



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197 959

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 14 07 78
(21) PV 4713-78

(51) Int. Cl.³ C 10 K 1/04

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)

Autor vynálezu VINŠ LUDĚK ing.CSc., HRADEC KRÁLOVĚ
VINŠ MARTIN ing., HRADEC KRÁLOVĚ

(54) Způsob dělení plynu a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu dělení plynu o obsahu metanu 5 až 20 mol. % s práním plynu kapalným dusíkem za účelem výroby dusíkovodíkové směsi pro syntézu čpavku a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Ve známých zařízeních se při dělení postupuje tak, že se výchozí plyn, který obsahuje vodík, metan, dusík, kysličník uhelnatý, etan, propan a argon, ochlazuje dusíkovodíkovou směsí a metanovou frakcí. Ochlazením vzniklý kondenzát je metanová frakce, která se ohřívá proti výchozímu plynu. Výchozí plyn se dále ochlazuje v sytiči, v němž se odpařuje kapalný dusík do proudu dusíkovodíkové směsi po výstupu z promývací kolony, na teplotu 83 K. Kondenzát ze sytiče a kapalina ze spodku promývací kolony vytváří frakci kysličníku uhelnatého. Dusík potřebný pro prání výchozího plynu kapalným dusíkem a pro přidávání do vodíku se ochlazuje frakcí kysličníku uhelnatého a dusíkovodíkovou směsí. Pro zajištění bilance chladu se odpadní plyn odpařuje za tlaku a expanduje v expanzním stroji. Nevýhodou těchto známých zařízení je malý výtěžek metanu v metanové frakci, málo efektivní využití chladu frakcí a složité zařízení. Dále je známo zařízení, ve kterém se výchozí plyn ochlazuje směsí metanové frakce a odpadního plynu z promývací kolony a dusíkovodíkovou směsí, do níž se přivádí kapalný přídavný dusík, zatímco dusík se ochlazuje odpadním plynem před expanzí v expanzní turbíně a dusíkovodíkovou směsí bez přídavného dusíku. Toto zařízení je sice poměrně jednoduché, nevyrábí však samostatnou metanovou frakci.

197 859

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob dělení plynu o obsahu metanu 5 až 20 mol. % s práním plynu kapalným dusíkem podle vynálezu, který se vyznačuje tím, že se výchozí plyn ochlazuje dusíkovodíkovou směsí a metanovou frakcí na teplotu 90 až 100 K a po odloučení prvního kondenzátu se dále ochlazuje na teplotu 80 až 84 K, načež po odloučení druhého kondenzátu se plyn v protiproudu promývá kapalným dusíkem, čímž vzniká jednak čistá dusíkovodíková směs, jednak kapalná frakce kysličníku uhelnatého, načež se dusíkovodíková směs nasycuje dusíkem v protiproudu s kapalným dusíkem a ochlazuje tak výchozí plyn a dále se dusíkovodíková směs dělí na dvě části, z nichž jedna část ochlazuje výchozí plyn a druhá po přidání kapalného dusíku ochlazuje dusík, zatímco frakce kysličníku uhelnatého po seškrncení ochlazuje dusík, který je navíc ochlazován kapalným dusíkem z dělení vzduchu, čímž dusík zkapalní, a kapalný dusík je po odvedení jedné části do dusíkovodíkové směsi ochlazující dusík a před zavedením druhé části do protiproudu k dusíkovodíkové směsi dále ochlazován seškrnceným druhým kondenzátem, který se dále mísí se seškrnceným prvním kondenzátem, čímž se vytváří metanová frakce.

K provádění navrženého způsobu dělení plynové směsi bylo navrženo nové zařízení. Podstata zařízení sestávajícího z promývací kolony, sytiče a výměníků tepla je v tom, že spodní část sytiče je spojena potrubím druhého kondenzátu se škrticím ventilem za sběračem s výměníkem tepla pro dochlazení dusíku opatřeným obchvatem se škrticím ventilem, přičemž výměník tepla pro dochlazování dusíku je spojen potrubím s výměníkem tepla pro ochlazování výchozího plynu, do něhož je napojeno potrubí prvního kondenzátu z výměníku tepla pro ochlazování výchozího plynu přes sběrač se škrticím ventilem, a dále, že výměník tepla pro ochlazování dusíku je opatřen prostorem pro kapalný dusík z dělení vzduchu a že z výstupního potrubí dusíku z výměníku tepla pro ochlazování dusíku je odbočka s potrubím přídavného dusíku a škrticím ventilem spojená s potrubím dusíkovodíkové směsi na straně dusíku.

Na přiloženém výkrese je schematicky znázorněn příklad způsobu a provedení zařízení, na kterém je znázorněn výměník 1 tepla pro ochlazování výchozího plynu, sytič 2, promývací kolona 3, výměník 4 tepla pro podchlazení dusíku, výměník 5 tepla pro ochlazování dusíku, sběrač 6 prvního kondenzátu, sběrač 7 druhého kondenzátu a zařízení 8 na prání výchozího plynu metanolem. Dále jsou na výkrese znázorněna potrubí jednotlivých médií. Jedná se o potrubí 9 výchozího plynu, potrubí 10 dusíkovodíkové směsi na straně výchozího plynu, potrubí 11 tlakového dusíku, potrubí 12 dusíkovodíkové směsi ze zařízení 8 na prání výchozího plynu metanolem, potrubí 13 prvního kondenzátu, potrubí 14 druhého kondenzátu, potrubí 15 metanové frakce, potrubí 16 dusíkovodíkové směsi na straně dusíku, potrubí 17 dusíkovodíkové směsi $3H_2 + N_2$, potrubí 18 frakce kysličníku uhelnatého, potrubí 19 kapalného dusíku z dělení vzduchu a potrubí 20 nízkotlakého dusíku. Zařízení je dále opatřeno hladinoměrem 21 ve sběrači 6 prvního kondenzátu, škrticím ventilem 22 v potrubí 13 prvního kondenzátu, hladinoměrem 23 ve sběrači 7 druhého kondenzátu, škrticím ventilem 24 v potrubí 14 druhého kondenzátu, škrticím ventilem 25 přídavného dusíku, průtokoměrem 26 přídavného dusíku, analyzátozem 27 vodíku v potrubí 17 dusíkovodíkové směsi,

škrticí klapkou 28 dusíkovodíkové směsi na straně dusíku, průtokoměrem 29 dusíkovodíkové směsi na straně dusíku, teploměrem 30 výchozího plynu před vstupem do sytiče 2, škrticím ventilem 31 tlakového kapalného dusíku, průtokoměrem 32 tlakového kapalného dusíku, analyzátozem 33 kysličníku uhelnatého v promývací koloně 3, škrticím ventilem 34 frakce kysličníku uhelnatého, hladinoměrem 35 ve spodku promývací kolony 3, škrticím ventilem 36 kapalného dusíku z dělení vzduchu, diferenciálním manometrem 37 nízkotlakého dusíku, průtokoměrem 38 druhého kondenzátu, škrticím ventilem 39 pro přepouštění druhého kondenzátu a teploměrem 40 tlakového kapalného dusíku. Propojovací potrubí doplňuje potrubí 41 přídavného dusíku, potrubí 42 tlakového dusíku před vstupem do sytiče 2 a obchvat 43 výměníku 4 tepla. Způsob a provedení zařízení je dále vysvětlen na dělení výchozího plynu o teplotě 233 K, tlaku 2,5 MPa a složení 80,36 mol. % H_2 , 9,59 mol. % CH_4 , 5,74 mol. % CO , 3,96 mol. % $N_2 + Ar$, 0,31 mol. % C_2H_6 a 0,04 mol. % C_3H_8 . Výchozí plyn vstupuje potrubím 9 do výměníku 1 tepla, kde se ochladí dusíkovodíkovou směsí a metanovou frakcí na teplotu 95 K. Při této teplotě se odloučí první kondenzát o složení 70,1 mol. % CH_4 , 17,1 mol. % CO , 7,5 mol. % N_2 , 2,5 mol. % H_2 , 2,5 mol. % C_2H_6 a 0,3 mol. % C_3H_8 , který se shromažďuje po odvedení potrubím 13 ve sběrači 6. Výchozí plyn dále proudí do sytiče 2, kde se ochladí dusíkovodíkovou směsí, do níž se odpařuje dusík, na teplotu 81 K. Druhý kondenzát o složení 42,6 mol. % CO , 29,2 mol. % CH_4 , 22,4 mol. % N_2 a 5,8 mol. % H_2 se odvádí ze spodku sytiče 2 potrubím 14 do sběrače 7. Zbylý plyn prochází promývací kolonou 3, kde se promývá kapalným dusíkem. Na spodku promývací kolony 3 se shromažďuje kapalná frakce kysličníku uhelnatého obsahující zbylý kysličník uhelnatý, argon a metan z výchozího plynu, dále dusík a pohlcený vodík. Druhý kondenzát se za sběračem 7 rozděluje tak, že část se škrť ventilem 24 v závislosti na nastaveném průtoku na průtokoměru 38 a na teplotě tlakového dusíku měřené teploměrem 40 před vstupem do sytiče 2, a ve výměníku 4 tepla dochlazuje tlakový dusík na teplotu 102 K, zatímco zbývající část se škrť škrticím ventilem 39 v závislosti na hladinoměru 23. Oba proudy se spojují za výměníkem 4 tepla. První kondenzát ze sběrače 6 se škrť škrticím ventilem 22 v závislosti na hladinoměru 21, před výměníkem 1 tepla se spojuje s druhým kondenzátem a vytváří tak metanovou frakci, která po odpaření a ohřátí ve výměníku 1 tepla odchází o teplotě 230 K potrubím 15 ven ze zařízení.

Tlakový dusík o tlaku 4 MPa a teplotě 313 K, vstupující potrubím 11, se ochlazuje a kondenzuje ve výměníku tepla 5 až na teplotu 110 K. Takto ochlazený tlakový dusík se dělí na dva proudy. Hlavní část dusíku se ochlazuje ve výměníku 4 tepla na teplotu 102 K, škrť škrticím ventilem 31 a přichází na vrch sytiče 2, kde stéká v protiproudu k dusíkovodíkové směsí do promývací kolony 3, přičemž se částečně odpařuje a dále se ochlazuje. Množství tohoto dusíku se řídí podle průtokoměru 32 přestavovaném analyzátozem kysličníku uhelnatého 33, do něhož stále proudí malá část plynu ze čtyřicátého patra promývací kolony 3. Menší část dusíku /přídavný/ se škrť škrticím ventilem 25 a proudí potrubím 41 do dusíkovodíkové směsi na vstupu do výměníku 5 tepla. Množství přídavného dusíku se řídí podle analyzátoru 27 umístěného v potrubí 17 dusíkovodíkové směsi $3H_2 + N_2$. Analyzátor 27 působí na zadanou hodnotu průtokoměru 26 přídavného dusíku tak, aby výsledná dusíkovodíková směs měla složení $3H_2 + N_2$. Dusíkovodíková směs vystupující o teplotě

187 958

87 K ze sytiče 2 obsahuje asi 19,8 mol.% dusíku. Větší část směsi tohoto složení se ohřívá ve výměníku 1 na teplotu 230 K a dále se ohřívá v zařízení 8 na prání výchozího plynu metanolem. Zbylá část dusíkovodíkové směsi spolu s kapalným přídavným dusíkem se ohřívá ve výměníku 5 tepla na teplotu 305 K. Tato část dusíkovodíkové směsi obsahuje asi 39,3 mol.% dusíku. Rozdělení dusíkovodíkové směsi řídí škrtkací klapka 28, jejíž průtok na průtokoměru 29 je přestavován v závislosti na teploměru 30 výchozího plynu na vstupu do sytiče 2. Dusíkovodíková směs ze zařízení 8 na prání výchozího plynu metanolem proudící potrubím 12 se spojuje s druhou částí dusíkovodíkové směsi proudící potrubím 16 a potrubím 17 odchází ven ze zařízení.

Frakce kysličníku uhelnatého ze spodku prací kolony 3 se škrtká škrtkacím ventilem 34 na tlak 0,15 až 0,3 MPa v závislosti na hladinoměru 35. Po odpaření a ohřátí ve výměníku 5 tepla, vystupuje o teplotě 305 K potrubím 18.

Kapalný dusík přicházející o teplotě 90 K a tlaku 0,4 MPa z dělení vzduchu potrubím 19 se škrtká škrtkacím ventilem 36 v závislosti na diferenciálním manometru 37 indikujícím výšku hladiny kapaliny ve výměníku 5 tepla, na tlak 0,15 až 0,3 MPa. Po odpaření a ohřátí ve zvláštním prostoru výměníku 5 tepla vystupuje nízkotlaký dusík potrubím 20 o teplotě 305 K.

Způsob dělení plynu a zařízení k provádění tohoto způsobu lze s výhodou využít při výrobě čpavku z uhlí při zplyňování uhlí v tlakových generátorech.

P Ř E D M Ě T V Y N Ā L E Z U

1. Způsob dělení plynu o obsahu metanu 5 až 20 mol.% s praním plynu kapalným dusíkem, vyznačený tím, že se výchozí plyn ochlazuje dusíkovodíkovou směsí a metanovou frakcí na teplotu 90 až 100 K a po odloučení prvního kondenzátu se dále ochlazuje na teplotu 80 až 84 K, načež po odloučení druhého kondenzátu se plyn v protiproudu promývá kapalným dusíkem za vzniku čisté dusíkovodíkové směsi a kapalně frakce kysličníku uhelnatého, načež se dusíkovodíková směs nasycuje dusíkem v protiproudu s kapalným dusíkem a ochlazuje tak výchozí plyn a dále se dusíkovodíková směs dělí na dvě části, z nichž jedna část ochlazuje výchozí plyn a druhá po přidání kapalného dusíku ochlazuje dusík, zatímco frakce kysličníku uhelnatého po seškracení ochlazuje dusík, který je navíc ochlazován kapalným dusíkem z dělení vzduchu, čímž dusík zkapalní, a kapalný dusík je po odvedení jedné části do dusíkovodíkové směsi ochlazující dusík a před zavedením druhé části do protiproudu k dusíkovodíkové směsi dále ochlazován seškraceným druhým kondenzátem, který se dále mísí se seškraceným prvním kondenzátem za vzniku metanové frakce.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, sestávající z promývací kolony, sytiče a výměníků tepla, vyznačené tím, že spodní část sytiče /2/ je spojena potrubím /14/ druhého kondenzátu se škrtkacím ventilem /24/ za sběračem /7/ s výměníkem /4/ tepla pro dochlazení dusíku opatřeným obchvatem /43/ se škrtkacím ventilem /39/, přičemž výměník /4/ tepla pro dochlazení dusíku je spojen potrubím s výměníkem /1/ tepla pro

ochlazování výchozího plynu, do něhož je napojeno potrubí /13/ prvního kondenzátu z výměníku /1/ tepla pro ochlazování výchozího plynu přes sběrač /6/ se škrticím ventilem /22/ a výměník /5/ tepla pro ochlazování dusíku je opatřen prostorem pro kapalný dusík z dělení vzduchu a u výstupního potrubí dusíku z výměníku /5/ tepla pro ochlazování dusíku je odbočka s potrubím /41/ přídavného dusíku a se škrticím ventilem /25/, spojená s potrubím /16/ dusíkovodíkové směsi na straně dusíku.

1 výkres

