



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

232838  
(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 25 J 1/00

(22) Přihlášeno 13 09 82

(21) (PV 6563-82)

(40) Zveřejněno 17 07 84

(45) Vydáno 15 01 87

(75)

Autor vynálezu

SÝKORA JIŘÍ ing. CSc., DĚČÍN, CHRZ VÁCLAV ing., ÚSTÍ nad Labem,  
JIRSA JAN ing., TEPLICE

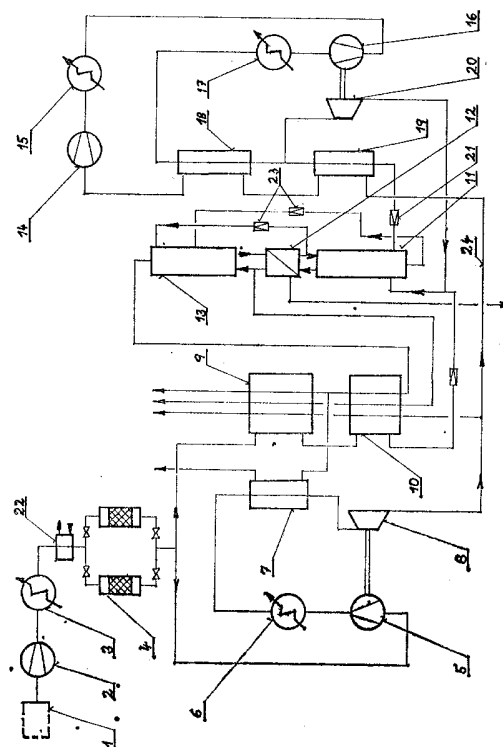
## (54) Způsob získávání chladu při nízkoteplotním dělení vzduchu a zařízení k jeho provádění

1

Způsob získávání chladu při nízkoteplotním dělení vzduchu a zařízení k jeho provádění.

Vynález se týká dělení vzduchu při nízkých teplotách a řeší problém získávání chladu zejména za účelem zvýšení výroby kapalných produktů. Způsob dělení vzduchu využívá expanzi v nízkotlaké turbíně na tlak nižší, než je v prvním stupni rektifikace a pro zvýšení výroby chladu využívá středotlaký vzduchový cyklus s expanzní turbínou, jejíž výstup je zaveden do prvního stupně rektifikace. Vystupující vzduch z nízkotlaké turbíny je zaváděn na sání cirkulačního kompresoru vzduchového cyklu. Výměna tepla se s výhodou uskutečňuje mezi vzduchem vedeným na sání cirkulačního kompresoru a vzduchem stlačeným tímto kompresorem. Schéma příkladného provedení zařízení podle vynálezu k provádění způsobu podle vynálezu je znázorněno na připojeném obrázku.

2



Vynález řeší způsob získávání chladu při nízkoteplotním dělení vzduchu rektifikací a zařízení k jeho provádění.

U dosud známých způsobů získávání chladu při nízkoteplotním dělení vzduchu je stlačený vzduch expandován při konání vnější práce v některých případech na tlak nižší než tlak prvního stupně rektifikace za účelem snížení potřebného tlaku stlačeného vzduchu. Expandovaný vzduch se zavádí buď do druhého stupně rektifikace, nebo se po výměně tepla se stlačeným vzduchem odvádí z technologického procesu. Nevýhodou těchto způsobů je buď malá výroba chladu, která nepostačuje na získávání produktů v kapalně formě, nebo zvýšené množství stlačeného vzduchu, které zvyšuje energetické nároky procesu při získávání kapalných produktů. V případě zavádění expandovaného vzduchu do druhého stupně rektifikace je nevýhodou zhoršení dělicí schopnosti tohoto stupně.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem dělení vzduchu podle vynálezu, jehož podstatou je, že alespoň část vzduchu expandovaného za konání vnější práce na tlak, nižší než tlak prvního stupně rektifikace, je po expansi stlačována, ochlazována, rozdělována na dva proudy, z nichž první expanduje za konání vnější práce a vstupuje do prvního stupně rektifikace, zatímco druhý je dále ochlazován a zkapalňován. Ochlazování stlačené části vzduchu může být s výhodou prováděno vzduchem po expansi, vedeným ke stlačování. Předmětem vynálezu je rovněž zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, jehož podstatou je propojení výstupu expansní turbíny, případně přes cirkulační zkapalňovač a cirkulační výměník tepla, se sáním cirkulačního kompresoru.

Stlačováním vzduchu po expansi a jeho další expansi za konání vnější práce se zvýší chladicí výkon procesu na hodnotu, potřebnou pro výrobu významného podílu kapalného produktu, například kyslíku, aniž by bylo nutno zvýšit množství nebo tlak vzduchu, nasátého z atmosféry. Výměna tepla mezi stlačenou částí expandovaného vzduchu a vzduchem po expansi vedeným ke stlačování, umožní nezávislé odstavení procesu dodatečného získávání chladu pro výrobu kapalných produktů, přičemž základní proces dělení vzduchu může zůstat v provozu. Zařízení, u něhož je výstup nízkotlaké expansní turbíny propojen se sáním středotlakého kompresoru, jehož výstup je propojen se středotlakou expansní turbínou, umožňuje použít standardního nízkotlakého kompresoru a standardní nízkotlaké turbíny jak pro zařízení na výrobu plyných produktů, tak i pro zařízení na výrobu kapalných produktů. Toto propojení je zvláště účelné přes cirkulační výměník tepla a/nebo přes cirkulační zkapalňovač s ohledem na jednoduchost potrubního a armaturového provedení.

Na připojeném výkrese je znázorněn příklad technologického schématu zařízení na dělení vzduchu, v němž se provádí získávání chladu způsobem podle vynálezu.

Atmosférický vzduch je nasáván přes filtr 1 a hlavním kompresorem 2 stlačován na tlak 1000 kPa. Po ochlazení v prvním chladiči 3 na teplotu 300 K je dále ochlazen ve výparníku 22 freonem na teplotu 280 K. V adsorbéru 4 se vzduch čistí a pak se rozděluje na první a druhý díl; První díl je veden přes hlavní výměník 9 tepla a přes zkapalňovač 10, přičemž se ochlazuje na teplotu kondenzace, do tlakové kolony 11. Druhý díl se vede do nízkotlakého dotlačovacího kompresoru 5, kde se jeho tlak zvyšuje na 1200 kPa. Pak se ochlazuje v druhém chladiči 6 na teplotu 300 K a ve výměníku 7 tepla expansního vzduchu na teplotu 125 K. Dále je veden do nízkotlaké expansní turbíny 8, kde expanduje za konání vnější práce na tlak 140 kPa, přičemž se jeho teplota dále snižuje. Vnější práce z nízkotlaké turbíny 8 se předává společným hřídelem nízkotlakému dotlačovacímu kompresoru 5. Z výstupu nízkotlaké expansní turbíny 8 je část druhého dílu vzduchu vedena potrubím 24 přes cirkulační zkapalňovač 19 a cirkulační výměník tepla 18, v němž se ohřeje na teplotu 295 K, na sání cirkulačního kompresoru 14. Cirkulační kompresor stlačuje vzduch na tlak 2400 kPa. V třetím chladiči 15 se vzduch ochlazuje na 300 K a vstupuje do středotlakého dotlačovacího kompresoru 16, kde se jeho tlak zvyšuje na 2900 kPa.

Po ochlazení ve čtvrtém chladiči 17 na 300 K a v cirkulačním výměníku 18 tepla na 155 K se rozděluje na dva proudy, z nichž první expanduje za konání vnější práce ve středotlaké expansní turbíně 20 na tlak 580 kPa, čímž se ochlazuje na teplotu 105 K a pak postupuje do tlakové kolony 11, zatímco druhý je ochlazován a zkapalňován v cirkulačním zkapalňovači 19 a pak veden přes škrticí ventil 21 do tlakové kolony 11. Zbytek druhého dílu vzduchu z výstupu nízkotlaké expansní turbíny 8 je veden do atmosféry přes zkapalňovač 10 a hlavní výměník 9 tepla, přičemž předává svůj chlad prvnímu dílu vzduchu, vedenému do tlakové kolony 11. Vzduch v tlakové koloně 11 je rektifikací při tlaku 560 kPa rozdělován na kapalný dusík, který je odváděn z hlavy tlakové kolony 11 a kyslíkem obohacovanou kapalinu, odváděnou z paty tlakové kolony 11. Zpětný tok rektifikace se vytváří v hlavním kondenzátoru 12 kondenzací dusíku. Oba proudy tlakové kolony 11 se vedou přes nástřikové škrticí ventily 23 do nízkotlaké kolony 13, kde se rektifikací při tlaku 140 kPa dělí na surový dusík, odcházející v plyném stavu z hlavy nízkotlaké kolony 13 a kapalný kyslík odváděný z paty nízkotlaké kolony 13.

Kapalný kyslík se vede do hlavního kondenzátoru 12, kde se část vyvaňuje a ode-

bírá skupenské teplo kondenzujícímu dusíku, zbývající část je odváděna ze zařízení jako kapalný produkt. Oba plynné produkty z nízkotlaké kolony 13 a hlavního kondenzátoru 12 jsou vedeny přes zkapalňovač 10 a hlavní výměník 9 tepla, přičemž se výměnou tepla s prvním dílem vzduchu ohřívají na teplotu 295 K.

Jinou možnost zapojení představuje pro-

pojení škrticí armatury 21 s nízkotlakou kolonou 13. Vynález je vhodný pro výrobu kyslíku v objemech od 15 t/den výše. Další výhodou zařízení podle vynálezu je možnost použít ve středotlakém chladicím cyklu s expansí turbinou s výstupním tlakem 580 kPa kompresor se sacím tlakem okolo 100 kPa, pro který je k dispozici větší počet standardních typů.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob získávání chladu při nízkotepelném dělení vzduchu rektifikací, při němž vzduch, nasátý z atmosféry a stlačený, je rozdělován na dva díly, z nichž první je veden do prvního stupně rektifikace a druhý je expandován za konání vnější práce na tlak, nižší než tlak prvního stupně rektifikace, vyznačující se tím, že alespoň část druhého dílu vzduchu po expansi je stlačována, ochlazována a rozdělována na dva proudy, z nichž první expanduje za konání vnější práce a vstupuje do prvního stupně rektifikace, zatímco druhý je dále ochlazován a zkapalňován.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že ochlazování stlačené části druhého dílu vzduchu a/nebo další ochlazování druhého proudu se provádí druhým dílem vzduchu po expansi, vedeným ke stlačování.

3. Zařízení k provádění způsobu podle bo-

du 1, sestávající zejména z hlavního kompresoru, jehož výstup je propojen s nízkotlakou expansí turbinou a paralelně s tlakovou rektifikační kolonou a dále ze středotlakého kompresoru, jehož výstup je propojen přes cirkulační výměník tepla a jednak přes středotlakou expansí turbinu s tlakovou rektifikační kolonou, jednak přes cirkulační zkapalňovač se škrticí armaturou, vyznačující se tím, že výstup nízkotlaké expansí turbíny (8) je propojen se sá- tím cirkulačního kompresoru (14).

4. Zařízení podle bodu 3 k provádění způsobu podle bodu 2, vyznačující se tím, že propojení výstupu nízkotlaké expansí turbíny (8) se sáním cirkulačního kompresoru (14) je provedeno přes cirkulační zkapalňovač (19) a/nebo přes cirkulační výměník tepla (18).

