



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 197 102

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 05 04 78
(21) PV 2207-78

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³ F 25 J 3/04

(40) Zveřejněno 31 01 79

(45) Vydáno 30 04 82

(75)

Autor vynálezu SÝKORA JIŘÍ ing. CSc., DĚČÍN
CHYZ VÁCLAV ing. CSc., ÚSTÍ NAD LABEM
JIRSA JAN ing., TEPLICE

(54) Způsob zkapalňování a dělení vzduchu, zejména pro velký podíl kapalných produktů a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu zkapalňování a dělení vzduchu pro velký podíl kapalných produktů dělení a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Podle dosavadních známých způsobů zkapalňování a dělení vzduchu pro velký podíl kapalných produktů dělení se používá většinou komprese vzduchu na vysoký tlak, okolo 20 MPa, načež následuje adsorpční odstraňování vodní páry a kyslíčnicku uhličitého. Hlavním zdrojem chladu je pak expanze komprimovaného vzduchu z tlaku 20 MPa na tlak 0,6 MPa, přičemž tato expanze se uskutečňuje za konání vnější práce, buď v pístovém expansním stroji nebo v expansní turbíně. Při použití odstředivých kompresorů pro stlačování vzduchu musí být vzduch stlačen na tlak okolo 3 MPa a hlavní výroba chladu pro získávání kapalných produktů dělení je uskutečňována pomocí zvláštního cirkulačního okruhu, ve kterém cirkuluje dusík mezi tlakovou úrovní 3 MPa a 0,5 MPa, přičemž je chlad vyráběn expanzí tohoto dusíku v expansním stroji za konání vnější práce. Nevýhodou tohoto způsobu dělení vzduchu je především poměrně velká měrná spotřeba energie. Dusík potřebný pro doplňování cirkulačního okruhu musí být odebírán ze systému kolon dvojnásobné rektifikace. Dochází tak k ochuzování refluxního poměru v rektifikačních kolonách a ke snížení výtěžnosti čistých produktů dělení vzduchu. K získávání chladu dochází také nevýhodně na teplotní úrovni beztlakého kapalného dusíku. Strojní zařízení k provádění známých způsobů zkapalňování vzduchu je komplikované a nákladné.

Tyto nevýhody jsou odstraněny způsobem zkapaňování a dělení vzduchu, zejména pro velký podíl kapalných produktů, při němž je atmosférický vzduch, komprimovaný a zbavený CO_2 a vlhkosti adsorpcí, chlazen v systému protiproudých výměníků tepla vystupujícími plynnými produkty dělení a dále chlazen expanzí za konání vnější práce a dělen rektifikací, jehož podstatou je, že v expanzní turbíně za konání vnější práce je expandováno větší množství vzduchu než je adsorpcně zbavováno vlhkosti a kyslíčnicku uhličitého, přičemž vzduch expanduje na tlak minimálně odpovídající tlaku tlakové kolony.

Zařízení k provádění způsobu zkapaňování a dělení vzduchu podle vynálezu pak sestává především ze vzduchového kompresoru, cirkulačního kompresoru, adsorpční jednotky k odstraňování vody a kyslíčnicku uhličitého, výměníku tepla, expanzní turbíny, rektifikačních kolon a příslušného potrubí a armatur a jeho podstatou je, že vstup do expanzní turbíny je propojen jednak přes výměníky tepla a adsorpční jednotku s výtlakem vzduchového kompresoru a jednak přes výměníky tepla s výtlakem cirkulačního kompresoru, přičemž výstup expanzní turbíny je propojen jednak s tlakovou kolonou a jednak přes výměníky tepla se sáním cirkulačního kompresoru.

Způsob zkapaňování a dělení vzduchu podle vynálezu má především tu výhodu, že dochází k získávání chladu v jediné expanzní turbíně, která zpracovává větší množství vzduchu než je čištěno v adsorpční jednotce na výstupu ze vzduchového kompresoru. Větší množství vzduchu, které expanduje v expanzní turbíně je dosahováno tím, že přes výměníky tepla cirkuluje potřebné množství vzduchu pomocí cirkulačního kompresoru, a to mezi tlakovými úrovněmi, které zhruba odpovídají tlaku na výstupu z expanzní turbíny a tlaku na výstupu z hlavního vzduchového kompresoru. Dochází tak k výhodnému získávání chladicího výkonu na vyšší teplotní úrovni, což je termodynamicky výhodné. Mimo to strojní zařízení k provádění způsobu je jednoduché, neboť z točivých strojů obsahuje pouze vzduchové kompresory a expanzní turbínu. Způsob zkapaňování a dělení vzduchu podle vynálezu umožňuje získávat značné množství kapalných produktů vzduchu při použití rotačních strojů jak pro kompresi, tak pro expanzi.

Příklad způsobu zkapaňování a dělení vzduchu podle vynálezu, je zřejmý ze zjednodušeného technologického schématu na přiloženém obrázku.

Na tomto obrázku je zjednodušené technologické schéma zařízení, které je určeno k výrobě kapalného kyslíku. Atmosférický vzduch je nasáván do kompresoru 1, kde je stlačován na tlak 3 MPa. V koncovém chladiči 2 je teplota vzduchu patřičně snížena. Komprimovaný vzduch je dále v adsorpční jednotce 3 zbavován adsorpcí vody a kyslíčnicku uhličitého. Suchý vzduch je pak veden do vlastního zařízení na dělení vzduchu, kde je postupně ochlazován v systému protiproudých výměníků tepla. Nejprve je jeho teplota snižována ve výměníku 6 vystupujícím dusíkem. Dále je jeho teplota snížena v přídatné chladicí jednotce 8. K dalšímu ochlazování dochází ve výměníku 10, odkud je část vzduchu vedena na expanzní turbínu 11. V expanzní turbíně 11 dochází za konání vnější práce k expanzi vzduchu z tlaku 3 MPa na tlak 0,6 MPa. Přitom množství vzduchu, které expanduje v expanzní turbíně 11 je podstatně větší než množství vzduchu, které je komprimováno ve vzduchovém kompresoru 1.

Je tomu tak proto, že na výstupu z expanzní turbíny 11 je část vzduchu vedena přes systém protiproudých výměníků tepla 13, 2, 7 na sání cirkulačního vzduchového turbokompresoru 4. V cirkulačním turbokompresoru 4 se vzduch stlačuje z tlaku 0,6 MPa na tlak 3 MPa. V koncovém chladiči 5 cirkulačního turbokompresoru 4 je patřičně upravena teplota cirkulačního vzduchu. Cirkulační vzduch je veden zpět přes systém protiproudých výměníků tepla 7, 2 a přes přídatnou chladič jednotku 8 na vstup do expanzní turbíny 11. Chladič výkon zařízení je možné regulovat výkonem cirkulačního vzduchového turbokompresoru 4. Z expanzní turbíny 11 část vzduchu, určená pro nízkoteplotní dělení, je vedena do tlakové kolony 17 systému kolon dvojnásobné rektifikace. Do tlakové kolony 17 je také vedena část vzduchu přes zkapaľňovače 12, 13. V závislosti na patrech dělicího zařízení může být výhodné některý ze zkapaľňovačů 13, 12 vypustit. V tlakové koloně 17, hlavním kondenzátoru 16 a horní koloně 15 dochází ke konečnému rozdělení vzduchu na produkty dělení, dusík a kyslík. Podchlazovací výměník 14 slouží k podchlazování meziproduktů dělení z tlakové kolony 17 do horní kolony 15. Kapalný kyslík je odebírán z hlavního kondenzátoru 16 a je nejprve podchlazen v hlavním výměníku 14 a vystupuje ze zařízení potrubím 18 jako podchlazený kapalný produkt. Plynňý dusík odchází z nízkotlaké kolony 15 přes podchlazovací výměník 14 a dále přes zkapaľňovač 12 a systém výměníků 10, 6, přičemž předává své teplo vstupujícímu komprimovanému vzduchu. Ze zařízení pak vystupuje jako plynňý produkt potrubím 19. Výstup expanzní turbíny 11 je propojen přes výměníky 13, 2, 7 se sáním vzduchového cirkulačního kompresoru 4 a dále s tlakovou kolonou 17. Vstup do expanzní turbíny 11 je propojen přes výměníky 2, 7 s výstupem vzduchového cirkulačního kompresoru 4 a jednak přes výměníky 10, 6 a adsorpční jednotku 3 s výstupem vzduchového turbokompresoru 1. Při jiném příkladném řešení zařízení může být některý z výměníků 13 nebo 12 vypuštěn. Stejně tak může být vypuštěna chladič jednotka.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob zkapaľňování a dělení vzduchu, zejména pro velký podíl kapalných produktů, přičemž je atmosferický vzduch, komprimovaný a zbavený CO_2 a vlhkosti adsorpcí, chlazen v systému protiproudých výměníků tepla vystupujícími plynňými produkty dělení a a dále chlazen expanzí za konání vnější práce a dělen rektifikací, vyznačující se tím, že v expanzní turbíně, za konání vnější práce, expanduje větší množství vzduchu než je adsorpčně zbavováno vlhkosti a kysličníku uhličitého, přičemž vzduch expanduje na tlak větší nebo rovný tlaku tlakové kolony.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, sestávající ze vzduchového kompresoru, cirkulačního kompresoru, adsorpční jednotky k odstraňování CO_2 a vlhkosti, výměníků tepla, expanzní turbíny, rektifikačních kolon a příslušného potrubí a armatur, vyznačující se tím, že vstup do expanzní turbíny (11) je propojen jednak přes výměníky (10, 6) a adsorpční jednotku (3) s výtlakem vzduchového kompresoru (1), jednak přes

výměníky (9, 7) s výtlačkem cirkulačního kompresoru (4), přičemž výstup expanční turbíny (11) je propojen jednak s tlakovou kolonou (17), jednak přes výměníky (7, 9) a popřípadě přes výměník (13) se sáním cirkulačního kompresoru (4).

1 výkres

