

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

31 256

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B01D 63/12 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01)
B01D 53/00 (2006.01)
C10L 3/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-34269**
(22) Přihlášeno: **30.10.2017**
(47) Zapsáno: **27.11.2017**

- (73) Majitel:
Ústav chemických procesů, AV ČR, v. v. i., Praha
6, Suchbátka, CZ
- (72) Původce:
Ing. Michal Žák, Praha 6, Veleslavín, CZ
Ing. Pavel Izák, Ph.D., DSc., Praha 9, Koloděje, CZ
Ing. Zuzana Petrusová, Ph.D., Ústí nad Labem, Ústí
nad Labem-centrum, CZ
Ing. Lenka Morávková, Praha 8, Bohnice, CZ
Ing. Olga Šolcová, CSc., DSc., Praha 2, Nové
Město, CZ
- (74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř.
1847/5, 370 01 České Budějovice, České
Budějovice 3

- (54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro separaci oxidu uhličitého z
bioplynu**

CZ 31256 U1

Zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu

Oblast techniky

Technické řešení se týká oblasti produkce biopaliv, konkrétně zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu.

5 Dosavadní stav techniky

Výzkum a vývoj v oblasti alternativních zdrojů energie je nezbytný pro zajištění koncepce trvale udržitelného rozvoje. Nové zdroje by měly být levné, snadno dostupné, obnovitelné, bezpečné a šetrné k životnímu prostředí. Nadějným kandidátem splňující zmíněná kritéria je bioplyn. Tento produkt anaerobní digesce – fermentace neboli kontrolované mikrobiální přeměny organických látek bez přístupu vzduchu za vzniku bioplynu a digestátu – tuhých odpadních materiálů živočišného a/nebo rostlinného původu obsahuje především methan CH_4 a oxid uhličitý CO_2 , přičemž jejich poměr se liší podle původu bioplynu.

Při úpravě bioplynu je nejprve potřeba odseparovat z bioplynu nečistoty a oxid uhličitý. Cílem je zvýšit obsah methanu nad 95 % obj., aby mohl být vyprodukovaný methan použit stejně jako zemní plyn, resp. jako CNG. Složitost efektivní separace CO_2/CH_4 z bioplynu spočívá právě v jeho proměnlivém složení v závislosti na zdroji a ročním období. Kvůli balastním a korozivním složkám má ale surový bioplyn mnohem omezenější využití a i nižší výhřevnost než zemní plyn nebo čistý methan.

Existuje celá řada tradičních postupů pro separaci plynů za účelem získání čistého methanu z bioplynu. Jedná se zejména o aminové vypírky, kryogenní destilace či cyklické vysokotlaké adsorpce. Tyto separační postupy jsou vysoce nákladné a technologicky, energeticky i prostorově náročné, v čemž spočívá jejich největší nevýhoda.

V současnosti se proto úspěšně nahrazují ekologicky šetrnějšími membránovými procesy, které jsou energeticky méně náročné, pro svůj provoz nevyžadují žádné chemikálie či aditiva a jsou navíc koncepčně jednoduché, kompaktní a modulární. Jejich provoz lze tedy snadno přizpůsobit změnám ve složení, průtoku a tlaku vstupní směsi. Pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu se využívají zejména polymerní membrány. Úspěšnou úpravu surového bioplynu popisuje např. patent CZ 303106 využívající plochých membrán. Membrány se dále pro využití v provozu umísťují do pouzdra, které společně s membránou tvoří membránový modul. Při separaci se směs přivádí na vstupní stranu membránového modulu, působením hybné síly procházejí neboli permeují některé složky směsi membránou a tak vzniká jeden produkt membránového dělení – permeát. Část směsi zadržena nad vstupním povrchem membrány tvoří druhý produkt – retentát. Pro separaci plynů a par se využívají především spirálně vinuté moduly a moduly s dutými vlákny. Právě spirálně vinuté membránové moduly se mohou využít na čištění surového bioplynu až na kvalitu CNG. Spirálně vinutý membránový modul obsahuje ve středu sběrnou trubici, na kterou jsou navinuty membrány s rozdělovací sítkou. Nástřík do modulu probíhá ve směru osy středové trubky, permeát prochází membránou kolmo ke středové trubce a tou je pak odváděn. Nicméně tyto moduly se po určitém provozním čase zanášejí pevnými nečistotami, případně dochází k vysychání membrány, a to významně snižuje účinnost celého zařízení, až je nutná kompletní výměna membránových modulů.

Úkolem technického řešení je proto vytvoření zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu, které by odstraňovalo výše uvedené nedostatky, jehož uspořádání by umožňovalo za provozu regenerovat spirálně vinuté membránové moduly, tedy které by zabráňovalo zanášení membrán pevnými nečistotami, čímž by byly schopné kontinuální separace oxidu uhličitého z bioplynu.

45 Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu podle tohoto technického řešení. Zařízení zahrnuje alespoň jeden spirálně vinutý membránový modul s polymerní membránou opatřený vstupem bioplynu a výstupem permeátu výstupy retentátu

a permeátu. Permeát je především oxid uhličitý a retentát methan. Podstata technického řešení spočívá v tom, že výstup retentátu je osazen uzavíratelným ventilem, průtokovým čidlem pro detekci prahové hodnoty průtoku methanu a tlakovým čidlem pro detekci prahové hodnoty tlaku methanu. Spirálně vinutý membránový modul zařízení je opatřen odvzdušňovacím ventilem.

5 Zařízení dále zahrnuje zásobník destilované vody napojený regeneračním potrubím s regeneračním ventilem na výstup retentátu. Při dosažení prahové hodnoty průtoku methanu a/nebo prahové hodnoty tlaku methanu je uzavíratelným ventilem uzavřen výstup retentátu a regenerační ventil otevřen pro načerpání destilované vody do spirálně vinutého membránového modulu pro jeho regeneraci. Zařízení je koncipováno pro trvalý provoz, se systémem regenerace jednotlivých spirálně vinutých membránových modulů. Vždy je tedy možné regenerovat určitý spirálně vinutý membránový modul, zatímco ostatní spirálně vinuté membránové moduly jsou stále v provozu. Systém regenerace zabraňuje zanášení polymerních membrán ve spirálně vinutých membránových modulech pevnými nečistotami a především zabraňuje lokálnímu vysychání částí spirálně vinutého membránového modulu, které může nastat při kolísání vlhkosti obsažené v bioplynu vstupujícího do zařízení.

15 Ve výhodném provedení je zásobník destilované vody opatřen čerpadlem pro načerpání destilované vody do spirálně vinutého membránového modulu. Čerpadlo pohání destilovanou vodu regeneračním potrubím do spirálně vinutého membránového modulu, čímž dojde k jeho zaplavení a odstranění pevných nečistot z membrány spirálně vinutého membránového modulu.

20 Spirálně vinutý membránový modul je v této fázi ponechán zaplaven po určitou dobu – v řádu několika desítek minut, a během této doby dojde k nabobtnání polymerní membrány i v místech, kde před regenerací mohlo docházet k lokálnímu vysychání.

S výhodou je výstup retentátu opatřen vypouštěcím ventilem pro vypuštění načerpané destilované vody ze spirálně vinutého membránového modulu po uplynutí doby, po kterou by spirálně vinutý membránový modul zaplaven.

Zařízení ve výhodném provedení zahrnuje alespoň dva spirálně vinuté membránové moduly umístěné paralelně vedle sebe, jejichž množství záleží na celkovém požadovaném výkonu celé jednotky. Jednotlivé moduly se postupně regenerují vždy, když jejich parametry čištění klesnou pod předem stanovenou hodnotu. Vše je řízeno dálkově počítačovou technikou. Tím je zajištěn kontinuální provoz zařízení, kdy spirálně vinutý membránový modul separuje oxid uhličitý a další nežádoucí látky ze surového bioplynu. Zatímco může probíhat regenerace odstaveného spirálně vinutého membránového modulu, tedy odstranění pevných nečistot a zaplavení, resp. zamezení vysychání polymerní membrány.

35 Výhody zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu podle tohoto technického řešení spočívají zejména v tom, že uspořádání zařízení umožňuje regenerovat spirálně vinuté membránové moduly za provozu, čímž zabraňuje zanášení polymerních membrán pevnými nečistotami a také vysychání polymerních membrán, čímž se zařízení stává schopným kontinuální separace oxidu uhličitého z bioplynu.

Objasnění výkresu

40 Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:
obr. 1 znázorňuje schéma zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu.

Příklad uskutečnění technického řešení

Zařízení 1 pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu podle tohoto technického řešení je koncipováno pro trvalý kontinuální provoz, se systémem regenerace jednotlivých spirálně vinutých membránových modulů 2, kdy je vždy možné regenerovat spirálně vinutý membránový modul 2 reverzně osmotických membrán, zatímco ostatní spirálně vinuté membránové moduly 2 v zařízení 1 jsou stále v provozu. Systém regenerace zabraňuje zanášení polymerních membrán pevnými nečistotami a především zabraňuje lokálnímu vysychání částí spirálně vinutého membránového modulu 2, které může nastat při kolísání vlhkosti obsažené v bioplynu vstupujícího do zařízení 1.

Zařízení 1 pro čištění bioplynu, resp. pro separaci oxidu uhličitého zobrazené na obr. 1 je sestaveno ze dvou spirálně vinutých membránových modulů 2. V jiném příkladu provedení může zařízení zahrnovat i vyšší počet spirálně vinutých membránových modulů 2 uspořádaných paralelně za sebou. Každý spirálně vinutý modul 2 má na začátku procesu separace oxidu uhličitého z bioplynu otevřený nástřikový ventil 15 a uzavíratelný ventil 6 a uzavřený odvodušňovací ventil 11, vypouštěcí ventil 13 a regenerační ventil 9. Spirálně vinutý membránový modul 2 je opatřen vstupem 3 bioplynu s nástřikovým ventilem 15, výstupem 4 permeátu ve formě oxidu uhličitého a výstupem 5 retentátu ve formě methanu. Výstup 5 retentátu přečištěného až na kvalitu CNG je opatřen v oblasti uzavíratelného ventilu 6 prvním průtokovým čidlem 7 pro detekci prahové hodnoty průtoku methanu a tlakovým čidlem 8 pro detekci prahové hodnoty tlaku methanu.

Pokud některý ze spirálně vinutých membránových modulů 2 vykazuje vyšší propustnost methanu než je obvyklé, dochází k lokálnímu vysychání spirálně vinutého membránového modulu 2, či pokud dochází k detekci nižších průtoků, než je obvyklé, spirálně vinutý membránový modul 2 je zanesen pevnými nečistotami. Daný spirálně vinutý membránový modul 2 je odstaven od zbytku zařízení 1 uzavřením nástřikového ventilu 15, který je regulován druhým průtokovým čidlem 16 a uzavíratelného ventilu 6. Spirálně vinutý membránový modul 2 je posléze odtlakován systémem bezpečnostních odfuků ventilace pomocí otevření odvodušňovacího ventilu 11.

Poté dochází k otevření regeneračního ventilu 9, který je regulován třetím průtokovým čidlem 17 a do spirálně vinutého membránového modulu 2 je původní cestou retentátu – methanu regeneračním potrubím 14 protiproudě, tedy zespodu nahoru oproti původnímu směru, načerpána ze zásobníku 10 destilovaná voda. Čerpadlo 12 s destilovanou vodou pracuje při průtoku 0,1 l/s, po minimálně 30 s, kde následně dojde k zaplavení spirálně vinutého membránového modulu 2 a odstranění zanesení spirálně vinutého membránového modulu 2 přepadem v systému odvodušňování ventilace odvodušňovacím ventilem 11. Poté dojde k zavření regeneračního ventilu 9 a vypnutí čerpadla 12. Spirálně vinutý membránový modul 2 je v této fázi ponechán zaplaven destilovanou vodou po dobu minimálně 30 min, během této doby dojde k nabobtnání polymerní membrány, tedy k její regeneraci i v místech, kde před regenerací mohlo docházet k lokálnímu vysychání.

Po uplynutí této doby je otevřen vypouštěcí ventil 13 a po dobu jedné minuty dochází k vypuštění vody ze spirálně vinutého membránového modulu 2 do kanalizace. V následujícím kroku je odvodušňovací ventil 11 i vypouštěcí ventil 13 uzavřen a poté dojde k otevření nástřikového ventilu 15 a dochází k opětovnému napuštění regenerovaného spirálně vinutého membránového modulu 2 bioplymem. Poté je otevřen odvodušňovací ventil 11 do systému odvodušňování a ventilace po dobu 15 s, kdy dojde pod tlakem z nezobrazeného kompresoru k dostatečnému vytlačení zbytků destilované vody ven ze spirálně vinutého membránového modulu 2 a k odtahu přebytečné vlhkosti systémem bezpečnostních odfuků ventilace. Systém bezpečnostních odfuků ventilace je poté odvodušňovacím ventilem 11 znovu uzavřen, spirálně vinutý membránový modul 2 je tlakován a po dosažení operačního tlaku, dochází k otevření uzavíratelného ventilu 6 a tedy k samotnému dokončení systému regenerace a znovuzapojení spirálně vinutého membránového modulu 2 do procesu čištění bioplynu od oxidu uhličitého. Zařízení 1 pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu je dále opatřeno nezobrazenou automatizační řídicí deskou plošných spojů reagující na hodnoty změn průtoků methanu a tlaků methanu příslušnými čidly 7, 8.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu je využitelné u všech producentů bioplynu jak z čistíček odpadních vod, tak zemědělských bioplynových stanic, kteří zároveň provozují početný park motorových vozidel, kde mohou spotřebovat vyrobený methan a zároveň mají skleníky nebo nádrže, kde pěstují řasy a mají tudíž i odbyt pro oxid uhličitý.

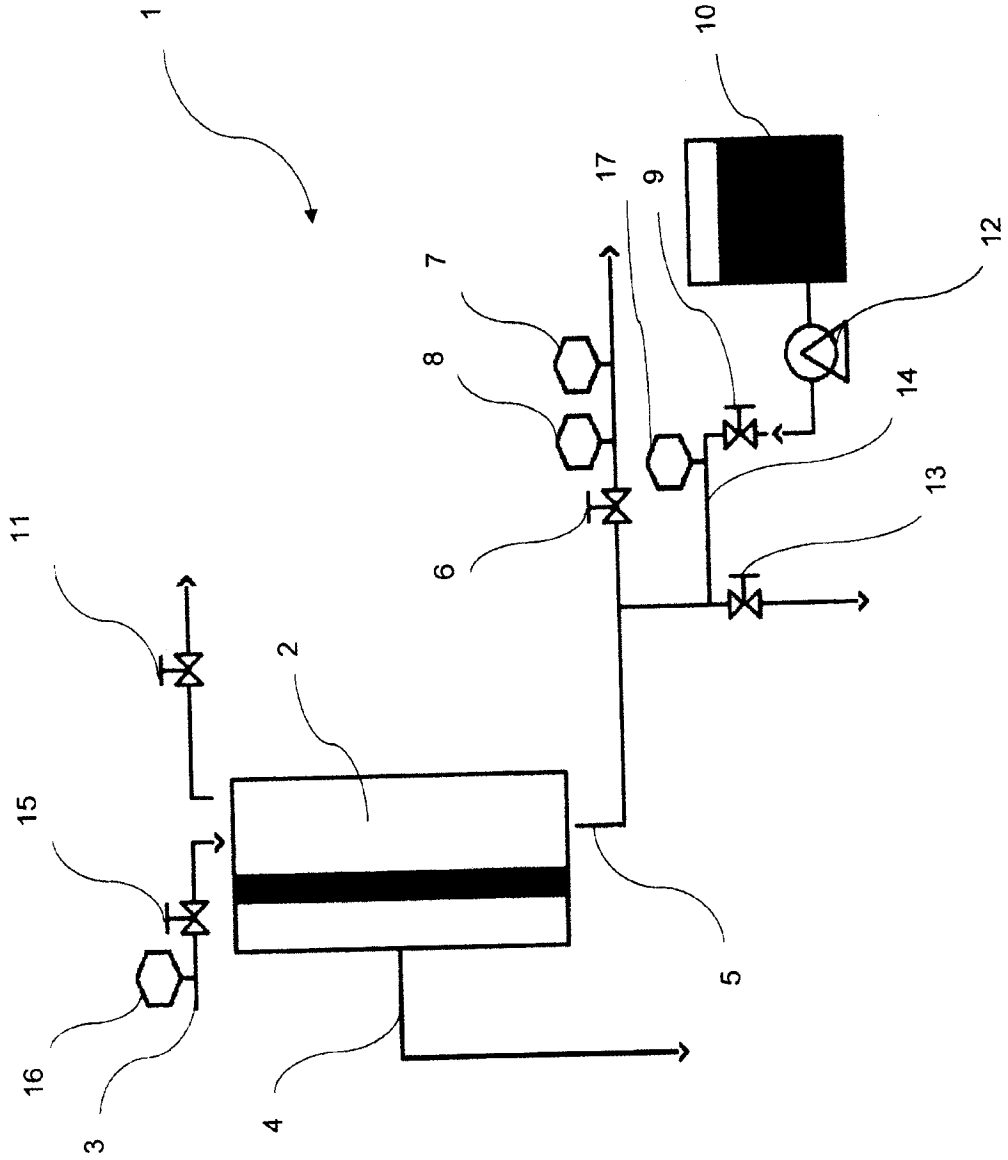
NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení (1) pro separaci oxidu uhličitého z bioplynu zahrnující alespoň jeden spirálně vinutý membránový modul (2) s polymerní membránou opatřený vstupem (3) bioplynu, výstupem (4) permeátu a výstupem (5) retentátu, kde permeát je oxid uhličitý a retentát je methan, **vyznačující se tím**, že výstup (5) retentátu je osazen uzavíratelným ventilem (6), průtokovým čidlem (7) pro detekci prahové hodnoty průtoku methanu a tlakovým čidlem (8) pro detekci prahové hodnoty tlaku methanu, spirálně vinutý membránový modul (2) je opatřen odvzdušňovacím ventilem (11) a zařízení dále zahrnuje zásobník (10) destilované vody napojený regeneračním potrubím (14) s regeneračním ventilem (9) na výstup (5) retentátu, přičemž při dosažení prahové hodnoty průtoku methanu a/nebo prahové hodnoty tlaku methanu je uzavíratelný ventil (6) uzavřen a regenerační ventil (9) otevřen pro načerpání destilované vody do spirálně vinutého membránového modulu (2) pro jeho regeneraci.
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zásobník (10) destilované vody je opatřen čerpadlem (12) pro načerpání destilované vody do spirálně vinutého membránového modulu (2).
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že výstup (5) retentátu je opatřen vypouštěcím ventilem (13) pro vypuštění načerpané destilované vody ze spirálně vinutého membránového modulu (2).
4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zahrnuje alespoň dva spirálně vinuté membránové moduly paralelně zapojené pro střídání čistícího a regeneračního režimu.

1 výkres

Seznam vztahových značek:

- | | | |
|----|----|--|
| | 1 | zařízení |
| 25 | 2 | spirálně vinutý membránový modul |
| | 3 | vstup bioplynu |
| | 4 | výstup permeátu |
| | 5 | výstup retentátu |
| | 6 | uzavíratelný ventil pro výstup retentátu |
| 30 | 7 | první průtokové čidlo |
| | 8 | tlakové čidlo |
| | 9 | regenerační ventil |
| | 10 | zásobník destilované vody |
| | 11 | odvzdušňovací ventil |
| 35 | 12 | čerpadlo |
| | 13 | vypouštěcí ventil |
| | 14 | regenerační potrubí |
| | 15 | nástřikový ventil |
| | 16 | druhé průtokové čidlo |
| 40 | 17 | třetí průtokové čidlo. |



Konec dokumentu

Obr. 1