

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03.05.2010**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.11.2011**
(Věstník č. 46/2011)

(21) Číslo dokumentu:

2010-342

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B01D 53/34	(2006.01)
B01D 53/26	(2006.01)
B01D 53/02	(2006.01)
B01D 53/52	(2006.01)
B01D 53/62	(2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 6,
CZ

Koud'a Jaroslav Ing., Praha 5, CZ
Hruboňová Zorka Ing., Praha 5, CZ
Havelka Petr, Sloup, CZ
Moudrý Ivan, Boskovice, CZ

(72) Původce:

Koud'a Jaroslav Ing., Praha 5, CZ
Hruboňová Zorka Ing., Praha 5, CZ
Havelka Petr, Sloup, CZ
Moudrý Ivan, Boskovice, CZ
Kára Jaroslav Ing. CSc., Praha 10, CZ

(74) Zástupce:

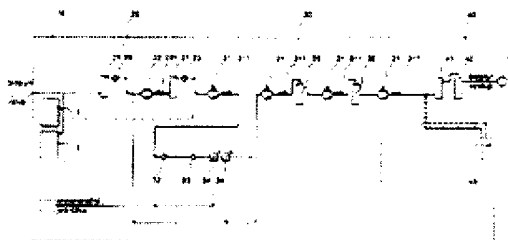
Ing. Jiří Walter, Počernická 54, Praha 10, 10800

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu
zemního plynu**

(57) Anotace:

Řešení se týká zařízení pro úpravu bioplynu nebo na palivo typu zemního plynu, spočívající v tom, že toto zařízení obsahuje alespoň dvě samostatné jednotky, a sice vstupní jednotku (10), s povahou odsiřovací sekce, vytvořené jako chemická odlučovací kolona a/nebo jako propírací kolona, upravená pro odsiřování na zbytkovou koncentraci H_2S 2 až 7 mg/m^3 bioplynu, a dále oddělovací jednotku, obsahující alespoň odvodňovací sekci (20), vytvořenou jako odvlhčovací kolona, upravená pro odstraňování vlhkosti až na zbytkovou koncentraci nejvýše 32 $\text{mg H}_2\text{O/m}^3$, a za ní zařazenou separační sekci (30), vytvořenou jako vysokotlakový separátor CO_2 s vysokotlakým odlučováním CO_2 a navýšením podílu objemu CH_4 , a to separací s odlučováním ve více tlakových stupních s výstupními tlaky od 5 do 148 bar, upravený pro dosažení podílu CH_4 alespoň 95 % objemových a pro dosažení nejvýše 2 % objemová CO_2 a 0 $\text{mg N}_2 (\text{NH}_3)/\text{kg}$. Přitom je zejména výhodné, jestliže toto zařízení obsahuje ještě za oddělovací jednotku zařazené skladovací a plnicí zařízení (50) pro plnění přepravních tlakových nádob nebo tlakových nádrží vozidel nebo regulační stanici pro distribuci k využití bioplynu jako paliva o kvalitě zemního plynu. Současně je výhodné, jestliže za vysokotlakým separátorem je ještě zařazeno dočišťování vytvořené jako dočišťovací sekce (40).



Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro úpravu bioplynu, spočívající především v odloučení CO_2 za současného navyšování objemu CH_4 tlakováním a dále pak v odstraňování H_2S , vlhkosti (H_2O) a N_2 (NH_3), a to pro použití jako paliva, včetně paliva motorového.

Dosavadní stav techniky

V současnosti jsou známa zařízení pro úpravu bioplynu na plyn s vlastnostmi srovnatelnými se zemním plynem, kde taková zařízení obsahují především sekce separace plynů, pro oddělení zejména CO_2 , a to na principu vypírání plynů ve vodě nebo i v jiných kapalinách a to za nízkého, nebo i za vysokého, resp. střídavého tlaku, přičemž se využívá různých adsorpčních a absorpčních schopností a vlastností těchto kapalin. Další možností je adsorpce CO_2 na tuhém adsorbentu s užitím střídavého tlaku. Právě modifikací tlaků a teplot lze ještě významně zvyšovat naznačenou efektivnost jímavých kapalin i případně užitého aktivního uhlí. Existují i zařízení na základě separace složek bioplynu pomocí molekulárního síta. Taková separace sice umožňuje získat plyn s převažujícím podílem metanu a s ostatními vlastnostmi, které jsou také v podstatě vyhovující, ale zařízení, pracující na popsaném principu, jsou výrobně i provozně značně nákladná. Dále pak je třeba, pro použití takto získaného paliva jako paliva motorového, v návaznosti na popsanou separační stanici instalovat ještě stanici plnicí, a to typu plnicí stanice CNG, čímž se zařízení stává ještě nákladnějším a také energeticky náročnějším, neboť významný podíl na nutném energetickém příkonu celého procesu má jak výroba biometanu na adsorpčním a/nebo absorpčním principu, tak i stlačování biometanu pro plnění nádrží, především ve vozidlech. Vedle již uvedených nevýhod je hlavní nevýhodou dosavadních známých a zde popsaných zařízení i jejich vysoká investiční náročnost, která má v současnosti za následek ekonomicky přijatelnou realizovatelnost pouze u

zařízení s výrobní kapacitou alespoň 500 m³ surového bioplynu za hodinu, tedy cca 4000 tis. m³/rok.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody se řeší v podstatné míře zařízením pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu, kde podstata spočívá v tom, že zařízení obsahuje alespoň dvě samostatné jednotky, a sice vstupní jednotku, s povahou odsiřovací sekce, vytvořené jako chemická odlučovací kolona a/nebo jako propírací kolona, upravená pro odsiřování na zbytkovou koncentraci H₂S 2 – 7 mg/m³ bioplynu, a dále oddělovací jednotku, obsahující alespoň odvodňovací sekci, vytvořenou jako odvlhčovací kolona, upravená pro odstraňování vlhkosti až na zbytkovou koncentraci nejvýše 32 mg H₂O/m³, a za ní zařazenou separační sekci, vytvořenou jako vysokotlaký separátor CO₂ s vysokotlakým odlučováním CO₂ a navýšením podílu objemu CH₄, a to separací s odlučováním ve více tlakových stupních s výstupními tlaky od 5 do 148 bar, upravený pro dosažení podílu CH₄ alespoň 95 % objemových a pro dosažení nejvýše 2 % objemová CO₂ a 0 mg N₂(NH₃)/kg. S výhodou za oddělovací jednotku je zařazeno skladovací a plnicí zařízení pro plnění přepravních tlakových nádob nebo tlakových nádrží vozidel nebo regulační stanice pro distribuci k využití bioplynu jako paliva o kvalitě zemního plynu. Výhodou je dále, jestliže vysokotlaký separátor CO₂ je vytvořen jako soustava vysokotlakého vícestupňového kompresoru, kde mezi jednotlivými stupni je vždy zařazen odlučovač zkapalněné složky na bázi CO₂ a výstup z posledního stupně vysokotlakého kompresoru je propojen s plnicím zařízením pro plnění přepravních tlakových nádob nebo tlakových nádrží vozidel, kde před toto propojení je, v rámci oddělovací jednotky, vložena ještě dočišťovací sekce vyrobeného biometanu. Výhodné je také, jestliže odlučovač zkapalněné složky na bázi CO₂ obsahuje jemný mechanický filtr, uhlíkový filtr a alespoň jeden membránový separátor. S výhodou plynový výstup alespoň jednoho membránového separátoru je propojen zpět do odvlhčovací sekce a/nebo některého z nižších stupňů kompresoru. Dočišťovací sekce je s výhodou vytvořena jako soustava odlučovacích kolon a to jako soustava alespoň jedné kolony závěrečného odvlhčení s náplní CaCl₂ a alespoň jedné kolony závěrečného dočištění CO₂ a N₂ (NH₃), s náplní zeolitu. Výhodné je dále, jestliže odsiřovací sekce je vytvořena jako

chemická odlučovací kolona, s alespoň jedním absorbérem s náplní, jejíž reakční složkou je hydratovaný oxid železitý, upravená pro průchod bioplynu a opatřená přídavným přívodem vzduchu pro regeneraci náplně a odkalovacím vývodem pro kondenzát. S výhodou potom je odvodňovací sekce tvořena alespoň dvěma separačními kolonami s náplní CaCl_2 a s jemným mechanickým filtrem, umístěnými před vstup a za výstup šroubového kompresoru s výstupním tlakem 5 až 10 barů. Alternativně je odvodňovací sekce vytvořena jako odvlhčovací kolona, obsahující za sebou zapojenou alespoň jednu komoru ohřevu, upravenou pro ohřev zpracovávaného bioplynu, a alespoň jednu komoru chlazení, opatřenou chladícím okruhem a odkalovacím vývodem pro odvod kondenzované vody. Přitom hlavní vícestupňový kompresor pak má pracovní tlaky od 5 až do 148 barů, jak je patrné již ze základního provedení, shora popsaného.

Takto se dosáhne vytvoření zařízení pro úpravu bioplynu na plyn, použitelný především jako motorové palivo, přičemž toto zařízení je investičně i provozně nenáročné, a to především v oblasti relativně nízkých objemů zpracovávaného bioplynu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je dále podrobněji popsán a vysvětlen na příkladném provedení, též s pomocí přiložených výkresů, kde na obr.1 je patrné schéma celého zařízení v příkladném provedení, na obr.2 je detail zapojení odsiřovací sekce s úpravou pro přepínání průtoku, na obr.3 je v axonometrii příklad praktického vytvoření konstrukce oddělovací jednotky, načež ještě na obr.4 je patrná tatáž oddělovací jednotka, tentokrát v půdoryse.

Příklad provedení vynálezu

Zařízení v příkladném provedení je vytvořeno jako stanice pro úpravu bioplynu na plyn s kvalitou zemního plynu, označovaný též jako biometan, kde výstupem je plnicí stanice tlakových nádob u soustav pro pohon vozidla se systémem na CNG a

regulační stanice pro využití plynu jako paliva o kvalitě zemního plynu. Dále je uváděn podrobný popis příkladného provedení tohoto zařízení.

Vzorové řešení zařízení na úpravu bioplynu o výkonu 45 m³/hod

Funkce zařízení

Zařízení řeší úpravu bioplynu na kvalitu motorového paliva pro zážehové motory a zabezpečuje další doplňkové funkce jako:

- skladování vyčištěného bioplynu,
- plnění bioplynu do motorových vozidel,
- regulování tlaku bioplynu pro jeho využití jako paliva v kvalitě zemního plynu.

Užité vlastnosti zařízení

Bioplyn vyráběný na tomto zařízení, tedy bioplynové stanici, dále též jen BPS, obsahuje méně O₂ než vyžaduje jeho uplatnění jako motorové palivo pro zážehové motory. Proto se provádí pouze úprava parametrů CH₄, CO₂, H₂S, vodní páry (H₂O) a N₂ (NH₃).

Orientační parametry, na které je zařízení navrženo

Výkonnost	45 m ³ bioplynu/hod *
Provozní doba	24 hod/den
	360 dnů/rok
	8640 hod/rok
Kapacita	
- bioplyn před zpracováním	388 800 m ³ /rok, 45 m ³ /hod *
- bioplyn po zpracování	233 280 m ³ /rok, 27 m ³ /hod *

Poznámka: * Kapacita zařízení je udávána v objemu bioplynu při tlaku 0,1 bar tak, jak je přiváděn z reaktoru BPS.

Užité vlastnosti zařízení

Hodnoty upraveného bioplynu:

CH ₄	min. 95 % objemu
CO ₂	2 % objemu
H ₂ S	2 – 3 mg/m ³
H ₂ O	32 mg/m ³
N ₂ (NH ₃)	cca 0 %

Seznam provozních souborů, resp. jednotek a sekcí, a jejich strojů a zařízení, včetně hlavních parametrů:

Výkony dílčích zařízení jsou udávány v objemech bioplynu při tlaku 0,1 bar.

Vstupní jednotka 10, vytvořená jako odsiřovací sekce se dvěma absorbéry 1, opatřená přídavným přívodem 11 vzduchu pro regeneraci náplně a odkalovacím vývodem 12 pro odvod případného kondenzátu.

Princip: adsorbér pracuje na bázi chemisorpce sulfanu na hydratovaném oxidu železitém a vykazuje příkladně tyto parametry

kapacita	40 – 50 m ³ /hod (max. 65 m ³ /hod)
provozní tlak	0,1 bar
parametry bioplynu:	
H ₂ S na vstupu	1390 (3500) mg/m ³ bioplynu
H ₂ S na výstupu	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
teplota na vstupu	40 °C
teplota na výstupu	
v létě	25 – 35 °C
v zimě	15 °C

Oddělovací jednotka obsahuje odvodňovací sekci 20, pracující na bázi adsorpce H_2O v náplni krystalického $CaCl_2$, a dále pak separační sekci 30 a dočišťovací sekci 40.

vstupní parametry bioplynu:

tlak	0,1 bar
H_2S na vstupu	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
vlhkost	7 (max. 10) % objemu
množství CH_4	55 (min. 40) % objemu
množství CO_2	33 (max. 55) % objemu
teplota na vstupu	
v létě	25 – 35 °C
v zimě	15 °C

Komponenty zařízení odvodňovací sekce 20:

Separální kolona 21 odvlhčení s náplní $CaCl_2$ a výměnným jemným mechanickým filtrem 23 o propustnosti 0,01 μ .

výkon	40 – 50 m ³ /hod
provozní tlak	0,1 bar
náplň	100 kg krystalického $CaCl_2$, výměna náplně doporučena po 4 měsících provozu

Šroubový kompresor 22 s tepelným výměníkem 221 a dalším obvyklým příslušenstvím.

výkon	40 – 50 m ³ /hod
vstupní tlak	0,1 bar
výstupní tlak	8 bar (max. jištění)

Separální kolona 21 odvlhčení s náplní $CaCl_2$ a výměnným mechanickým filtrem o propustnosti 0,01 μ , zařazená jako další, ještě za šroubovým kompresorem 22.

výkon	40 – 50 m ³ /hod
provozní tlak	8 bar
náplň	100 kg $CaCl_2$, výměna náplně po 4 měsících provozu

Výstupní parametry bioplynu:

tlak	8 bar
H ₂ S	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	55 (min. 40) % objemu
množství CO ₂	33 (max. 55) % objemu
teplota	
v létě	35 – 45 °C
v zimě	25 °C

Separační sekce 30, jako zařízení, zvyšující objem CH₄ a odstraňující CO₂ a N₂ (NH₃).

Princip: převážné množství CO₂ se odstraňuje tlakováním, N₂ (NH₃) a zbytky CO₂ separací.

Vstupní parametry bioplynu:

tlak	8 bar
H ₂ S	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
Vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	55 (min. 40) % objemu
množství CO ₂	33 (max. 55) % objemu
množství N ₂ (NH ₃)	0,85 (max. 1,8) % objemu
teplota	
v létě	35 – 45 °C
v zimě	25 °C

Komponenty zařízení – separační sekce 30

Vysokotlaký pístový kompresor 31 čtyřstupňový tlakového oddělování CO₂ s tepelným výměníkem 311 za každým stupněm z uvedených čtyř stupňů a s dalším obvyklým příslušenstvím.

výkon	40 – 50 m ³ /hod
vstupní tlak	8 bar

tlak – 1. stupeň	20 bar, 40 až 50 m ³ /hod
tlak – 2. stupeň	30 bar, 29 m ³ /hod
tlak – 3. stupeň	104 bar, 29 m ³ /hod
výstupní tlak	250 bar, 27 až 29 m ³ /hod

Mechanický filtr 32 o propustnosti 0,01 µ, osazený za 1. stupněm tlakování

výkon	40 – 50 m ³ /hod
provozní tlak	20 bar
počet	1 ks

Uhlíkový filtr 33, osazený za 1. stupněm tlakování

výkon	40 – 50 m ³ /hod
provozní tlak	20 bar

Membránový separátor 34 na oddělování CO₂, N₂ (NH₃), osazený za 1. stupněm tlakování

výkon	40 – 50 m ³ /hod
provozní tlak	20 bar
počet	2 ks, za prvním separátorem <u>34</u> odbočka v podstatě

surového bioplynu ještě též ke kogenerační jednotce se spalovacím motorem

Separátor 35 CO₂ s výměnným mechanickým filtrem, osazený za 2. a 3. stupněm tlakování

výkon		29 m ³ /hod
provozní tlak	za 1. stupněm	30 bar
	za 2. stupněm	104 bar
počet		2 ks

Výstupní parametry bioplynu:

tlak	250 bar
H ₂ S	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu

vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	min. 95 % objemu
množství CO ₂	2,15 % objemu
množství N ₂ (NH ₃)	0,05 (max. 0,1) % objemu
teplota	
v létě	35 – 45 °C
v zimě	25 °C

Dočišťovací sekce 40 pro závěrečné dočištění a další doplňková zařízení

Princip: Zařízení pracuje na bázi adsorpce zbytků H₂O v náplni krystalického CaCl₂ a zbytků CO₂ a N₂ (NH₃) v náplni zeolitu.

Vstupní parametry bioplynu

tlak	250 bar
H ₂ S	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	min. 95 % objemu
množství CO ₂	2,15 % objemu
množství N ₂ (NH ₃)	0,05 (max. 0,1) % objemu
teplota	
v létě	35 až 45 °C
v zimě	25 °C

Separátor 41 závěrečného odvlhčení s náplní CaCl₂

výkon	27 až 29 m ³ /hod
vstupní tlak	250 bar
výstupní tlak	243 bar
provozní teplota	5 až 10 °C
počet	1 ks

Separátor 42 závěrečného dočištění CO₂, N₂ (NH₃) s náplní zeolitu

výkon	27 až 29 m ³ /hod
vstupní tlak	243 bar

výstupní tlak	235 bar
provozní teplota	5 až 10 °C
počet	1 ks

Chladič 43 bioplynu – freonová chladicí jednotka s příslušenstvím

výkon	27 až 29 m ³ bioplynu/hod
tlak bioplynu	250 bar
teplota bioplynu	
vstupní	max. 45 °C
výstupní	5 až 10 °C

Pro zabezpečení praktického provozu je použito ještě pneumatické ovládání ventilů, zde neznázorněné, a to s parametry a příslušenstvím:

kompresor stlačeného vzduchu 6 – 8 bar

trubní rozvody stlačeného vzduchu s příslušenstvím

Pro měření kvality bioplynu je použito plynového analyzátoru, přičemž při zkušebním provozu se provádělo orientační měření pomocí zařízení pro odběr bioplynu z jednotlivých fází jeho úpravy pro laboratorní ověřování kvality

Zjištěné výstupní parametry bioplynu

tlak	235 bar
H ₂ S	max. 2 – 3 mg/m ³ bioplynu
Vlhkost (H ₂ O)	max. 32 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	min. 95 % objemu
množství CO ₂	2 % objemu
množství N ₂ (NH ₃)	0 % objemu
teplota	5 až 10 °C

Skladovací a distribuční zařízení 50 upraveného bioplynu

VTL zásobník plynu

8 bloků à 10 lahví, z toho:

1 blok

kapacita	920 l
provozní tlak	235 bar
počet	1 ks

7 bloků

kapacita	6440 l
provozní tlak	200 bar
počet	1 ks

Regulační stanice

kapacita	max. 50 m ³ /hod
vstupní tlak	200 bar
výstupní tlak	0,4 bar
počet	1 ks

Plnění upraveného bioplynu do motorových vozidel

Výdejní stojan

mechanický plnicí set s koncovkou NGV-1	
typ	SEKO
provozní tlak	200 bar
počet	1 ks

Popis detailů a funkce zařízení podle vynálezu

Úprava bioplynu na kvalitu motorového paliva pro zážehové motory probíhá ve třech návazných fázích odstraňováním:

- sloučenin síry,
- vlhkosti,
- CO₂ a N₂.

Odstraňování sloučenin síry, tedy odsiřování v odsiřovací sekci ve vstupní jednotce 10, je řešeno pomocí adsorbéru 1, který pracuje na bázi chemisorpce sulfanu na hydratovaném oxidu železitém. Zbytková koncentrace H_2S při výstupu ze zařízení nepřesáhne $2 - 3 \text{ mg/m}^3$. Výměna odsiřovací hmoty se provede v okamžiku zvýšení zbytkové koncentrace H_2S na 7 mg/m^3 . Toto u tohoto zařízení, s ohledem na vstupní koncentraci H_2S měnící se v průběhu času, lze předpokládat po 3 až 5 letech provozu.

Nádoba adsorbéru 1 má objem 6 m^3 je pravoúhlá s horizontálním průřezem cca 4 m^2 a výškou 1,5 m. Výška vrstvy odsiřovací hmoty v adsorbéru 1 je cca 1 m. Potřebný objem odsiřovací hmoty je 4 m^3 . Odsiřovací hmota je v nádobě uložena ve vyjímatelném koši opatřeném plastovou sítí. Výška usazení nad dnem nádoby je zvolena tak, aby bioplyn vstupoval do nádoby pod košem. Nad vrstvou odsiřovací hmoty je do nádoby zaústěno hrdlo pro výstup bioplynu. Celková výška nádoby adsorbéru 1 proto je cca 1,5 m. Shora je nádoba plynotěsně uzavřena víkem. Ve dně nádoby je instalováno odkalovací zařízení s odkalovacím vývodem 12 případně vzniklého kondenzátu. Nádoba adsorbéru 1 je uložena na podstavci výšky 0,5 m.

U zařízení vyššího výkonu, a to až do 500 m^3 čištěného bioplynu/hod., se uplatňuje použití odsiřovacího zařízení sestávajícího z dvojice v sérii zařazených adsorbérů 1. Když se koncentrace sulfanu ve vyčištěném bioplynu zvýší nad $7 \text{ mg H}_2\text{S/m}^3$, odstaví se v sérii první adsorbér 1. V něm se nahradí upotřebená odsiřovací hmota čerstvou. Po výměně odsiřovací hmoty se připojí zařízení tak, že původně druhý adsorbér 1 je pak v sérii první a původně první, nyní s čerstvou odsiřovací hmotou, je v sérii druhý. Zapojení zařízení umožňuje i provoz jednoho a paralelní regeneraci druhého odstaveného adsorbéru 1, a to regenerací průchodem vzduchu, přiváděným přídatným přívodem 11. Schéma zapojení dvojice adsorbérů 1, s možností přepínání na sériový nebo i paralelní provoz, je na obr.2.

Výkony základní jednotky adsorbéru 1 při koncentraci H_2S 1500 mg/m^3 bioplynu:

- při výšce náplně 1 m $116 \text{ m}^3/\text{hod}$
- při výšce náplně 1,5 m $175 \text{ m}^3/\text{hod}$

Cyklus výměny odsiřovací hmoty 9 až 10 měsíců.

Další možné sestavy:

- 2 základní jednotky zapojené paralelně
 - výkon 232 (350) m³/hod
- 3 základní jednotky zapojené paralelně
 - výkon 348 (525) m³/hod

Zvyšování objemu CH₄ a odstraňování vlhkosti (H₂O), CO₂ a N₂ (NH₃) je řešeno v rámci sdruženého zařízení kontejnerového provedení s umístěním strojů a dílčích zařízení na ocelovém nosném a fixačním rámu o půdorysné velikosti 4130 x 2300 mm.

Odstraňování vlhkosti je řešeno v rámci průchodu odsířeného bioplynu adsorpční hmotou ve dvou separačních kolonách doplněných mechanickými filtry 32 o propustnosti 0,01 μ. V první pod tlakem 0,1 bar, ve druhé 8 bar. Náplň každé kolony 21 je 100 kg krystalického CaCl₂, výměna se plánuje vždy po čtyřech měsících. Mezi obě kolony 21 je vložen šroubový kompresor 22 tlakující bioplyn na 8 bar.

Převážné množství CO₂ je odstraňováno v rámci tlakování odsířeného a odvlhčeného bioplynu pístovým čtyřstupňovým mechanickým kompresorem 31, kde odchází postupně po jednotlivých stupních tlakování:

- 1. stupeň – 20 bar
- 2. stupeň – 30 bar
- 3. stupeň – 104 bar
- 4. stupeň – 250 bar

V rámci tohoto tlakování dochází současně ke zvyšování objemu CH₄.

Kompresor 31 je na 1. stupni tlakování doplněn o dva mechanické filtry 32 o propustnosti 0,01 μ, o uhlíkový filtr 33 a o dva membránové separátory 34 pro oddělování N₂ a CO₂. Z bioplynu se po průchodu oběma filtry v prvním separátoru oddělí 17 až 25 % jeho objemu, a to převážně CO₂. Tento objem je natlakován zpět do bioplynového potrubí před jeho zaústěním do kogeneračních jednotek. Ve druhém separátoru se odděluje cca 10 % jeho objemu, a to převážně CO₂. Tento objem je vrácen zpět do procesu úpravy bioplynu do fáze odvlhčování. Zbýlých 65 až 73 % objemu bioplynu odchází do druhého stupně tlakování.

Za 2. a 3. stupněm tlakování je pístový kompresor 31 opatřen separátorem 35 CO₂ s výměnným mechanickým filtrem, zde celkem 2 ks. Fáze odstraňování CO₂ a N₂ (NH₃) je ukončena dvěma separátory závěrečného dočištění. Závěrečné odstraňování vlhkosti zajišťuje separátor 41 s náplní krystalického CaCl₂, zde 1 ks, a dočištění CO₂ a N₂ (NH₃) zajišťuje separátor 42 s náplní zeolitu, zde příkladně též 1 ks. V rámci 2. a 3. stupně tlakování je z bioplynu odstraněno 4 až 12 % jeho objemu, a to převážně CO₂, v rámci následného závěrečného dočištění je z bioplynu odstraněno zbytkové množství CO₂, N₂ (NH₃) a H₂O v rozsahu 1 % původního objemu bioplynu, tedy zde 45 m³. Objem upraveného bioplynu představuje 60 % původního objemu 27 m³.

Teplotní režim zařízení

Teplota bioplynu se v rámci jeho úpravy udržuje na úrovni vstupní teploty navýšené o 10 °C, tj. v zimě 25 °C, v létě 35 – 45 °C. Pro případ, že bude nutno v rámci dočištění zařadit separátor závěrečného odvlhčení, musí být před ním do zařízení zařazeno chlazení, které sníží teplotu bioplynu na 5 – 10 °C.

Součástí sdruženého zařízení jsou dále doplňková zařízení na chlazení bioplynu, pneumatické ovládání ventilů a měření kvality bioplynu.

Za energetickým zhodnocováním bioplynu v rámci tlakového odstraňování CO₂ je zařazeno chlazení, zde tedy chladicí zařízení 43, neboť teplota bioplynu se v rámci jeho tlakování zvyšuje až na cca 45 °C. Chladicí jednotka pracuje s chladicím médiem freon a její výkon je navržen tak, aby zchladila bioplyn z 45 na 5 - 10 °C. Veškeré ventily instalované v zařízení na potrubí bioplynu a další ovládací prvky jsou u tohoto zařízení ovládány pneumaticky. Kromě nezbytných rozvodů stlačeného vzduchu je jako zdroj navržen elektrický kompresor s výstupním tlakem 6 až 8 bar.

Od pneumatického ovládání nezbytného pro extraktivní měření lze, při použití měření „in site“, kdy se měřicí sondy vkládají přímo do plynového potrubí zařízení a jsou kabelem připojeny k samostatné vyhodnocovací jednotce, tedy zpravidla analyzátoru, zcela oddělenému od měřeného média, upustit.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle vynálezu je použitelné pro úpravu bioplynu na plyn, označovaný zpravidla jako biometan, a to s úrovní složení, výhřevnosti a čistoty splňující kvalitativní požadavky na kvalitu zemního plynu pro pohon spalovacích motorů. Použití je možné i pro analogickou úpravu bioplynu pro jiné účely, kde je důležité snížení podílu CO_2 a N_2 (NH_3) a určitý stupeň vyčištění, ale nejdůležitější oblastí využití je úprava bioplynu pro plyn, určený k pohonu spalovacích motorů. Kapacita zařízení v příkladném provedení může být modifikována na zpracování až 500 m^3 bioplynu/hod., ale obecně lze vytvářet jednotky i vyšších kapacit, například i stavebnicovou metodou.

03.05.10

Pr 2010 - 342

PATENTOVÉ NÁROKY

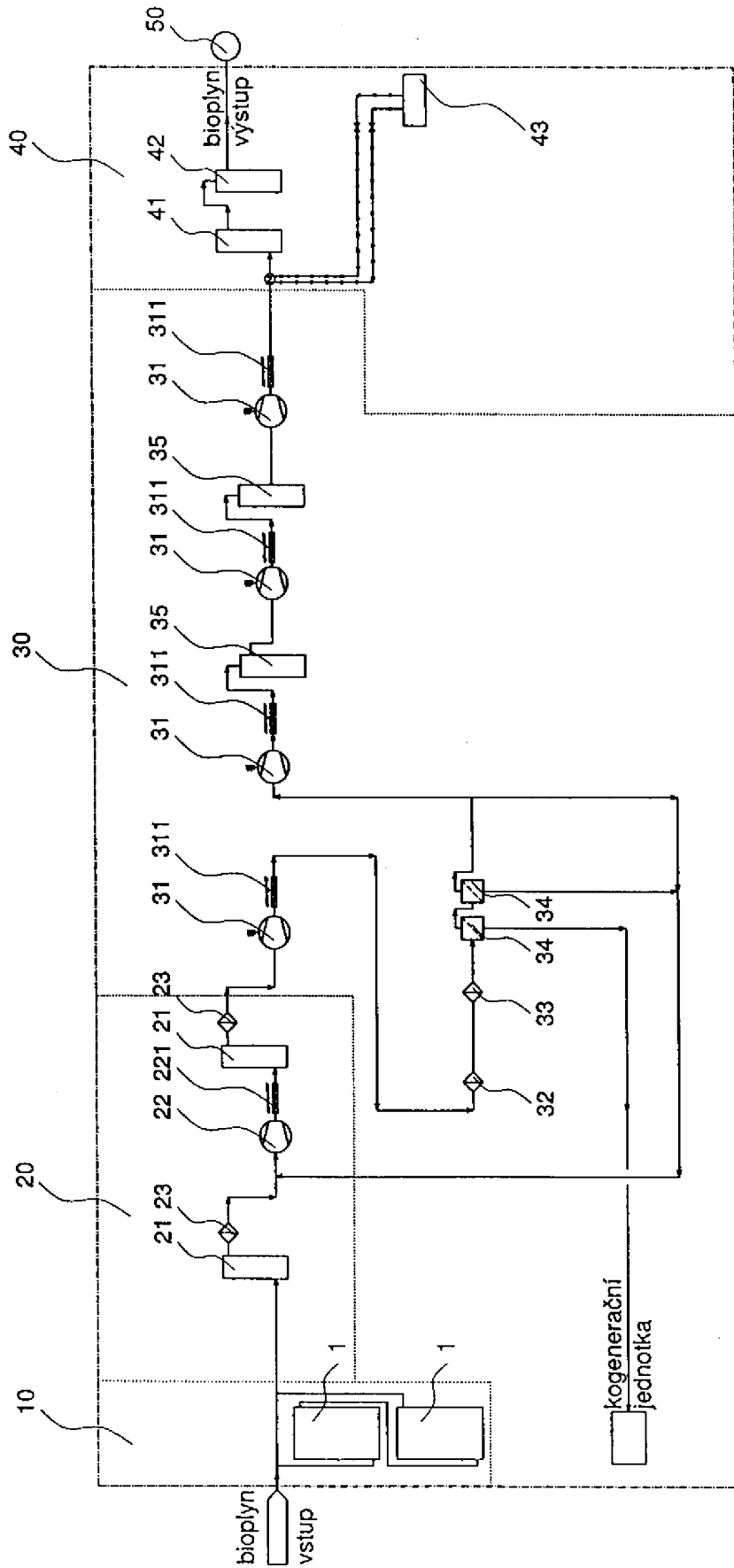
1. Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu, v y z n a č e n é t í m, že obsahuje alespoň dvě samostatné jednotky, a sice vstupní jednotku (10), s povahou odsiřovací sekce, vytvořené jako chemická odlučovací kolona a/nebo jako propírací kolona, upravená pro odsiřování na zbytkovou koncentraci H_2S 2 – 7 mg/m^3 bioplynu, a dále oddělovací jednotku, obsahující alespoň odvodňovací sekci (20), vytvořenou jako odvlhčovací kolona, upravená pro odstraňování vlhkosti až na zbytkovou koncentraci nejvýše 32 $\text{mg H}_2\text{O}/\text{m}^3$, a za ní zařazenou separační sekci (30), vytvořenou jako vysokotlaký separátor CO_2 s vysokotlakým odlučováním CO_2 a navýšením podílu objemu CH_4 , a to separací s odlučováním ve více tlakových stupních s výstupními tlaky od 5 do 148 bar, upravený pro dosažení podílu CH_4 alespoň 95 % objemových a pro dosažení nejvýše 2 % objemová CO_2 a 0 $\text{mg N}_2(\text{NH}_3)/\text{kg}$.
2. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č e n é t í m, že obsahuje ještě za oddělovací jednotku zařazené skladovací a plnicí zařízení (50) pro plnění přepravních tlakových nádob nebo tlakových nádrží vozidel nebo regulační stanici pro distribuci k využití bioplynu jako paliva o kvalitě zemního plynu.
3. Zařízení podle některého z nároků 1 až 2, v y z n a č e n é t í m, že vysokotlaký separátor CO_2 je vytvořen jako soustava vysokotlakého vícestupňového kompresoru (31), kde mezi jednotlivými stupni je vždy zařazen odlučovač (35) zkapalněné složky na bázi CO_2 a výstup z posledního stupně vysokotlakého kompresoru (31) je propojen s plnicím zařízením (50) pro plnění přepravních tlakových nádob nebo tlakových nádrží vozidel, kde před toto propojení je, v rámci oddělovací jednotky, vložena ještě dočišťovací sekce (40) vyrobeného biometanu.

4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, v y z n a č e n é t í m , že odlučovač zkapalněné složky na bázi CO_2 obsahuje jemný mechanický filtr (32), uhlíkový filtr (33) a alespoň jeden membránový separátor (34).
5. Zařízení podle některého z nároků 1 až 4, v y z n a č e n é t í m , že plynový výstup alespoň jednoho membránového separátoru (34) je propojen zpět do odvodňovací sekce (20) a/nebo do některého z nižších stupňů kompresoru (31).
6. Zařízení podle některého z nároků 1 až 5, v y z n a č e n é t í m , že dočišťovací sekce (40) je vytvořena jako soustava odlučovacích kolon, a to jako soustava alespoň jedné kolony (41) závěrečného odvlhčení s náplní CaCl_2 a alespoň jedné kolony (42) závěrečného dočištění CO_2 a N_2 (NH_3) s náplní zeolitu.
7. Zařízení podle některého z nároků 1 až 6, v y z n a č e n é t í m , že odsiřovací sekce (10) je vytvořena jako chemická odlučovací kolona, s alespoň jedním absorbérem (1) s náplní, jejíž reakční složkou je hydratovaný oxid železitý, upravená pro průchod bioplynu a opatřená přídatným přívodem (11) vzduchu pro regeneraci náplně a odkalovacím vývodem (12) pro kondenzát.
8. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, v y z n a č e n é t í m , že odvodňovací sekce (20) je tvořena alespoň dvěma separačními kolonami (21) s náplní CaCl_2 a s jemným mechanickým filtrem (23), umístěnými před vstup a za výstup šroubového kompresoru (22) s výstupním tlakem 5 až 10 barů.
9. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, v y z n a č e n é t í m , že odvodňovací sekce (20) je vytvořena jako odvlhčovací kolona, obsahující za sebou zapojenou alespoň jednu komoru pro ohřev zpracovávaného bioplynu, a alespoň jednu komoru chlazení, opatřenou chladícím okruhem a odkalovacím vývodem pro odvod kondenzované vody.

03.05.10

Pr 2-10 - 342

1/3

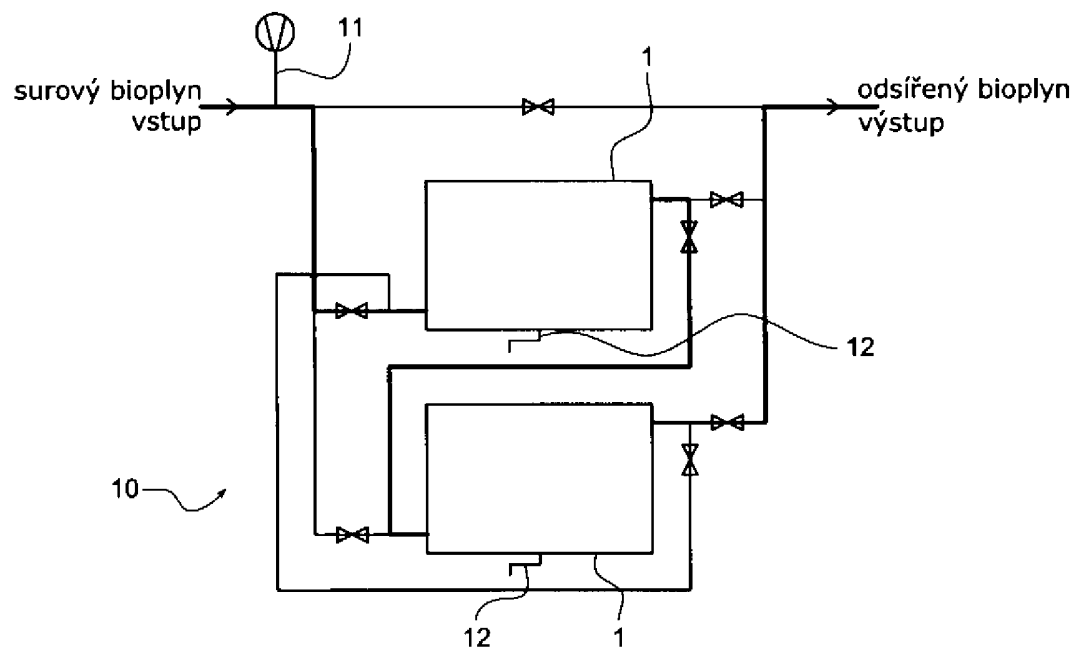


obr. 1

03.05.10

ZV 2010 - 342

2/3

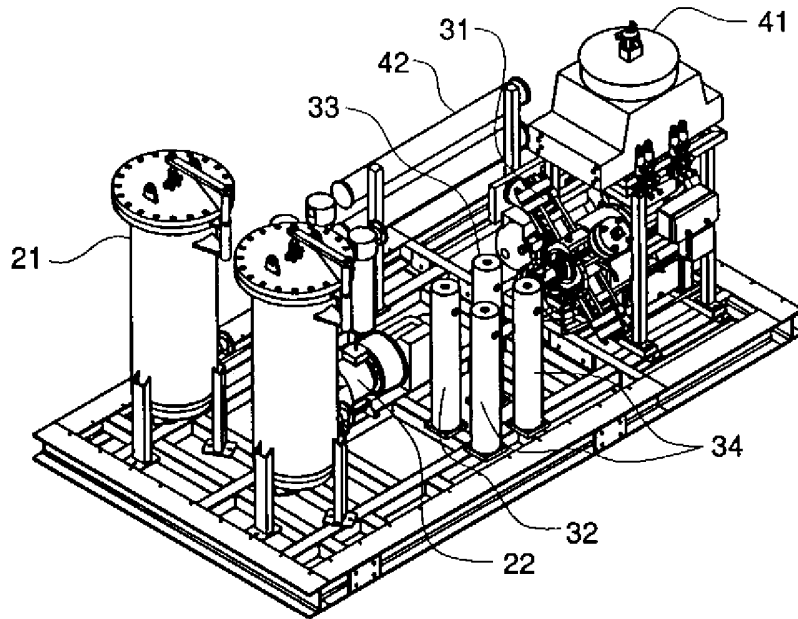


obr. 2

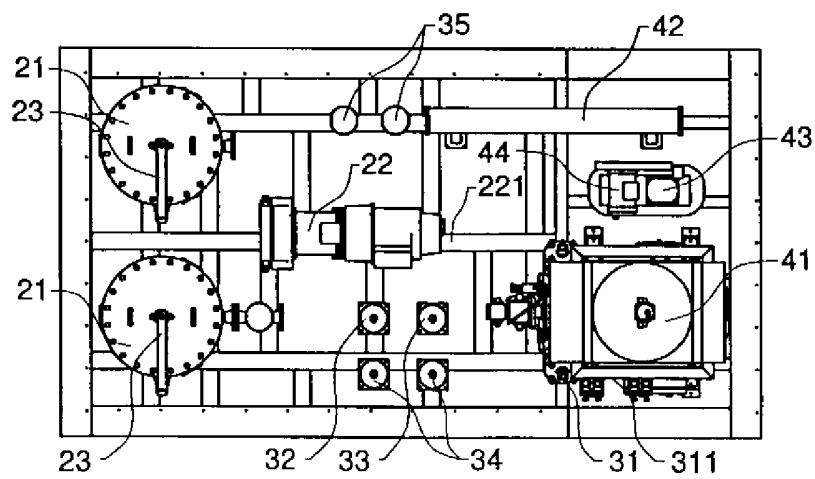
03.05.10

TV 2010 - 342

3/3



obr. 3



obr. 4