



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

225 247

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 10 81
(21) PV 7486 - 81

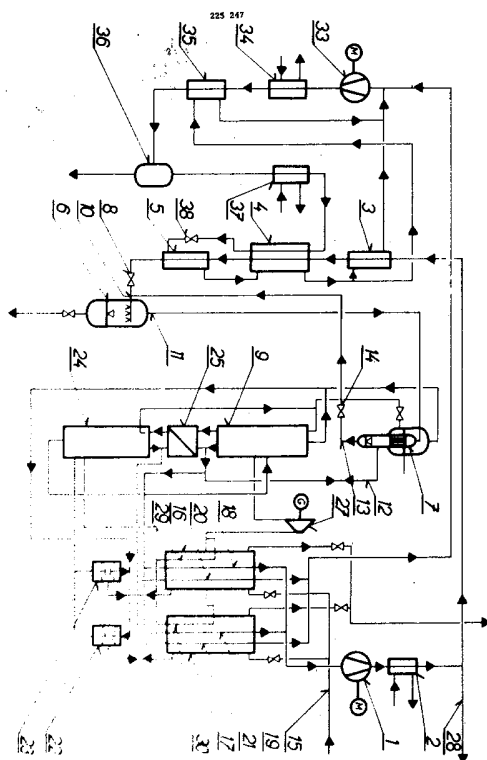
(51) Int. Cl.³ F 25 J 1/00

(40) Zveřejněno 24 06 83
(45) Vydáno 01 12 84

(75)
Autor vynálezu

PIŠTĚK PETR ing. CSc., Kladno,
JIRSA JAN ing., Teplice

(54) Způsob zkapalňování komprimovaného kyslíku a zařízení
k provádění tohoto způsobu



Vynález se týká způsobu zkapalňování komprimovaného kyslíku získaného nízkoteplotním dělením vzduchu s produkcí chladu škrticím efektem přídavného vysokotlakého cyklu a současně expanzí plynného media v základním cyklu zařízení na dělení vzduchu a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Doposud známé způsoby a zařízení k výrobě kapalných produktů dělení vzduchu používají k výrobě chladu jednak expanzí vzduchu, nebo dusíku v expansních turbinách základního cyklu a zároveň expanzí dusíku ze středního tlaku na 0,6 MPa v expansních turbinách přídavného cyklu. Převážná část chladu potřebného pro zkapalnění produktů dělení, je produkována přídavným chladicím cyklem. U malých zařízení však dochází instalací přídavných cyklů k nárůstu investičních nákladů. Je to způsobeno investiční náročností kompletujících strojů, především cirkulačních kompresorů a expansních turbin.

Tyto nevýhody jsou odstraněny způsobem zkapalňování komprimovaného kyslíku protiproudou výměnou tepla s následnou redukcí tlaku a s produkcí chladu expanzí plynného media za konání vnější práce v cyklu dělení vzduchu a škrticím efektem cirkulujícího dusíku přídavného dusíkového cyklu podle vynálezu, jehož podstatou je to, že část produkovaného plynného komprimovaného kyslíku se ve výměnících tepla přídavného dusíkového cyklu postupně v protiproudu ochlazuje vratným seškrčeným dusíkem, až se zkapalní, načež se zkapalněný kyslík seškrtí, separuje se kapalná fáze od fáze plynné, přičemž plynná fáze je vedena nazpět do základního cyklu, kde je buď zkapalňována na úkor odpaření kapalného dusíku, nebo směřována s produkovaným plynným kyslíkem, zatímco kapalná fáze je skladována jako produkt.

Zařízení k provádění způsobu dle vynálezu sestává především ze zařízení na dělení vzduchu s příslušnými výměníky tepla, kolonami a regenerátory, a z kyslíkového kompresoru, který je propojen s výstupem plyného kyslíku se zařízením a z dusíkového kompresoru, který je propojen s výstupem plynného dusíku ze zařízení a s výměníky tepla přídavného dusíkového cyklu a jeho podstatou je, že výtlač kyslíkového kompresoru je propojen přes výměníky tepla přídavného dusíkového cyklu a škrticí armaturu se vstupem do zásobníku kapalného kyslíku a výstup plynného kyslíku ze zásobníku kapalného kyslíku je propojen přes kondenzátor kyslíku spojovacím potrubím s patou horní kolony. Výstup kapalného kyslíku z kondenzátoru kyslíku je s výhodou připojen přes armaturu na vstup do zásobníku kapalného kyslíku.

Využití způsobu zkapalňování komprimovaného kyslíku podle vynálezu a zařízení k provádění tohoto způsobu, především využití škrticího efektu vysokotlakého dusíku v přídavném cyklu a současně využití expanze plynného media v základním cyklu pro zkapalnění kyslíku, umožňuje použít již instalovaných strojů a zařízení původně určených pro výrobu plynného kyslíku. Tím dochází k podstatnému snížení nákladů na instalaci přídavných cyklů. Tímto způsobem a zařízením podle vynálezu lze efektivně zkapalňovat přebytky kyslíku, který se v době, kdy není odběr odfukuje do atmosféry.

Na připojeném obrázku je příkladně zobrazeno zjednodušené technologické schema způsobu a zařízení k provádění tohoto způsobu, podle vynálezu. Jedná se o případ, kdy základní cyklus zařízení na dělení vzduchu je nízkotlaký a zařízení je určeno k výrobě technického plynného a kapalného kyslíku. Vzduch z kompresoru o tlaku 0,63 MPa a teplotě 20 °C se přivádí vzduchovým potrubím 15 střídavě do jednoho z dvojice regenerátorů 16 nebo 17, kde se na náplni regenerátorů ochlazuje k mezi sytosti. V obráceném směru po náplni proudí odpadní dusík a uvnitř kyslíkových hadů 18 a 19 produkovaný kyslík. Odpadní dusík náplň ochlazuje a současně vynáší z náplně vymrzlé nečistoty z ochlazovaného vzduchu. Ochlazený vzduch z regenerátorů 16 a /nebo 17 se vede před ventilovou komoru 23 a / nebo 22 do

dolní kolony 24, kde dojde k předběžnému rozdělení na dusík a. bohatou kapalinu za tlaku 0,56 MPa. Plynný dusík odebíraný z hlavy dolní kolony 24 se vede do hlavního kondenzátoru 25, kde kondenzuje na úkor odpaření kyslíku. Zkondenzovaný dusík se vrací do dolní kolony, kde z části tvoří reflux a druhá část se nastříkuje do hlavy horní kolony 9, kde rovněž tvoří reflux. V patě dolní kolony 24 se shromažďuje bohatá kapalina, která se nastříkuje do střední části horní kolony 9 pod místo vstupu expandovaného vzduchu. Výroba chladu základního zařízení na dělení vzduchu je kryta expanzí části vzduchu, který se odebírá z paty dolní kolony 24. Po přehřátí vzduchu ve vratných hadech 29 a 30 ochlazovaným vzduchem se vzduch vede do expansní turbíny 27, kde expanduje na tlak 0,13 MPa za konání vnější práce a potom se vede ke konečnému rozdělení do středu horní kolony 9. V horní koloně dojde ke konečnému rozdělení vzduchu rektifikací na požadované produkty. Část odpařeného kyslíku z hlavního kondenzátoru 25 se vyvádí kyslíkovými hady 18 a 19 na sání kyslíkového kompresoru 1, kde se stlačí na tlak 1,6 MPa. Po stlačení se kyslík ochladí v dochlazovači 2 kyslíkového kompresoru 1 chladicí vodou a potom se tlakový kyslík z části vede kyslíkovým potrubím 28 ke spotřebě a z části se zavádí do výměníku 3, 4 a 5 přídatného chladicího cyklu ke zkapalnění. Výroba chladu potřebného pro zkapalnění je kryta škrticím efektem vysokotlakého dusíku. Nízkotlaký cirkulační dusík o tlaku 0,55 MPa se stlačuje v dusíkovém kompresoru 33 na tlak 20,0 MPa. Po ochlazení chladicí vodou v dochlazovači 34 dusíkového kompresoru 33 se vysokotlaký dusík chladí seškrčeným vratným dusíkem v předchlazovacím výměníku 35 dusíku na teplotu 5 °C. K dalšímu ochlazení ve výparníku 37 se vysokotlaký dusík vede přes odlučovač 36. Ve výparníku 37 se dusík ochlazuje odpařujícím se čpavkem na teplotu -45 °C. Takto ochlazený vysokotlaký dusík se vede do hlavního výměníku 4 přídatného cyklu společně s již předchlazeným tlakovým kyslíkem. Zde se vysokotlaký dusík i tlakový kyslík ochlazují vratným seškrčeným dusíkem na teplotu -150 °C. Vysokotlaký dusík se potom seškrtí na škrticím ventilu 38 na tlak 0,56 MPa, přičemž se ochladí na teplotu -170 °C a vede se do zkapalňovače 5 přídatného cyklu. Zde na úkor ohřátí studeného seškrčeného dusíku kondenzuje tlakový kyslík. Seškrčený dusík

se vrací přes výměníky 4, 3 a 35, kde předá svůj chlad vysoko-
tlakému dusíku a tlakovému kyslíku, na sání dusíkového kompre-
soru 33. Ztráty cirkulačního dusíku jsou doplňovány plynným du-
síkem odebíraným z hlavy dolní kolony přes dusíkové hady 20, 21
v regenerátorech 16, 17. Zkapalněný tlakový kyslík ve zkapalňo-
vači 5 přídatného cyklu se vede přes škrticí armaturu 8 na vstup
10 do zásobníku 6. Zde se oddělí plynná fáze od fáze kapalné a
vede se nazpět do základního zařízení na dělení vzduchu, kde je
buď v kondenzátoru 7 kyslíku zkapalňována na úkor odpaření ka-
palného dusíku, nebo směřována s produkovaným plynným kyslíkem,
zatímco kapalná fáze je skladována v zásobníku 6 kapalného kys-
líku. Zkapalněný kyslík z kondenzátoru 7 kyslíku stéká samospá-
dem izolovaným potrubím do zásobníku 6. Pro oddělení prostoru
zásobníku 6 a kondenzátoru 7 slouží armatura 14.

Jiné uspořádání přídatného dusíkového cyklu využívajícího
škrticího efektu může být takové, že vysokotlaký dusík se se-
škrtí na tlak cca 0,11 MPa. Tímto řešením se zvýší chladicí vý-
kon přídatného cyklu.

Způsob zkapalňování komprimovaného kyslíku dle vynálezu
najde uplatnění hlavně na kyslíkárnách, které mají rozsáhlejší
starší strojní vybavení a umožňuje pak získávat ekonomicky ka-
palný kyslík ve větším množství než je tomu pouze u základního
bloku.

1. Způsob zkapalňování komprimovaného kyslíku protiproudou výměnou tepla s následnou redukcí tlaku a s produkcí chladu expansí plynného media za konání vnější práce v cyklu dělení vzduchu a škrticím efektem cirkulujícího dusíku přídatného dusíkového cyklu vyznačující se tím, že část produkovaného plynného komprimovaného kyslíku se ochlazuje protiproudou výměnou tepla cirkulujícím dusíkem ve výměnících přídatného dusíkového cyklu na takovou teplotu, že po redukcí tlaku kyslíku vznikne kapalná fáze, která je produktem a plynná fáze, která je vedena do základního cyklu dělení vzduchu, kde je buď zkapalňována na úkor odpaření dusíku, nebo směšována s produkovaným plynným kyslíkem.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1., sestávající především ze zařízení na dělení vzduchu, jehož výstup plynného kyslíku je propojen s kyslíkovým kompresorem a jehož výstup plynného dusíku je propojen s dusíkovým kompresorem a s výměníky tepla přídatného dusíkového cyklu vyznačující se tím, že výtlak kyslíkového kompresoru (1) je propojen přes výměníky (3, 4, 5) tepla přídatného dusíkového cyklu a škrticí armaturu (8) se vstupem (10) do zásobníku (6) kapalného kyslíku, přičemž výstup (11) plynného kyslíku ze zásobníku (6) kapalného kyslíku je propojen přes kondenzátor (7) kyslíku spojovacím potrubím (12) s patou horní kolony (9) a výstup (13) zkapalněného kyslíku z kondenzátoru (7) kyslíku je připojen přes armaturu (14) na vstup (10) do zásobníku (6) kapalného kyslíku.

