

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

219961  
(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 01 D 53/26



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

[22] Přihlášeno 27 04 81  
[21] (PV 3130-81)

[40] Zveřejněno 27 08 82

[45] Vydáno 15 10 85

[75]

Autor vynálezu

JIRSA JAN ing., BOROVIČKA JOSEF ing., TEPLICE

## (54) Způsob odstraňování vlhkosti z plynu a zařízení k provádění tohoto způsobu

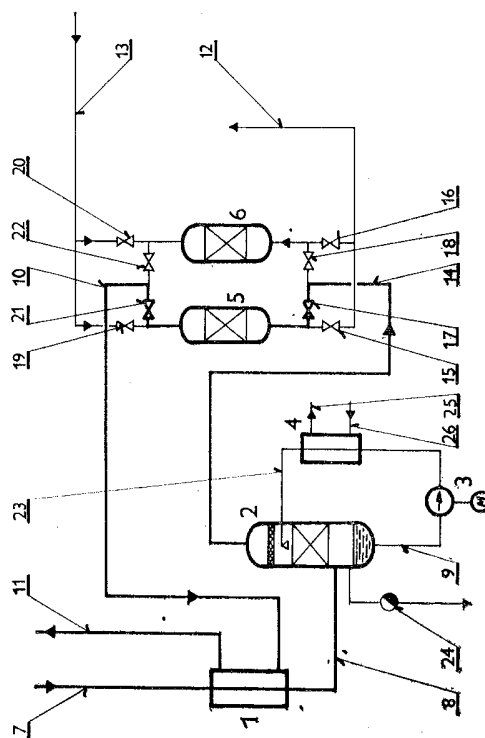
1

Podstatou způsobu odstraňování vlhkosti z plynu podle vynálezu, při kterém se plyn chladí před adsorpcí vnějším zdrojem chladu je to, že vlhký plyn se před ochlazením vnějším zdrojem chladu předchlazuje již vysušeným plynem.

Podstatou zařízení k provádění tohoto způsobu, které sestává z chladiče plynu vnějším zdrojem chladu, adsorpčních sušičů, propojovacího potrubí a předchlazujícího výměníku je to, že předchlazující výměník je zařazen ve vstupním potrubí vlhkého plynu před chladičem plynu vnějším zdrojem chladu a výstup vysušeného plynu z adsorpčních sušičů je připojen přes předchlazující výměník na výstupní potrubí vysušeného plynu.

Způsob odstraňování vlhkosti z plynu podle vynálezu najde uplatnění též tam, kde se požaduje sušit část plynu na rosný bod 2 až 5 °C a část plynu na rosný bod minus 20 až minus 60 °C.

2



Vynález se týká způsobu odstraňování vlhkosti z plynu ochlazením vnějším zdrojem chladu s následující adsorpcí a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Doposud známý způsob odstraňování vlhkosti z plynu pod rosný bod  $-40^{\circ}\text{C}$  je adsorpce vodní páry na vhodném adsorbentu. Před adsorpcí se vlhký plyn nejdříve chladí chladicí vodou. Nejčastěji dosahovaná teplota, za kterou lze plyn ekonomicky ochladit cirkulační chladicí vodou, ochlazovanou atmosférickým vzduchem, je  $30$  až  $40^{\circ}\text{C}$ . Při této teplotě a při nižších tlacích sušeného plynu je velká měrná vlhkost plynu a současně malá adsorpční kapacita silikagelu, který se nejčastěji používá jako adsorbent. Pro odstraňování vlhkosti z plynu je proto zapotřebí velké množství adsorbentu. Ve fázi regenerace adsorbentu je pro desorpci zachycené vlhkosti zapotřebí velké množství tepelné energie a regeneračního plynu. Adsorpční sušicí zařízení je proto investičně a hlavně energeticky velmi nákladné.

Tyto nevýhody jsou odstraněny způsobem odstraňování vlhkosti z plynu podle vynálezu, při kterém se plyn ochlazuje vnějším zdrojem chladu a potom se adsorpčně suší, jehož podstatou je, že vlhký plyn se před ochlazením vnějším zdrojem chladu nejdříve předchladí již adsorpčně vysušeným plynem.

Nevýhody stávajících zařízení odstraňuje zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, které sestává z chladiče plynu vnějším zdrojem chladu, adsorpčních sušičů, propojovacího potrubí a z předchlazujícího výměníku, jehož podstatou je, že předchlazující výměník je zařazen ve vstupním potrubí vlhkého plynu před chladičem plynu vnějším zdrojem chladu a výstup vysušeného plynu z adsorpčních sušičů je připojen přes předchlazující výměník na výstupní potrubí vysušeného plynu.

Ochlazením vlhkého plynu před adsorpčním sušením na teplotu blízkou  $0^{\circ}\text{C}$  vykondukuje z plynu převážná část vodní páry a sníží se tak měrná vlhkost sušeného plynu. Dochází k podstatnému snížení množství adsorbentu a ke snížení požadavku energie na regeneraci adsorbentu. Porovnáme-li adsorpční sušení množství vzduchu  $6465\text{ kg/h}$  se  $100\%$  relativní vlhkostí za tlaku  $0,7\text{ MPa}$  při teplotě  $10^{\circ}\text{C}$  a při teplotě plynu  $40^{\circ}\text{C}$  pro dobu adsorpce  $8$  hodin je zapotřebí  $2140\text{ kg}$  silikagelu a pro desorpci adsorbované vody potřebujeme  $320\text{ kWh}$ , kdežto ochladíme-li plyn na  $10^{\circ}\text{C}$ , je zapotřebí pouze  $330\text{ kg}$  silikagelu a pro desorpci vody spotřebujeme tepelnou energii  $50\text{ kWh}$ . Při teplotě plynu  $10^{\circ}\text{C}$  je množství regeneračního plynu přibližně  $6$ krát menší než při teplotě sušeného plynu  $40^{\circ}\text{C}$ . Tím, že se vlhký plyn před ochlazením na teplotu blízkou  $0^{\circ}\text{C}$  předchladí studeným adsorpčně vysušeným plynem, snižuje se požadavek na výkon vnějšího zdroje chladu. Dojde tak

k dalšímu snížení provozních i investičních nákladů na sušení plynu.

Způsob odstraňování vlhkosti z plynu podle vynálezu spolu se zařízením k realizaci tohoto způsobu je příkladně zobrazen na přiloženém obrázku. Je zde zjednodušeně zobrazeno technologické schéma zařízení pro sušení vzduchu. Vzduch se před adsorpčním sušením chladí přímým stykem se studenou vodou, která obíhá v uzavřeném okruhu.

Vlhký vzduch o tlaku  $0,6\text{ MPa}$ , teplotě  $45^{\circ}\text{C}$  a s relativní vlhkostí  $100\%$  je zaveden vstupním potrubím **7** do trubkového prostoru předchlazujícího výměníku **1**, kde se předchlazuje již adsorpčně vysušeným vzduchem, který proudí v mezitrubkovém prostoru. Vlhký vzduch se zde v protiproudu předchladí na  $27^{\circ}\text{C}$  a ze vzduchu vykondukuje i odpovídající množství vodních par. Tlakový vzduch spolu s vykonduzovanou vlhkostí se spojovacím potrubím **8** vlhkého plynu zavádí do spodní části chladiče **2** plynu, kde se odloučí vykonduzovaná vlhkost. Do horní části chladiče **2** plynu je vstupem **23** ochlazené vody nastříkována studená voda o teplotě  $1^{\circ}\text{C}$ , která stéká po vestavbě nebo náplni chladiče **2** plynu a v protiproudu v přímém kontaktu ochlazuje tlakový vzduch, přičemž dochází ke kondenzaci vodních par, které tlakový vzduch obsahuje. Oteplená voda o teplotě  $11^{\circ}\text{C}$  spolu s kondenzátem vodních par se shromažďuje v patě chladiče **2** plynu. Přebytný kondenzát se odpouští ze spodní části chladiče **2** plynu pomocí odváděče **24** kondenzátu. Oběh vody v uzavřeném okruhu: chladič **2** plynu, chladič **4** vody zajišťuje oběhové čerpadlo **3**. Výstup **9** oteplené vody z chladiče **2** plynu je spojen se sáním oběhového čerpadla **3** a výtlak oběhového čerpadla **3** je spojen se vstupem **23** ochlazené vody do chladiče **2** plynu přes trubkový prostor chladiče **4** vody. Cirkulační voda proudí v trubkovém prostoru a ochlazuje se na teplotu  $1^{\circ}\text{C}$  vypařujícím se chladivem. Kapalně chladivo se přivádí do mezitrubkového prostoru chladiče **4** vody potrubím **26** kapalného chladiva. V mezitrubkovém prostoru se kapalně chladivo odpařuje při teplotě  $-2^{\circ}\text{C}$  na úkor ochlazení cirkulační vody. Odpařené chladivo nasává sacím potrubím **25** chladivový kompresor. Ochladený tlakový vzduch o teplotě  $3^{\circ}\text{C}$  po odloučení vodních kapek ve vestavěné odlučovací vrstvě typu demister v hlavě chladiče **2** plynu, se vede potrubím na vstup **14** sušeného vzduchu do jednoho z adsorpčních sušičů **5** nebo **6**. Vstup **14** sušeného vzduchu do adsorpčních sušičů **5** nebo **6** je připojen přes armatury **17** nebo **18**.

V adsorpčních sušičích se tlakový vzduch vysuší na rosný bod  $-50^{\circ}\text{C}$  a jeho teplota stoupne vlivem adsorpčního tepla ze  $3^{\circ}\text{C}$  na  $5^{\circ}\text{C}$ . Z adsorpčních sušičů **5** nebo **6** se potom suchý tlakový vzduch vede do před-

chlazujícího výměníku 1, kde je ohříván vlhkým vzduchem na teplotu 37 °C. Z předchlazujícího výměníku se výstupním potrubím 11 suchý vzduch vede ke spotřebě. V době, kdy v jednom adsorpčním sušiči 5 nebo 6 probíhá adsorpce vodních par, druhý adsorpční sušič 5 nebo 6 se regeneruje. Regenerace adsorpční náplně, nejčastěji silikagelu, se provádí vzduchem o teplotě 150 °C. Regeneračním potrubím 13 se přivádí horký vzduch, který ohřívá náplň regenerovaného adsorpčního sušiče, přičemž se

současně nasycuje desorbovanou vodní párou a výstupním regeneračním potrubím 12 vystupuje do atmosféry. Po vyhřátí adsorpčního lože na teplotu 120 °C následuje chlazení lože studeným regeneračním vzduchem na teplotu 5 °C.

Způsob odstraňování vlhkosti z plynu podle vynálezu a zařízení k provádění tohoto způsobu lze s výhodou použít i tam, kde se rosný bod +2 °C a část plynu na rosný bod -20 °C až -60 °C. V tomto případě se výrazně projeví snížení nákladů na sušení.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob odstraňování vlhkosti z plynu, při kterém se plyn ochlazuje vnějším zdrojem chladu a potom se adsorpčně suší, vyznačený tím, že vlhký plyn se před ochlazením vnějším zdrojem chladu nejdříve předchladí již adsorpčně vysušeným plynem.

2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, které sestává z chladiče plynu vnějším zdrojem chladu, adsorpčních sušičů,

propojovacího potrubí a z předchlazujícího výměníku, vyznačené tím, že předchlazující výměník (1) je zařazen ve vstupním potrubí (7) vlhkého plynu před chladičem (2) plynu vnějším zdrojem chladu a výstup (10) vysušeného plynu z adsorpčních sušičů (5, 6) je připojen přes předchlazující výměník (1) na výstupní potrubí (11) vysušeného plynu.

1 list výkresů

