

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

21505

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
C10L 3/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010 - 22650**

(22) Přihlášeno: **03.05.2010**

(47) Zapsáno: **29.11.2010**

(73) Majitel:

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, CZ
Koud'a Jaroslav Ing., Praha, CZ
Hruboňová Zorka Ing., Praha, CZ
Havelka Petr, Sloup, CZ
Moudrý Ivan, Boskovice, CZ

(72) Původce:

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

(74) Zástupce:

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

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu

CZ 21505 U1

Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu

Oblast techniky

Technické řešení 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 m^3 surového bioplynu za hodinu, tedy cca $4000 \text{ tis. m}^3/\text{rok}$.

Podstata technického řešení

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 H_2S 2 až 7 mg/m^3 bioplynu, a dále oddělovací jednotku obsahující alespoň odvodňovací sekci, 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, 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 mg N_2 (NH_3)/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 CO_2 je vytvořen jako soustava vysokotlakého vícestupňového kompresoru, kde mezi jednotlivými stupni je vždy zařazen odlučovač zkapalněné složky na bázi CO_2 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 CO_2 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 CaCl_2 a alespoň jedné kolony závěrečného dočištění CO_2 a N_2 (NH_3), 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 chladicím okruhem a odkalovacím vývodem pro odvod kondenzované vody. Přitom hlavní víceetapňový kompresor pak má pracovní tlaky od 5 až do 148 barů (0,5 až 14,8 MPa), 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

Technické řešení je dále podrobněji popsáno a vysvětleno 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 technického řešení

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 $45 \text{ m}^3/\text{hod}$.

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.

Užitné vlastnosti zařízení

Bioplyn vyráběný na tomto zařízení, tedy bioplynové stanici, dále též jen BPS, obsahuje méně O_2 než vyžaduje jeho uplatnění jako motorové palivo pro zážehové motory. Proto se provádí pouze úprava parametrů CH_4 , CO_2 , H_2S , vodní páry (H_2O) a N_2 (NH_3).

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 m³/rok, 45 m³/hod *
- bioplyn po zpracování 233 280 m³/rok, 27 m³/hod *

Poznámka: * Kapacita zařízení je udávána v objemu bioplynu při tlaku 0,1 bar (0,01 MPa) tak, jak je přiváděn z reaktoru BPS.

5 Užitné vlastnosti zařízení

Hodnoty upraveného bioplynu:

CH ₄	min. 95 % objemu
CO ₂	2 % objemu
H ₂ S	2 až 3 mg/m ³
10 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 (0,01 MPa).

- 15 - Vstupní jednotka 10, vytvořená jako odsiřovací sekce se dvěma absorbéry 1, opatřená přidavným 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

20 kapacita	40 až 50 m ³ /hod (max. 65 m ³ /hod)
provozní tlak	0,1 bar (0,01 MPa)
parametry bioplynu:	
H ₂ S na vstupu	1390 (3500) mg/m ³ bioplynu
H ₂ S na výstupu	max. 2 až 3 mg/m ³ bioplynu
25 teplota na vstupu	40 °C
teplota na výstupu	
v létě	25 až 35 °C
v zimě	15 °C

- 30 Oddělovací jednotka obsahuje odvodňovací sekci 20, pracující na bázi adsorpce H₂O v náplni krystalického CaCl₂, a dále pak separační sekci 30 a dočišťovací sekci 40.

vstupní parametry bioplynu:

tlak	0,1 bar (0,01 MPa)
H ₂ S na vstupu	max. 2 až 3 mg/m ³ bioplynu
vlhkost	7 (max. 10) % objemu
35 množství CH ₄	55 (min. 40) % objemu
množství CO ₂	33 (max. 55) % objemu
teplota na vstupu	
v létě	25 až 35 °C
v zimě	15 °C

- 40 Komponenty zařízení odvodňovací sekce 20:

Separací kolona 21 odvlhčení s náplní CaCl₂ a výměnným jemným mechanickým filtrem 23 o propustnosti 0,01 μ.

výkon	40 až 50 m ³ /hod
provozní tlak	0,1 bar (0,01 MPa)
45 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 až 50 m ³ /hod
vstupní tlak	0,1 bar (0,01 MPa)
výstupní tlak	8 bar (max. jištění) (0,8 MPa)

- 5 Separační kolona 21 odvlhčení s náplní CaCl₂ a výměnným mechanickým filtrem o propustnosti 0,01 μ, zařazená jako další, ještě za šroubovým kompresorem 22.

výkon	40 až 50 m ³ /hod
provozní tlak	8 bar (0,8 MPa)
náplň	100 kg CaCl ₂ , výměna náplně po 4 měsících provozu

- 10 Výstupní parametry bioplynu:

tlak	8 bar (0,8 MPa)
H ₂ S	max. 2 až 3 mg/m ³ bioplynu
vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
množství CH ₄	55 (min. 40) % objemu
15 množství CO ₂	33 (max. 55) % objemu
teplota	
v létě	35 až 45 °C
v zimě	25 °C

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

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

Vstupní parametry bioplynu:

tlak	8 bar (0,8 MPa)
H ₂ S	max. 2 až 3 mg/m ³ bioplynu
Vlhkost (H ₂ O)	max. 34 mg/m ³ bioplynu
25 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 až 45 °C
30 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 až 50 m ³ /hod
35 vstupní tlak	8 bar (0,8 MPa)
tlak - 1. stupeň	20 bar (2 MPa), 40 až 50 m ³ /hod
tlak - 2. stupeň	30 bar (3 MPa), 29 m ³ /hod
tlak - 3. stupeň	104 bar (10,4 MPa), 29 m ³ /hod
výstupní tlak	250 bar (25 MPa), 27 až 29 m ³ /hod

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

výkon	40 až 50 m ³ /hod
provozní tlak	20 bar (2 MPa)
počet	1 ks

Uhlíkový filtr 33, osazený za 1. stupněm tlakování

45 výkon	40 až 50 m ³ /hod
provozní tlak	20 bar (2 MPa)

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

výkon 40 až 50 m³/hod
 provozní tlak 20 bar (2 MPa)
 počet 2 ks, od prvního separátoru 34 odbočení v podstatě surového
 bioplynu též směrem ke kogenerační jednotce se spalovacím motorem

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

výkon 29 m³/hod
 provozní tlak za 1. stupněm 30 bar (3 MPa)
 za 2. stupněm 104 bar (10,4 MPa)
 počet 2 ks

Výstupní parametry bioplynu:

tlak 250 bar (25 MPa)
 H₂S max. 2 až 3 mg/m³ bioplynu
 vlhkost (H₂O) max. 34 mg/m³ bioplynu
 množství CH₄ min. 95 % objemu
 množství CO₂ 2,15 % objemu
 množství N₂ (NH₃) 0,05 (max. 0,1) % objemu
 teplota
 v létě 35 až 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 (25 MPa)
 H₂S max. 2 až 3 mg/m³ bioplynu
 vlhkost (H₂O) max. 34 mg/m³ bioplynu
 množství CH₄ min. 95 % objemu
 množství CO₂ 2,15 % objemu
 množství N₂ (NH₃) 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 m³/hod
 vstupní tlak 250 bar (25 MPa)
 výstupní tlak 243 bar (24,3 MPa)
 provozní teplota 5 až 10 °C
 počet 1 ks

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

výkon 27 až 29 m³/hod
 vstupní tlak 243 bar (24,3 MPa)
 výstupní tlak 235 bar (23,5 MPa)
 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 (25 MPa)
	teplota bioplynu	
	vstupní	max. 45 °C
5	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 až 8 bar (0,6 až 0,8 MPa)
trubní rozvody stlačeného vzduchu s příslušenstvím

- 10 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 (23,5 MPa)
15	H ₂ S	max. 2 až 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
20	teplota	5 až 10 °C

- Skladovací a distribuční zařízení 50 upraveného bioplynu

- VTL zásobník plynu
8 bloků á 10 lahví, z toho:

	1 blok	
25	kapacita	920 l
	provozní tlak	235 bar (23,5 MPa)
	počet	1 ks

	7 bloků	
	kapacita	6440 l
30	provozní tlak	200 bar (20 MPa)
	počet	1 ks

- Regulační stanice

	kapacita	max. 50 m ³ /hod
	vstupní tlak	200 bar (20 MPa)
35	výstupní tlak	0,4 bar (0,04 MPa)
	počet	1 ks

- Plnění upraveného bioplynu do motorových vozidel

Výdejní stojan

mechanický plnicí set s koncovkou NGV-1

40	typ	SEKO
	provozní tlak	200 bar (20 MPa)
	počet	1 ks

Popis detailů a funkce zařízení podle technického řešení

- 45 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 H₂S při výstupu ze zařízení nepřesáhne 2 až 3 mg/m³. Výměna odsiřovací hmoty se provede v okamžiku zvýšení zbytkové koncentrace H₂S na 7 mg/m³. Toto u tohoto zařízení, s ohledem na vstupní koncentraci H₂S měnící se v průběhu času, lze předpokládat po 3 až 5 letech provozu.

Nádoba adsorbéru 1 má objem 6 m³ je pravoúhlá s horizontálním průřezem cca 4 m² a výškou 1,5 m. Výška vrstvy odsiřovací hmoty v adsorbéru 1 je cca 1 m. Potřebný objem odsiřovací hmoty je 4 m³. 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 m³ 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 mg H₂S/m³, 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 přidavným příívodem 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 H₂S 1500 mg/m³ bioplynu:

- při výšce náplně 1 m 116 m³/hod
- při výšce náplně 1,5 m 173 m³/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 × 2300 mm.

Odstraňování vlhkosti je řešeno v rámci průchodu odsiřovaného bioplynu adsorpční hmotou ve dvou separačních kolonách doplněných mechanickými filtry 32 o propustnosti 0,01 μ. V první pod tlakem 0,1 bar (0,01 MPa), ve druhé 8 bar (0,8 MPa). 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 (0,8 MPa).

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

- 1. stupeň - 20 bar (2 MPa)
- 2. stupeň - 30 bar (3 MPa)
- 3. stupeň - 104 bar (10,4 MPa)

- 4. stupeň - 250 bar (25 MPa)

V rámci tohoto tlakování dochází současně ke zvyšování objemu CH_4 .

Kompresor 31 je na 1. stupni tlakování doplněn o dva mechanické filtry 32 o propustnosti $0,01 \mu$, o uhlíkový filtr 33 a o dva membránové separátory 34 pro oddělování N_2 a CO_2 . Z bioplynu se po průchodu oběma filtry v prvním separátoru oddělí 17 až 25 % jeho objemu, a to převážně CO_2 . 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 CO_2 . Tento objem je vrácen zpět do procesu úpravy bioplynu do fáze odvlhčování. Zbylých 65 až 73 % objemu bioplynu odchází do druhého stupně tlakování.

Za 2. a 3. stupně tlakování je pístový kompresor 31 opatřen separátorem 35 CO_2 s výměnným mechanickým filtrem, zde celkem 2 ks. Fáze odstraňování CO_2 a N_2 (NH_3) je ukončena dvěma separátory závěrečného dočištění. Závěrečné odstraňování vlhkosti zajišťuje separátor 41 s náplní krystalického CaCl_2 , zde 1 ks, a dočištění CO_2 a N_2 (NH_3) 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 CO_2 , v rámci následného závěrečného dočištění je z bioplynu odstraněno zbytkové množství CO_2 , N_2 (NH_3) a H_2O v rozsahu 1 % původního objemu bioplynu, tedy zde 45 m^3 . Objem upraveného bioplynu představuje 60 % původního objemu 27 m^3 .

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 až 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 až 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 CO_2 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 až 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 ($0,6$ až $0,8 \text{ MPa}$).

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 oddělené od měřeného média, upustit.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle předkládaného technického řešení 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.

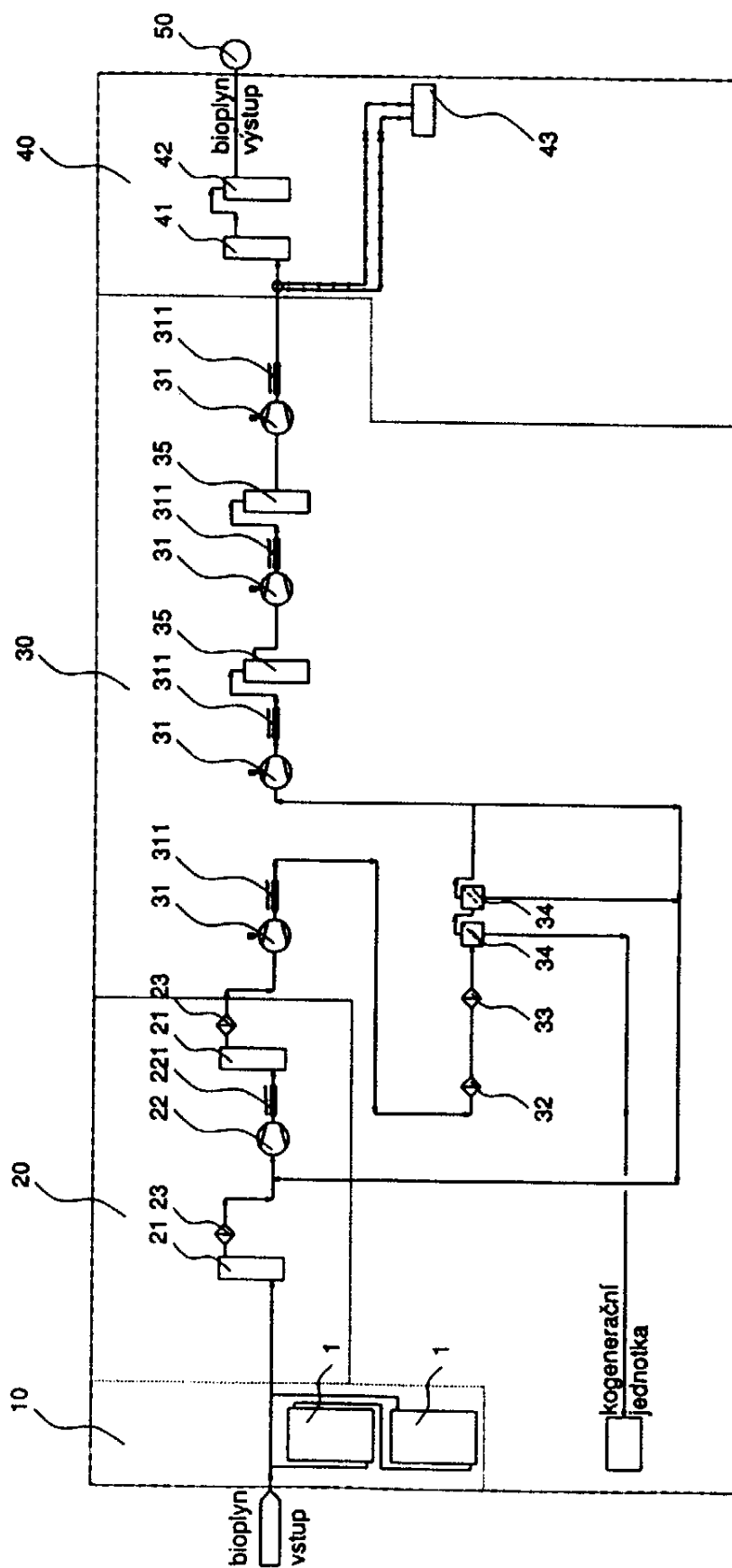
N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu, **v y z n a ě 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
5 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 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
10 výstupními tlaky od 5 do 148 bar (0,5 do 14,8 MPa), upravený pro dosažení podílu CH_4 alespoň 95 % objemových a pro dosažení nejvýše 2 % objemových CO_2 a $0 \text{ mg N}_2 (\text{NH}_3)/\text{kg}$.
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě 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
15 zemního plynu.
3. Zařízení podle některého z nároků 1 až 2, **v y z n a ě 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
20 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 ě n é t í m**, že odlučovač (35) 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 ě 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).
25
6. Zařízení podle některého z nároků 1 až 5, **v y z n a ě 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 $\text{N}_2 (\text{NH}_3)$ s náplní zeolitu.
30
7. Zařízení podle některého z nároků 1 až 6, **v y z n a ě n é t í m**, že vstupní jednotka (10) s povahou odsiřovací sekce je vytvořena jako chemická odlučovací kolona s alespoň jedním absorbérem (1) s náplní, jejíž reakční složkou je hydratovaný oxid železitý, a je upravena pro průchod bioplynu a opatřena přídatným přívodem (11) vzduchu pro regeneraci náplně a odkalovacím vývodem (12) pro kondenzát.
35
8. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, **v y z n a ě 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
40 tlakem 5 až 10 barů.

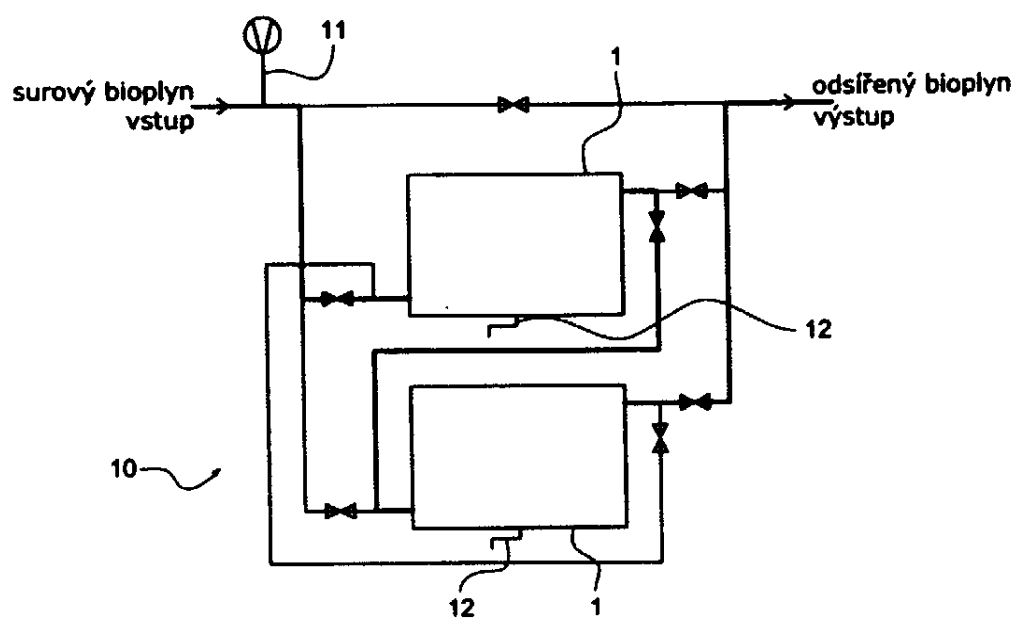
9. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, **v y z n a č e n é t í m**, že odvodňovací sekce (20) je vytvořena jako odvlhčovací kolona, obsahující za sebou zapojenou alespoň jednu komoru pro ohřev zpracovávaného bioplynu, a alespoň jednu komoru chlazení, opatřenou chladicím okruhem a odkalovacím vývodem pro odvod kondenzátu.

5

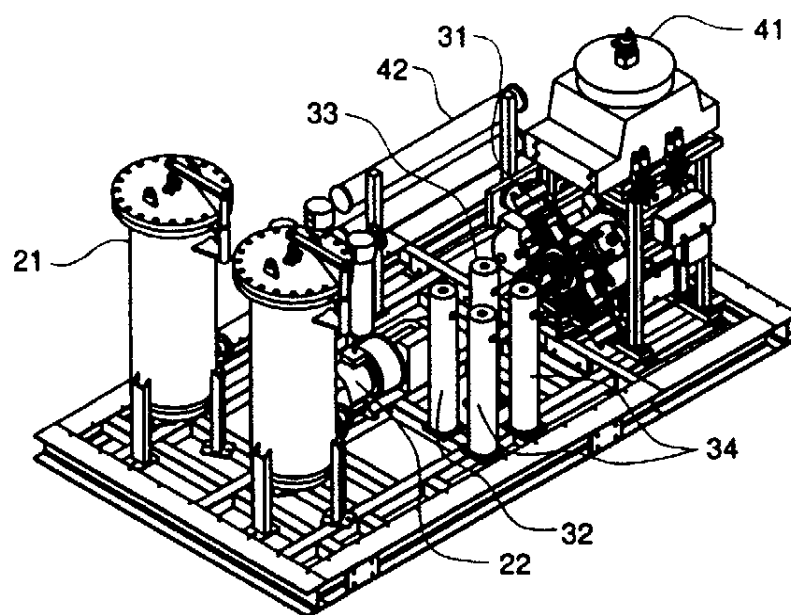
3 výkresy



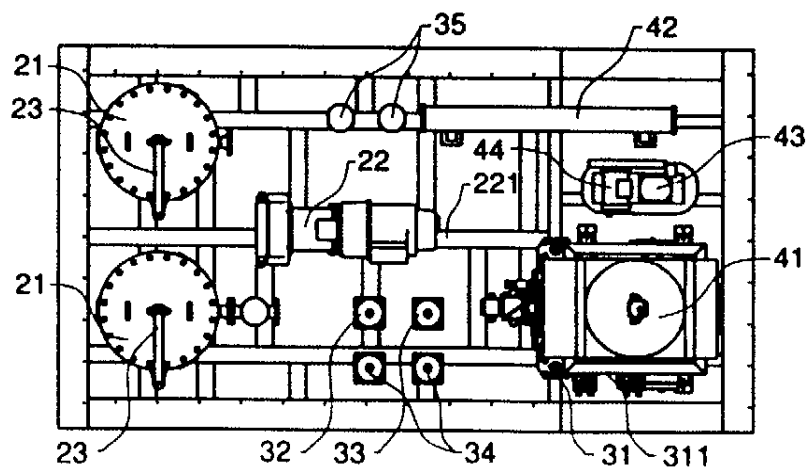
obr. 1



obr. 2



obr. 3



obr. 4

Konec dokumentu