepelný výměník (8), který je v prvním vzduchovodu (1a) umístěn mezi chladičem (3) a sorpčním výměníkem (2) a současně také mezi chladičem (3) a druhým otvorem (101). Rekuperační tepelný výměník (8) má alespoň dvě vnitřní potrubí zapojená tak, že první z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje sorpční výměník (2) a chladič (3) a že druhé z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje chladič (3) a druhý otvor (101). První a druhé vnitřní potrubí rekuperačního tepelného výměníku (8) jsou ve vzájemném tepelném kontaktu. Sorpční výměník (2) je vzduchově propojen také s prvním otvorem (100).

Kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu

Oblast techniky

5

Vynález se týká mobilního a v některých možných provedeních i autonomního zařízení, které umožňuje produkci vody ze vzduchu dokonce i v pouštních klimatických podmínkách ve velmi malém a kompaktním provedení.

10

Dosavadní stav techniky

V současné době je 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 adsorpčního materiálu pro navlhčení vzduchu před samotným ochlazením pod teplotu rosného bodu. Nevýhodou dosud známých zařízení tohoto typu je stále poměrně velká energetická náročnost.

Zařízení podle přihlášky WO 2016/187709 pro získávání vody ze vzduchu využívá sorpčního systému pro odvlhčení a navlhčení venkovního vzduchu. Pro regeneraci sorpčního výměníku uvádí různé zdroje tepla od odpadního tepla z výfukových plynů po teplo ze solárních kolektorů. Jde ale o zdroje externí, k výměníku je třeba teplo přivádět od zařízení stojících mimo systém. Teplo z chlazení přitom zůstává nevyužito, rovněž není popsána žádná rekuperace chladu. Z toho plyne vysoká energetická náročnost. Nevýhodou je také, že zdrojem elektrické energie pro provoz jednotky je elektřina ze sítě. Tudíž se nemůže jednat o autonomní zařízení.

Zařízení podle přihlášky WO 2006029249 pro získávání vody ze vzduchu nevyužívá sorpčního systému pro odnímání vlhkosti ze vzduchu. V patentu je popsáno několik principů, jak ochladit vzduch pod teplotu rosného bodu, jako například kompresorového nebo absorpčního chlazení. Hlavní nevýhodou je velmi malá produkce vody při pouštních klimatických podmínkách, oproti navrhovanému zařízení.

Zařízení podle patentové přihlášky US 2006/0272344 využívá sorpčního systému na bázi sorpčního kola s tuhým desikantem s uzavřeným regeneračním okruhem. Pro regeneraci desikantu slouží odpadní teplo ze spalovacího motoru mobilního zařízení, tedy opět nejde o využití tepla vzniklého přímo provozem systému. Podobně jako výše je zde sorpční kolo, které spotřebovává elektrickou energii navíc, protože se musí přetáčet mezi dvěma polohami. 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 nízká pod teplotou rosného bodu navlhčeného vzduchu.

Zařízení podle patentu US 7601208 využívá pro odnímání vlhkosti ze vzduchu kapalinový desikant. Zprvke kapalinovým desikantem rozstříkáním odebírá vlhkost z proudu vzduchu. Dále voda z roztoku desikantu odděluje vypařováním. Zdrojem tepla pro vypařování je odpadní teplo ze spalovacího motoru mobilního zařízení. Následně vodní pára kondenzuje v kondenzátoru, kde zdrojem chladu je nasávaný venkovní vzduch. Jasnou nevýhodou takového zařízení je, že pro kondenzaci vodní páry je potřeba, aby teplota okolního vzduchu byla dostatečně nízká pod teplotou rosného bodu a v chladiči došlo ke kondenzaci vody.

Zařízení podle patentové přihlášky US 2011/0296858 využívá desikační systém se sorpčním kolem s tuhým desikantem. Venkovní nasávaný vzduch prochází sorpčním kolem a vodní pára se absorbuje na desikačním povrchu. Následně už odvlhčený vzduch se ohřívá v mikrovlnné komoře na vysokou teplotu a je veden zpátky do desikačního kola pro jeho regeneraci. Dále navlhčený vzduch přichází na chladič, kde vodní pára zkondenzuje. Z patentu ale není jasné, jakou výhodu má toto zařízení s desikačním kolem oproti klasickému kondenzačnímu zařízení, neboť zařízení pracuje se stejným průtokem procesního a regeneračního vzduchu a před kondenzací nedochází ke zvýšení obsahu vlhkosti ve vzduchu.

Zařízení podle patentu CZ 307873 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 desikačním povrchu. Zařízení využívá chladičový okruh pro ohřev regeneračního vzduchu a pro dochlazení vzduchu pod rosný bod, což je pro celkovou energetickou bilanci výhodné. Navlhčený vzduch přichází na chladič, kde vodní pára zkondenzuje. Chlad z chladiče se sice v jednom z navržených provedení využívá, ale přes dva kapalinové výměníky, což je méně účinné než jeden vzduchový rekuperační výměník. Nevýhodou takového zařízení je také koncept dvou proudů vzduchu, tedy provozu dvou sacích zařízení oproti jedнопroudému provedení.

Nevýhodou řešení známých ze stavu techniky je tedy omezený rozsah použití buď v oblastech s vysokou vlhkostí, nebo s nízkou teplotou okolního vzduchu. V případě suchých teplých oblastí jako jsou pouště, vykazují některá zařízení nízkou produkci vody nebo vysokou náročnost na dodávku externí (neobnovitelné) energie. Žádné ze zařízení není schopno plnit současně požadavek na malé rozměry zařízení umožňující mobilitu zároveň s požadavkem na autonomní provoz nevyužívající dodávku externí (neobnovitelné) energie.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu podle předkládaného vynálezu, které pro větší energetickou úspornost využívá rekuperaci chladu protiproudým vzduchovým výměníkem. Takové zařízení je schopno velmi efektivně fungovat i v pouštních podmínkách. V některých provedeních je možné rekuperaci chladu v protiproudém vzduchovém výměníku výhodně doplnit některými principy známými z CZ 307873. Zařízení podle předkládaného vynálezu je navíc kompaktní, malé, snadno mobilní a díky nízké energetické náročnosti za současné vysoké produkce vody je také snadno použitelné v autonomním provozu, např. jen s obnovitelnými zdroji energie.

Toto kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu obsahuje první vzduchovod, který má první otvor prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu a také druhý otvor prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu, přičemž v tomto prvním vzduchovodu jsou umístěny chladič, první sací zařízení pro sání vzduchu do prvního vzduchovodu a alespoň část sorpčního výměníku, který má integrovaný ohřev a/nebo je mu předřazeno zařízení pro předeřhřev vstupujícího vzduchu. Podstatou tohoto zařízení je, že obsahuje také rekuperační tepelný výměník, který je v prvním vzduchovodu umístěn mezi chladičem a sorpčním výměníkem a současně také mezi chladičem a druhým otvorem prvního vzduchovodu. Tento rekuperační tepelný výměník má alespoň dvě vnitřní potrubí zapojená tak, že první z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky sorpční výměník a chladič a že druhé z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky chladič a druhý otvor prvního vzduchovodu. První a druhé vnitřní potrubí rekuperačního tepelného výměníku jsou ve vzájemném tepelném kontaktu. Sorpční výměník je navíc přímo nebo přes další prvky vzduchově propojen také s prvním otvorem prvního vzduchovodu.

Je výhodné, když je první vzduchovod mezi sorpčním výměníkem a rekuperačním výměníkem opatřen klapkou pro vzduchové propojení s exteriérem.

5 V některých možných provedeních zařízení obsahuje i chladivový okruh s potrubím chladiva, chladivem, expanzním ventilem a kompresorem, k němuž je připojen chladič zapojený jako výparník chladiva.

10 Zařízení s výhodou obsahuje také první tepelný výměník, který je umístěn mezi sorpčním výměníkem a prvním otvorem prvního vzduchovodu, přičemž tento první tepelný výměník je zapojen jako kondenzátor par chladiva a současně ohříváč vzduchu a je přes potrubí chladiva a kompresor propojen s chladičem. Zařízení obsahuje také druhý tepelný výměník, který je zapojen jako dochlazovací výměník chladiva a je přes potrubí chladiva a expanzní ventil propojen s chladičem. První tepelný výměník a druhý tepelný výměník jsou navíc také navzájem propojeny potrubím chladiva.

15 Je výhodné, je-li sorpční výměník lamelový a s integrovaným ohřevem.

20 V jiném z výhodných provedení zařízení obsahuje též druhý vzduchovod se vstupním otvorem druhého vzduchovodu a výstupním otvorem druhého vzduchovodu a druhé sací zařízení pro sání vzduchu do druhého vzduchovodu. Zařízení je také opatřeno klapkou pro propojení vzduchovodů, přes níž je druhý vzduchovod propojitelný s prvním vzduchovodem. Sorpční výměník je zde proveden jako otočný desikační výměník a částí svého objemu zasahuje i do druhého vzduchovodu.

25 V právě uvedeném provedení je výhodné umístit klapku pro propojení vzduchovodů v prvním vzduchovodu do oblasti mezi chladičem a rekuperačním tepelným výměníkem.

Objasnění výkresů

30 Vynález je podrobně popsán na konkrétních provedeních pomocí přiložených výkresů.

Na obr. 1 a 2 je znázorněno příkladné provedení s jedním sorpčním, typicky lamelovým výměníkem s vnitřním zdrojem energie, a s jedním prvním vzduchovodem 1a.

35 Na obr. 1 je znázorněno proudění vzduchu ve fázi nabíjení sorpčního výměníku 2.

Na obr. 2 je znázorněno proudění vzduchu ve fázi vybíjení sorpčního výměníku 2, tedy při produkci vody.

40 Na obr. 3 je znázorněno provedení se dvěma vzduchovody 1a a 1b, v němž má sorpční výměník 2 podobu desikačního kola.

Na obr. 1, 2 i 3 jsou znázorněny podélné řezy zařízením.

Příklady uskutečnění vynálezu

50 Níže popsaná výhodná provedení ukazují pouze některá z mnoha možných řešení, která spadají do ochrany vynálezu a ilustrují vynálezeckou myšlenku. Jde pouze o vybraná výhodná uspořádání, která nijak neomezují rozsah ochrany vynálezu.

Na obr. 1 a 2 je znázorněno příkladné provedení kompaktního zařízení pro získávání vody ze vzduchu podle předkládaného vynálezu s jedním sorpčním, typicky lamelovým výměníkem s vnitřním zdrojem energie.

55

Nejprve popíšeme konstrukci zařízení a následně podrobněji jeho funkci.

Je vidět, že zařízení obsahuje první vzduchovod 1a, který má první otvor 100 prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu a také druhý otvor 101 prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu, přičemž v tomto prvním vzduchovodu 1a jsou umístěny chladič 3, první sací zařízení 9a pro sání vzduchu do prvního vzduchovodu 1a a alespoň část sorpčního výměníku 2, který má integrovaný ohřev a/nebo je mu předřazeno zařízení pro předeřev vstupujícího vzduchu. První sací zařízení 9a může být umístěno kdekoli v prvním vzduchovodu 1a, nikoli jen na pozici, která je znázorněna na obrázcích. Podstatné je, že zařízení obsahuje také rekuperační tepelný výměník 8, který je v prvním vzduchovodu 1a umístěn mezi chladičem 3 a sorpčním výměníkem 2 a současně také mezi chladičem 3 a druhým otvorem 101 prvního vzduchovodu 1a. Tento rekuperační tepelný výměník 8 má alespoň dvě vnitřní potrubí zapojená tak, že první z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky sorpční výměník 2 a chladič 3 a že druhé z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky chladič 3 a druhý otvor 101 prvního vzduchovodu 1a, přičemž první a druhé vnitřní potrubí rekuperačního tepelného výměníku 8 jsou ve vzájemném tepelném kontaktu. Jedná se tedy o vzduchový tepelný výměník. Prvních a druhých vnitřních potrubí rekuperačního tepelného výměníku 8 může být i více, v tom případě mají formu kanálků o malém průměru a jsou upořádány tak, že je vždy jedno první potrubí v tepelném kontaktu s některým z druhých potrubí. V tom případě pak také každé z prvních vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky sorpční výměník 2 a chladič 3 a každé z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky chladič 3 a druhý otvor 101 prvního vzduchovodu 1a. Sorpční výměník 2 je přímo nebo přes další prvky vzduchově propojen také s prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu 1a.

Z obr. 1 a 2 je také patrné, že vzduch proudí stále jedním vzduchovodem 1a, který je zalomený nebo zatočený v oblasti chladiče. První vzduchovod 1a na obr. 1 a 2 začíná u prvního otvoru 100, kudy do něj vstupuje vzduch, a pokračuje přes první sací zařízení 9a, případné další prvky a sorpční výměník 2 dále přes rekuperační výměník 8, který je do prvního vzduchovodu 1a vložen, k hlavnímu chladiči 3. Od něj pak v režimu vybíjení sorpčního výměníku 2 vzduch stoupá uvedeným zalomením prvního vzduchovodu 1a (šipka svisle vzhůru na obr. 2) opět k rekuperačnímu výměníku 8, přes nějž a případné další prvky pokračuje k druhému otvoru 101 ven z prvního vzduchovodu 1a. V oblasti vymezené prvním a druhým otvorem 100, 101 na jedné straně a rekuperačním výměníkem 8 na druhé straně je vzduchovod rozdělen přepážkou na dvě části pro oddělení proudu vzduchu přicházejícího z prvního otvoru 100 a vycházejícího do druhého otvoru 101.

Rekuperační výměník 8 je typicky protiproudý nebo křížový. S výhodou je v deskovém provedení.

Díky přítomnosti takto zapojeného rekuperačního výměníku 8 dochází k rekuperaci chladu, která se využívá pro předchlazení ohřátého regeneračního vzduchu přicházejícího do chladiče, který pak snáze kondenzuje, díky čemuž je možné výrazně snížit potřebný chladicí výkon. Ohřátý a navlhčený regenerační vzduch za sorpčním výměníkem 2 je nejprve ochlazen v rekuperačním výměníku 8 a následně dochlazen na chladiči 3, u něhož je umístěn prvek 12 pro sběr zkondenzované vody, která je hlavním produktem zařízení.

Je výhodné, když je první vzduchovod 1a mezi sorpčním výměníkem 2 a rekuperačním výměníkem 8 opatřen klapkou 10 pro vzduchové propojení s exteriérem, což je také zakresleno na obr. 1 a 2.

Pro rekuperaci tepla z chlazení na chladiči 3 a s tím spojené další energetické úspory je výhodné, když zařízení obsahuje i chladičový okruh s potrubím 14 chladiwa, chladiwem, expanzním ventilem 7 a kompresorem 6, k němuž je připojen chladič 3, který slouží pro ochlazování regeneračního vzduchu a je zapojený jako výparník chladiwa. Díky tomuto zapojení lze výhodně rekuperovat teplo z chlazení regeneračního vzduchu chladičem 3 do vzduchu vstupujícího do

prvního vzduchovodu 1a prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu. Výhodně je využito chladivo R410A, které umožňuje dosáhnout malých rozměrů celého chladivového okruhu.

Je rovněž výhodné, když zařízení obsahuje první tepelný výměník 4a, který je umístěn mezi sorpčním výměníkem 2 a prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu 1a, přičemž tento první tepelný výměník 4a je rovněž připojen k chladivovému okruhu a je zapojen jako kondenzátor par chladiva a současně ohřívač vzduchu. Tento první tepelný výměník 4a je přes potrubí 14 chladiva a kompresor 6 propojen s chladičem 3. Zařízení v tomto výhodném provedení obsahuje také druhý tepelný výměník 4b, který je zapojen jako dochlazovací výměník chladiva a je přes potrubí chladiva a expanzní ventil 7 propojen s chladičem 3. První tepelný výměník 4a a druhý tepelný výměník 4b jsou také navzájem propojeny potrubím 14 chladiva.

Sorpční výměník 2 zakreslený na obr. 1 a 2 je lamelový a s integrovaným ohřevem. Integrovaný ohřev může být ale nahrazen, např. předehřevem, což znamená, že v případě provedení s prvním tepelným výměníkem 4a fungujícím jako ohřívač není integrovaný ohřev v sorpčním výměníku 2 nutný, ale i v tomto provedení je výhodou.

Podrobnější popis funkce zařízení podle obr. 1 a 2:

Na obr. 1 je naznačen směr proudění během nabíjení sorpčního výměníku 2. Termínem nabíjení sorpčního výměníku nazýváme v celém tomto popise adsorpci vody na površích výměníku, termínem vybijení sorpčního výměníku pak desorpci vody z povrchů sorpčního výměníku. Při nabíjení sorpčního výměníku 2 vstupuje okolní vzduch do zařízení prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu, pak je adsorbována vzdušná vlhkost na sorpčním výměníku 2 a následně odvlhčený vzduch vystupuje do vnějšího prostředí klapkou 10 pro vzduchové propojení s exteriérem. Předtím než vzduch projde ven, ještě v některých provedeních může procházet přes první tepelný výměník 4a, který však v režimu nabíjení není v provozu (v režimu vybijení funguje jako ohřívač). Klapka 10 pro vzduchové propojení s interiérem ale není nezbytná, pokud v zařízení není, vzduch při nabíjení sorpčního výměníku bude proudit přes cele zařízení s vypnutými ohřevy, tj. od prvního otvoru 100 prvního vzduchovodu až k druhému otvoru 101 prvního vzduchovodu.

Na obr. 2 je naznačen směr proudění během vybijení sorpčního výměníku 2, tedy při produkci vody. První sací zařízení 9a v tomto režimu zajišťuje proudění vzduchu prvním vzduchovodem 1a stejným směrem, ale klapka 10 pro vzduchové propojení s exteriérem je uzavřena. Vzduch do zařízení vstupuje prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu, poté ve výhodném provedení prochází přes první tepelný výměník 4a, kde se ohřeje na požadovanou regenerační teplotu a následně je v optimálním případě ještě dohřátý vnitřním zdrojem energie v sorpčním výměníku 2 s vnitřním zdrojem energie. Sorpční výměník zároveň vypudí molekuly vody ze svého povrchu a vzduch navlhčí. Vlhký horký vzduch poté vstupuje do prvního potrubí nebo prvních potrubí rekuperačního výměníku 8 (na obr. 2 šipky mířící zprava shora doleva dolů), kde se předchladí vzduchem přicházejícím z chladiče a procházejícím druhým potrubím nebo druhými potrubími rekuperačního výměníku 8 (na obr. 2 šipky zleva shora doprava dolů). Následně se vlhký vzduch přicházející ze sorpčního výměníku 2 tímto prvním potrubím nebo prvními potrubími rekuperačního výměníku dochladí na chladiči 3 na teplotu nižší, než je teplota rosného bodu. Zkondenzovaná voda je zachycena prvkem 12 pro sběr vody pod chladičem. Odvlhčený chladný vzduch následně vstupuje do druhého potrubí nebo druhých potrubí rekuperačního výměníku 8. Zařízení obsahuje chladivový okruh, díky kterému lze výhodně rekuperovat teplo z chlazení na chladiči 3, který je zapojen jako výparník chladiva, do vzduchu vstupujícího prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu 1a. V chladivovém okruhu jsou ve výhodném provedení potrubím chladiva 14 propojeny chladič 3 pro ochlazení regeneračního vzduchu, který funguje jako výparník chladiva, a první tepelný výměník 4a pro ohřev regeneračního vzduchu, který funguje jako kondenzátor pro kondenzaci par chladiva, jinak řečeno odebírá energii parám chladiva ohřátým ve výparníku chladiva a rekuperuje tedy teplo z chlazení. Propojení chladič 3 s prvním tepelným výměníkem 4a potrubím 14 chladiva je vedeno přes kompresor 6 pro nasávání a stlačování

vypařeného chladiva. Protože tepelný výkon přečerpávaný chladivovým okruhem může být větší, než je výkon potřebný pro ohřev regeneračního vzduchu v prvním tepelném výměníku 4a, je v sérii na potrubí 14 chladiva za prvním tepelným výměníkem 4a zapojen ještě druhý tepelný výměník 4b, který funguje jako dochlazovací pro dodatečný odvod tepla z chladiva. Druhý tepelný výměník je propojen potrubím 14 chladiva přes expanzní ventil 7 s chladičem 3, který slouží jako výparník par chladiva. Vzduch vystupující s rekuperačního výměníku 8 je ještě ohřátý druhým tepelným výměníkem 4b sloužícím jako dochlazovací výměník pro chladivo.

Na obr. 3 je zakresleno další možné provedení vynálezu. Opět nejdříve popíšeme jeho konstrukci a následně funkci.

Zařízení na obr. 3 obsahuje též druhý vzduchovod 1b se vstupním otvorem 102 druhého vzduchovodu a výstupním otvorem 103 druhého vzduchovodu a druhé sací zařízení 9b pro sání vzduchu do druhého vzduchovodu 1b. V tomto provedení je také opatřeno klapkou 11 pro propojení vzduchovodů, přes níž je druhý vzduchovod 1b propojitelný s prvním vzduchovodem 1a. Sorpční výměník 2 je zde proveden jako otočný desikační výměník a částí svého objemu zasahuje i do druhého vzduchovodu 1b.

Klapka 11 pro propojení vzduchovodů je v prvním vzduchovodu 1a s výhodou umístěna v oblasti mezi chladičem 3 a rekuperačním tepelným výměníkem 8.

Na obr. 1 je znázorněn řez hlavní částí zařízení ve výhodném provedení se sorpčním výměníkem 2, který je rotační desikační pro kontinuální produkci vody. Tlustými šipkami je naznačen směr proudění vzduchu ve vzduchovodech 1a a 1b. První otvor 100 prvního vzduchovodu 1a slouží pro vstup regeneračního vzduchu a první otvor 102 druhého vzduchovodu 1b slouží jako vstup pro procesní vzduch. Druhý otvor 101 prvního vzduchovodu 1a je výstup regeneračního vzduchu, druhý otvor 103 druhého vzduchovodu 1b je výstup procesního vzduchu. Všechny tyto otvory jsou napojeny na okolní prostředí. Ve vzduchovodech 1a a 1b je sorpční výměník v rotačním provedení umístěn tak, že do každého ze vzduchovodů 1a, 1b zasahuje alespoň částí svého objemu. Ve druhém vzduchovodu 1b adsorbuje desikant v sorpčním výměníku 2 vodní páru ze vzduchu a v prvním vzduchovodu 1a je vypuzována vodní pára z povrchu sorpčního výměníku 2. Ve výhodném provedení by měl být přes sorpční výměník cca třikrát menší objemový průtok ve vzduchovodu 1a než ve vzduchovodu 1b. Sací zařízení 9a a 9b pracují současně. Ve vzduchovodu 1a vstupující vzduch, který je nejprve předehřátý ohřívacem prvním tepelným výměníkem 4a a následně dohřátý na regenerační teplotu například elektrickým ohřívacem 2a. Vzduch poté vstupuje do sorpčního výměníku 2 v rotačním provedení, kde se uvolňuje vodní pára z povrchu sorpčního výměníku 2. Navlhčený horký vzduch vstupuje do protiproudého rekuperačního výměníku 8 pro předchlazení vzduchu opět prvním potrubím nebo prvními potrubími tohoto rekuperačního výměníku 8 a poté je vzduch dochlazen na chladiči 3, pod kterým je instalován prvek pro sběr vody 12. Voda kondenzuje primárně na chladiči 3, v některých případech může kondenzovat na rekuperačním výměníku 8 odkud bude voda odvedena do prvku 12 pro sběr zkondenzované vody, který může být společný nebo oddělený od prvku 12 pro sběr vody instalovaného pod chladičem. Pokud jsou prvky 12 pro sběr vody instalovány na různých místech zařízení, mohou, ale nemusí být navzájem propojené. Zařízení opět s výhodou obsahuje chladivový okruh s potrubím chladiva 14, díky kterému lze výhodně rekuperovat teplo z chlazení na chladiči 3 zapojeném jako výparník par chladiva do vzduchu vstupujícího prvním otvorem 100 prvního vzduchovodu 1a, a to prostřednictvím prvního tepelného výměníku 4a pro ohřev regeneračního vzduchu, který funguje jako kondenzátor pro kondenzaci par chladiva. Chladič 3 pro ochlazení regeneračního vzduchu je propojen potrubím 14 chladiva přes kompresor 6 pro nasávání a stlačování vypařeného chladiva s prvním tepelným výměníkem 4a pro ohřev regeneračního vzduchu. Protože tepelný výkon přečerpávaný chladivovým okruhem může být větší, než je výkon potřebný pro ohřev regeneračního vzduchu na prvním tepelném výměníku 4a, je na potrubí 14 chladiva v sérii za ohřívacem 4a zapojen ještě druhý tepelný výměník 4b, který funguje jako dochlazovací pro dodatečný odvod tepla z chladiva. Dochlazovací výměník je propojen potrubím 14 chladiva přes expanzní ventil 7 s výparníkem 3.

Rekuperací výměník je tedy ve všech provedeních tohoto vynálezu využit pro předchlazení vzduchu před chladičem 3. Dochází tedy k výraznému snížení požadovaného chladičového výkonu chladiče 3, v němž se vypařují páry chladiva, a to má za následek snížení spotřeby elektrické energie pro pohon kompresoru 6.

V zařízení dle předkládaného vynálezu dochází tedy k úsporám energie především díky rekuperaci chladu z chladiče 3 k předchlazení regeneračního vzduchu přicházejícího ze sorpčního výměníku 2 do chladiče 3 přes rekuperací výměník 8. Další úspor energie může být dosaženo ve výhodných provedeních díky rekuperaci tepla z chlazení na chladiči 3, kdy tato rekuperace probíhá formou kondenzace par chladiva v prvním tepelném výměníku 4a sloužícím jako ohříváč regeneračního vzduchu. Díky této energetické nenáročnosti je možné zařízení s vysokou produktivitou provozovat plně autonomně za využití obnovitelných zdrojů energie. Díky tomu zařízení dle předkládaného vynálezu dosahuje vysokého stupně autonomie oproti sorpčním zařízením bez rekuperací výměníku a produkuje při pouštních klimatických podmínkách výrazně více vody než běžná kondenzační zařízení. Zařízení s jedním vzduchovodem, které je na obr. 1 a 2, je navíc velmi kompaktní a snadno přemístitelné.

Pro příklad uveďme, že zařízení při rozměrech (1 x 1 x 2) m v jednom z možných provedení a pouze s dodávkou energie z obnovitelných zdrojů může dosahovat v pouštních podmínkách průměrné denní produkce vody 10 a více litrů za den.

Mobilní zařízení vybavené obnovitelnými zdroji energie umožňuje produkci vody kdekoli na světě, a to i v suchých pouštních oblastech. Voda je produkována autonomně bez potřeby externí energie, zařízení využívá zdrojů energie (elektřina, teplo, chlad) z okolního prostředí, slunečního záření i rekuperaci energie ze svých vlastních procesů. Výhoda vyvinutého zařízení ve srovnání s existujícími zařízeními na výrobu pitné vody je možnost nasazení v oblastech s velmi nízkou měrnou vlhkostí, kde konvenční jednotky pro produkci vody ze vzdušné vlhkosti pouhým chlazením pod rosný bod nefungují, a rovněž jeho kompaktnost a mobilnost.

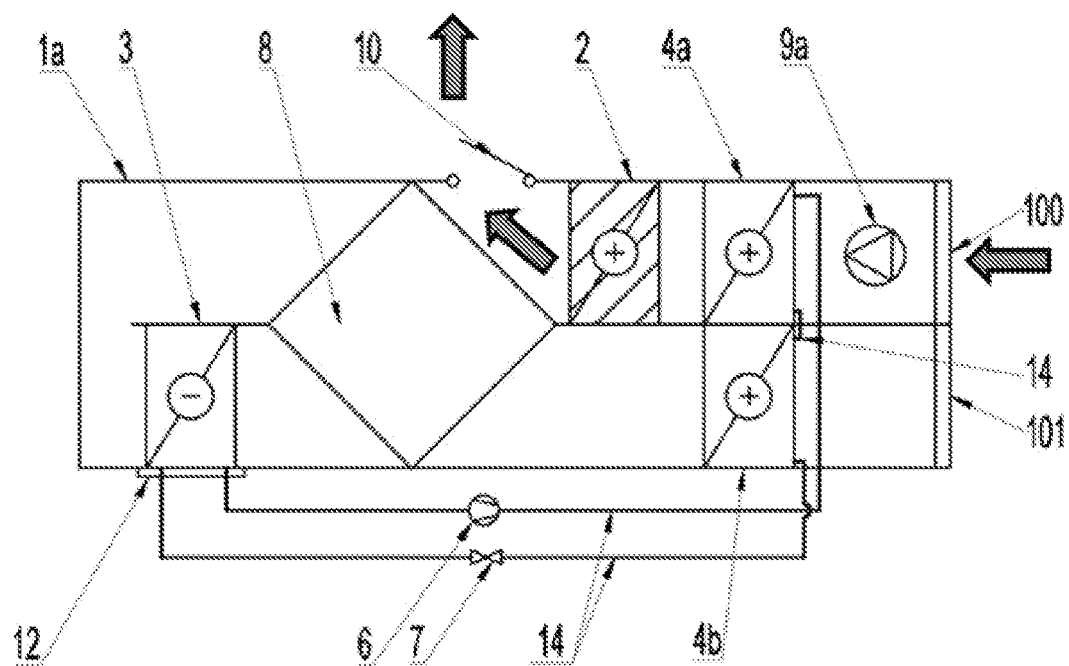
Průmyslová využitelnost

Zařízení je výhodné využít zejména v pouštních oblastech, kde je nízká měrná vlhkost vzduchu. Zařízení podle předkládaného vynálezu je malých rozměrů, tedy snadno transportovatelné. I proto se nabízí také jeho využití při humanitárních krizích či ozbrojených konfliktech. Zařízení je možné provozovat autonomně bez využití neobnovitelných zdrojů energie, případně s lokálním zdrojem energie bez napojení na distribuční síť.

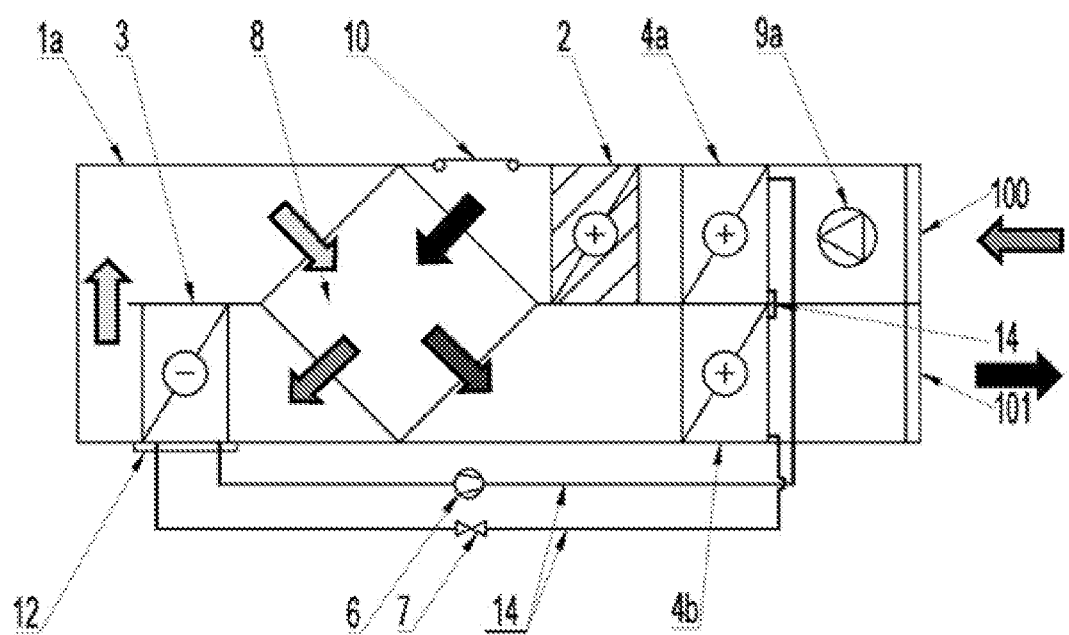
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Kompaktní zařízení pro získávání vody ze vzduchu, obsahující první vzduchovod (1a), který
5 má první otvor (100) prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu a také druhý
otvor (101) prvního vzduchovodu pro vstup a/nebo výstup vzduchu, přičemž v tomto prvním
vzduchovodu (1a) jsou umístěny chladič (3), první sací zařízení (9a) pro sání vzduchu do prvního
vzduchovodu (1a) a alespoň část sorpčního výměníku (2), který má integrovaný ohřev a/nebo je
10 mu předřazeno zařízení pro předešlý vstupujícího vzduchu, přičemž zařízení obsahuje také
prvek (12) pro sběr zkondenzované vody, **vyznačující se tím**, že obsahuje také rekuperační tepelný
výměník (8), který je v prvním vzduchovodu (1a) umístěn mezi chladičem (3) a sorpčním
výměníkem (2) a současně také mezi chladičem (3) a druhým otvorem (101) prvního
15 vzduchovodu (1a), přičemž tento rekuperační tepelný výměník (8) má alespoň dvě vnitřní potrubí
zapojená tak, že první z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo nebo přes další prvky
sorpčního výměníku (2) a chladič (3) a že druhé z těchto vnitřních potrubí vzduchově propojuje přímo
nebo přes další prvky chladič (3) a druhý otvor (101) prvního vzduchovodu (1a), přičemž první
a druhé vnitřní potrubí rekuperačního tepelného výměníku (8) jsou ve vzájemném tepelném
20 kontaktu a přičemž sorpční výměník (2) je přímo nebo přes další prvky vzduchově propojen také
s prvním otvorem (100) prvního vzduchovodu (1a).
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že první vzduchovod (1a) je mezi sorpčním
výměníkem (2) a rekuperačním výměníkem (8) opatřen klapkou (10) pro vzduchové propojení
s exteriérem.
- 25 3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje i chladivový okruh
s potrubím (14) chladiva, chladivem, expanzním ventilem (7) a kompresorem (6), k němuž je
připojen chladič (3) zapojený jako výparník chladiva.
4. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že obsahuje první tepelný
30 výměník (4a), který je umístěn mezi sorpčním výměníkem (2) a prvním otvorem (100) prvního
vzduchovodu (1a), přičemž tento první tepelný výměník (4a) je zapojen jako kondenzátor par
chladiva a současně ohřívá vzduchu a je přes potrubí (14) chladiva a kompresor (6) propojen
s chladičem (3), přičemž zařízení obsahuje také druhý tepelný výměník (4b), který je zapojen jako
dochlazovací výměník chladiva a je přes potrubí chladiva a expanzní ventil (7) propojen s
35 chladičem (3), když dále první tepelný výměník (4a) a druhý tepelný výměník (4b) jsou také
navzájem propojeny potrubím (14) chladiva.
5. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že sorpční výměník (2) je
lamelový a s integrovaným ohřevem.
- 40 6. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že obsahuje též druhý
vzduchovod (1b) se vstupním otvorem (102) druhého vzduchovodu a výstupním otvorem (103)
druhého vzduchovodu a druhé sací zařízení (9b) pro sání vzduchu do druhého vzduchovodu (1b),
zařízení je také opatřeno klapkou (11) pro propojení vzduchovodů, přes niž je druhý
45 vzduchovod (1b) propojitelný s prvním vzduchovodem (1a), a přičemž sorpční výměník (2) je
proveden jako otočný desikační výměník a částí svého objemu zasahuje i do druhého
vzduchovodu (1b).
7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že klapka (11) pro propojení vzduchovodů je
50 v prvním vzduchovodu (1a) umístěna v oblasti mezi chladičem (3) a rekuperačním tepelným
výměníkem (8).

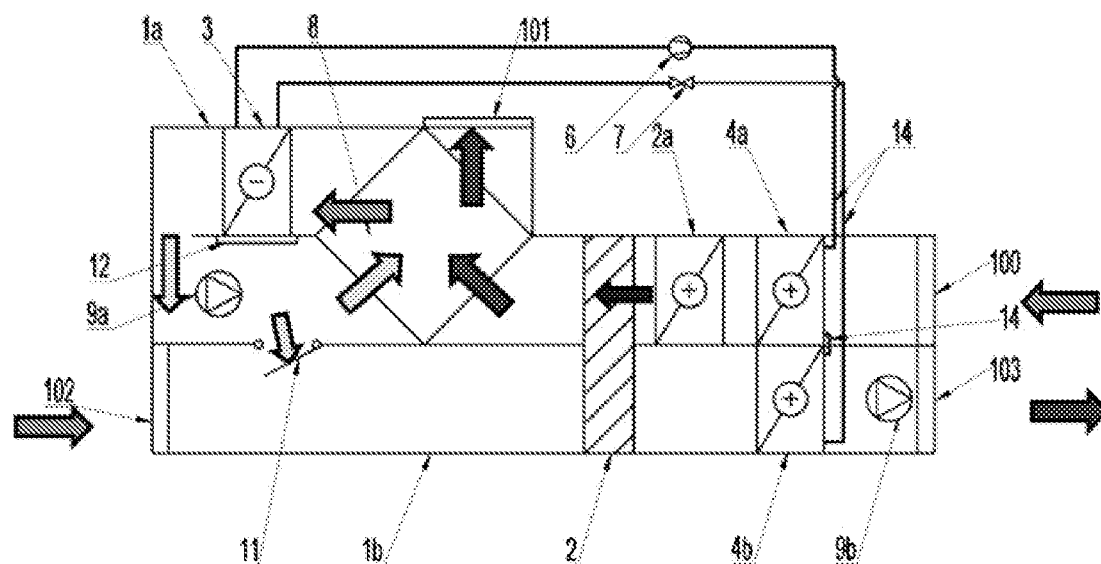
2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3