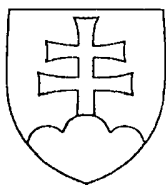


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19)

SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA
VYNÁLEZU

(21)

1692-92

(22) 04.06.92

(31) 07718 504

(32) 20.06.91

(33) US

(43) 10.08.94

(86)

(13) A3

(51)

F 25 J 3/04,
3/06

(71) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC., Allentown, PA, US;

(72) AGRAWAL Rakesh Ing., Allentown, PA, US;
WOODWARD Donald Winston Ing., New Tripoli, PA, US;
SMITH Arthur Ramsden Ing., Telford, PA, US;
O'CONNOR Declan Patrick Ing., Chessington, GB;
ESPIE David Miller Ing., London, GB;
MANDLER Jorge Anibal Ing., Allentown, PA, US;

(54) Spôsob rozdelenia privádzaného vzduchu v kryogen-
nom destilačnom systéme a systém na uskutočnenie
tohto spôsobu

(57) Vynález rieši spôsob rozdelenia privádzaného vzduchu v
kryogenom destilačnom systéme. Na zachovanie čistoty
kyslíkovej zložky pri jej zvýšenom odbere sa zvýši tlak
privádzaného vzduchu a z refluxného prúdu tekutiny bo-
hatej na dusík prúdiacej z vysokotlakovej kolóny (30) do
nízkotlakovej kolóny (42) sa časť odoberie a uloží v
ukladacej nádobe (60) kvapalného dusíka, ktorá je pripo-
jená k refluxnej dráhe (44) cez regulátory prietoku (114,
116). Pri zníženom odbere kyslíkovej zložky sa časť takto
uloženej tekutiny bohatej na dusík pridáva do refluxného
prúdu.

ZPŮSOB ROZDĚLENÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU V KRYOGENNÍM DESTILAČNÍM SYSTÉMU A SYSTÉM K PROVÁDĚNÍ ZPŮSOBU

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu rozdělení přiváděného vzduchu v kryogenním destilačním systému, který má alespoň jednu destilační kolonu, ve které se vzduch rozděluje na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem. Vynález se dále týká kryogenního destilačního systému k provádění způsobu uvedeného výše.

Dosavadní stav techniky

Jsou známy četné způsoby výroby plynů ovzduší, zvláště kyslíku, jednotkou pro kryogenní rozdělení vzduchu (ASU), ve které je kompresor přiváděného vzduchu mechanicky spojen s plynovou spalovací turbínou. Tyto způsoby jsou popsány například v patentových spisech Spojených států amerických čísel 4,224,045 a 3,731,495.

Stoupající ceny energie způsobily rozšíření výzkumu v oblasti alternativních zdrojů energie. Jeden z výsledků této činnosti je v minulosti vyvinuté výkonové zařízení integrovaného zplynovacího kombinovaného cyklu (IGCC). Použitím směsi uhlí a kyslíku, kde čistota kyslíku je typicky vyšší než 80% objemových, IGCC vyrábí energii - elektřinu.

Protože provoz takového zařízení závisí na požadavku spotřebitele elektřiny, je třeba, aby vstup zařízení, zejména kyslíku, se měnil podle požadovaného množství elektřiny. Nepříznivě zde vzniká problém sloučením ASU pro výrobu kyslíku s IGCC majícím plynovou spalovací turbínu, jak je uvedeno v patentovém spisu Spojených států amerických číslo 4,224,045.

V zařízení IGCC, které je mechanicky spojeno s integrovaným ASU, se vzduch přiváděný pro ASU stlačuje plynovou turbínou. Provoz a výstup plynové turbíny závisí na výstupním plynu ze spalování produktu zplynovače a částečně z nízkotlaké plynné dusíkové složky z ASU. Vzniká problém, protože normální způsob provozu pro IGCC není statický. Jak bylo uvedeno, zařízení IGCC obvykle musí skokově měnit výkon odezvou na měnící se potřebu elektrické energie. Skokovou změnou výkonu zplynovače vzniká v plynové spalovací turbíně určitý provozní jev, který znamená změny tlaku stlačeného vzduchu přiváděného do ASU. Skokové změny výkonu zařízení IGCC značí buď zvýšenou nebo sníženou potřebu produktů

z ASU, zvláště množství kyslíku potřebného pro provoz splynovače. Také je důležité, aby během zvýšené nebo snížené výroby v jednotce rozdělení vzduchu čistota produktů zůstávala stálou.

Nicméně, před vyvinutím IGCC zařízení ASU nemuselo provádět skokové změny výkonu v tak velké míře, jak to vyžaduje provoz zařízení IGCC a mohlo být tedy nyvrženo odpovídajícím způsobem. K osvětlení problému budiž uvedeno, že během skokového snížení výkonu se od ASU žádá menší množství produktu, kapaliny v destilačních kolonách se odpařují jak klesá tlak přiváděného vzduchu ve snaze vytvořit více produktu, což je proti požadavku odběratele. Odpařená kapalina je bohatá kyslíkem, který by mohl potenciálně zhoršit čistotu dusíkového produktu. Je tedy problém, jak řídit skokové změny výkonu jednotky rozdělování vzduchu, která má proměnlivý tlak přiváděného stlačeného vzduchu, proměnlivou potřebu kyslíku a přísné požadavky na čistotu.

Podstata vynálezu

Vynález vytváří způsob rozdělení přiváděného vzduchu v kryogenním destilačním systému, který má alespoň jednu destilační kolonu, ve které se vzduch rozděluje na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem, jehož podstata spočívá v tom, že pro zachování požadavků čistoty během změn výstupního množství a změn tlaku přiváděného vzduchu se (a) odvádí a ukládá chladiivo ve formě tekutiny bohaté dusíkem z destilačního systému při stoupání tlaku přiváděného vzduchu a (b) přidává se chladiivo ve formě tekutiny bohaté dusíkem do destilačního systému z uložené tekutiny bohaté dusíkem při poklesu tlaku přiváděného vzduchu.

Podle výhodného provedení předloženého vynálezu kroky (a) a (b) dále zahrnují krok odvádění, ukládání a přidávání chladiiva cestou refluxního proudu tekutiny bohaté kyslíkem v destilačním systému.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu krok ukládání chladiiva obsahuje ukládání chladiiva v ukládací nádobě a provádějí se další kroky regulace refluxního proudu před ukládací nádobou a regulace refluxního proudu za ukládací nádobou vzhledem ke směru proudu.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu krok ukládání chladiiva dále obsahuje ukládání chladiiva v ukládací nádobě.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu

destilační systém je dvoukolonový systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu, nízkotlakou destilační kolonu a refluxní cestu z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony.

Podle dalšího výhodného provedení vynálezu krok (a) dále obsahuje krok zmenšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně proudu přiváděného vzduchu když roste jeho tlak.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu krok (b) dále obsahuje krok zvětšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně proudu přiváděného vzduchu když klesá jeho tlak.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu tekutina bohatá dusíkem obsahuje alespoň 90% dusíku.

Vynález dále vytváří způsob rozdělení vzduchu v kryogenním destilačním systému majícím alespoň jednu destilační kolonu, kde se vzduch rozděluje alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem, jehož podstata spočívá v tom, že pro zachování požadavků čistoty při (1) zvětšování výstupního množství a zvyšování tlaku přiváděného vzduchu a (2) zmenšování výstupního množství a snižování tlaku přiváděného vzduchu se (a) v destilačním systému vytvoří refluxní proud tekutiny bohaté kyslíkem, (b) odvede a uloží se část tekutiny refluxního proudu bohaté dusíkem když roste výstupní množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (c) do refluxního proudu se přidává část uložené tekutiny bohaté dusíkem když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

Podle výhodného provedení předloženého vynálezu destilační systém je dvoukolonový destilační systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu, nízkotlakou destilační kolonu a refluxní cestu z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu krok (b) dále obsahuje krok zmenšení proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně ke proudu přiváděného vzduchu když jeho tlak stoupá.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu krok (c) dále obsahuje krok zvětšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně proudu přiváděného vzduchu když jeho tlak klesá.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu

destilační systém je dvoukolonový destilační systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu a nízkotlakou destilační kolonu, ve které se provádí další krok recyklace části složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony do vysokotlaké destilační kolony.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu se provádí další krok regulace recyklace části složky bohaté dusíkem pro zachování čistoty složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony.

Vynález dále vytváří kryogenní destilační systém, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje alespoň jednu destilační kolonu pro rozdělení vzduchu alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem pro výkonové zařízení (IGCC) integrovaného zplynovacího kombinovaného cyklu, ve kterém jsou požadavky čistoty zachovávány při změnách výstupního množství požadovaného IGCC a během změn tlaku přiváděného vzduchu, dále obsahuje prostředek pro refluxní proud pro destilační systém pro vytváření refluxního proudu tekutiny bohaté dusíkem, ukládací prostředek připojený ke prostředku pro refluxní proud pro ukládání tekutiny bohaté dusíkem a prostředek pro řízení refluxního proudu (1) pro odvádění tekutiny bohaté dusíkem z prostředku pro refluxní proud a ukládání tekutiny bohaté dusíkem v ukládacím prostředku když roste výstupní množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (2) pro přidávání tekutiny bohaté dusíkem z ukládacího prostředku do prostředku pro refluxní proud když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

Podle výhodného provedení předloženého vynálezu ukládací prostředek obsahuje ukládací nádobu a dále obsahuje prostředek pro regulaci refluxního proudu před i za ukládací nádobou vzhledem ke směru proudu.

Vynález dále vytváří způsob rozdělení vzduchu ve dvoukolonovém kryogenním destilačním systému majícím nízkotlakou destilační kolonu, vysokotlakou destilační kolonu a refluxní proud z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony, kde se vzduch rozděluje alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem, jehož podstata spočívá v tom, že pro požadavky udržování čistoty při změnách výstupního množství a tlaku přiváděného vzduchu obsahuje kroky (a) při zvětšování kyslíkové výstupní složky se zvýší tlak přiváděného vzduchu a zmenší se proud složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony, čímž stoupne tlak

v nízkotlaké destilační koloně, (b) při zmenšení kyslíkové výstupní složky se sníží tlak přiváděného vzduchu a zvětší se proud složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony, čímž klesne tlak v nízkotlaké destilační koloně, (c) odvede se a uloží část tekutiny refluxního proudu bohatého dusíkem při zvětšení výstupního množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (d) k refluxnímu proudu se přidá část uložené tekutiny bohaté dusíkem když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

Podle výhodného provedení předloženého vynálezu se provádí další krok měření čistoty složky bohaté kyslíkem z nízkotlaké destilační kolony a reguluje se tlak přiváděného vzduchu v závislosti na měření čistoty kyslíkové složky.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu se provádí další krok měření čistoty složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony a reguluje se část složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony v závislosti na měření čistoty.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu se provádí další krok měření čistoty refluxního proudu a reguluje se refluxní proud v závislosti na měření čistoty.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je znázorněn na výkresech, kde obr.1 je schematický diagram způsobu podle předloženého vynálezu, obr.2 je schematický diagram způsobu z obr.1, ve kterém je řídicí systém znázorněn mnohem podrobněji a obr.3 je graf znázorňující podmínky při rychlém poklesu a rychlém stoupnutí požadovaného výstupního množství kyslíku a tlaku přiváděného vzduchu v závislosti na čase pro způsob podle obr.1.

Příklad provedení vynálezu

Přehled

Pro pochopení předloženého vynálezu je důležité napřed pochopit jednotku (ASU) 10 pro rozdělení vzduchu, která má být řízena. Podle obr.1 se potrubím 20 přes řídicí ventil 22 přivádí nečistot prostý stlačený vzduch do spodního konce vysokotlaké destilační kolony 30 dvoukolonového destilačního systému 24.

Ve vysokotlaké destilační koloně (HP koloně) 30 se ochlazený, nečistot prostý stlačený vzduch z potrubí 20 rozdělí v horní frakci dusíkové páry a ve spodní frakci obohacenou kyslíkem, která je kapalná. Část vysokotlaké horní frakce dusíkové páry se vede potrubím 34 do vařáku/chladiče 36 umístěného ve spodním konci nízkotlaké

destilační kolony (LP kolony) 42, kde se kondenzuje nepřímou výměnou tepla s vroucím kapalným kyslíkem. Kondenzovaný kapalný dusík se vrací z vařáku/chladiče 36 potrubím 38 jako čistý reflux pro HP kolonu 30. Zbývající vysokotlaká horní frakce dusíku se z HP kolony odvádí potrubím 32 jako vysokotlaký plynný dusíkový produkt řízený regulátorem 70 průtoku a kompresorem 72. Kapalná spodní frakce obohacená kyslíkem se odvádí z HP kolony 30 potrubím 40 a ventilem 41 a vede se do střední části LP kolony 42.

Reflux pro LP kolonu 42 se vytváří odváděním kapalného dusíku z horní-střední části HP kolony 30 potrubím 44 a tento nečistý dusíkový reflux se vede do horního konce LP kolony 42. Kapalný dusíkový reflux v potrubí 44 a kapalná spodní frakce obohacená kyslíkem o sníženém tlaku v potrubí 40 se destilují pro vytvoření nízkotlakého plynného dusíkového produktu jako horní frakce a kapalného kyslíkového produktu. Dodávka tepla pro varný proces v LP koloně 42 je zajištěna kondenzací vysokotlaké dusíkové horní frakce ve vařáku/chladiči 36.

Nízkotlaká dusíková horní frakce se odvádí z LP kolony 42 potrubím 46 jako nízkotlaký dusíkový produkt regulovaný regulátorem 74 tlaku a kompresorem 76. Část nízkotlakého dusíkového produktu může být recyklována potrubím 50 do střední části HP kolony 30 a zbytek dusíkového produktu se vede do neznázorněné plynové turbíny zařízení IGCC. Z LP kolony 42 se potrubím 48 odvádí v místě o něco nad výtokem vařáku/chladiče 36 plynný kyslíkový produkt regulovaný regulátorem 78 průtoku a kompresorem 40.

Protože zařízení ASU je úplně zabudované do zařízení IFCC, tlak vzduchu přiváděného do ASU potrubím 20 se může měnit až na hodnotu asi 50% normálního provozního tlaku (možná až na 110 psi) tak jak proud vzduchu rychle kolísá nahoru nebo dolů v závislosti na režimu spalovací plynové turbíny. Požadavky typicky kladené na zcela vestavěné zařízení ASU jsou takové, že musí být schopno pracovat v rozsahu od 50% do 100% jmenovitého výkonu při odezvě na rychlé změny asi 3% výkonu za minutu. Například, při výkonu 2000 tun denně, musí jednotka ASU být schopna rychlé změny výkonu asi o 0,04 tuny za minutu. Kromě toho pro většinu zplynovacích aplikací mají být jakosti produktů v těchto mezích:

Plynný kyslík (GOX)	95% kyslíku \pm 1%
Plynný dusík (HPGAN)	< 0,1% kyslíku
Surový dusík (LPGAN)	< 1% kyslíku

Nicméně, protože zařízení ASU jsou typicky navrhována pro výrobu plynů ovzduší (kyslík, potrubí 48 a dusík, potrubí 32 a 46) v ustáleném stavu, a protože zařízení IGCC má dynamické skokové nároky na plyny, jsou obě zařízení v zásadě neslučitelná. Řešením je zařízení ASU, které může účinně odpovídat na skokové nároky. Nyní bude obecně popsáno, jak pracuje zařízení ASU 10 podle předloženého vynálezu v případech skoků nahoru a dolů.

Skok dolů

Snížení nároku na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48 se přenesse do úměrného poklesu proudu stlačeného vzduchu v potrubí 20. Protože vzduch obsahuje přibližně čtyři díly dusíku a jeden díl kyslíku je proud vzduchu v potrubí 20 přibližně roven pětinásobku proudu žádaného plynného kyslíkového produktu v potrubí 48. Na začátku v ustáleném provozu znázorněném v obr.3, úsek 200, když proud přiváděného stlačeného vzduchu v potrubí 20 klesá s odpovídajícím snížením tlaku přiváděného vzduchu, tlak v destilačním systému 24 klesá, jak je znázorněno úsekem 202 grafu, což způsobuje odpařování kapalin. Zvětšování množství plynů odporuje žádanému výsledku a potenciálně působí nepříznivě na čistotu dusíkového produktu. K vyrovnání je třeba, aby v destilačním systému 24 bylo v kolonách udržováno odpovídající množství kapaliny. Proto se do destilačního systému 24 zavede z ukládací nádoby 60 refluxem, potrubím 44, chladiivo ve formě kapalného dusíku. Přídavný kapalný dusík kondenzuje páry kyslíku, žene je ke spodnímu konci LP kolony 42 a zachovává čistotu dusíku.

Skok nahoru

Když skok dolů přešel do ustáleného stavu provozu znázorněného úsekem 203 grafu v obr.3, zvýšení nároku na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48 se přenesse do úměrného zvětšení proudu přiváděného stlačeného vzduchu v potrubí 20. Aby se vyhovělo nároku zvětšení množství plynného kyslíkového produktu v potrubí 48, je třeba, aby se zvětšil proud přiváděného stlačeného vzduchu v potrubí 20, čímž se zvýší tlak v destilačním systému 24, jak je znázorněno úsekem 204 grafu v obr.3. Jak tlak stoupá, pára má snahu kondenzovat na kapalinu. K vyrovnání zvýšeného tlaku a kondenzace par je třeba v destilačním systému 24 v kolonách udržovat odpovídající množství kapaliny. Proto se z destilačního systému 24 odvádí potrubím 44 chladiivo ve formě kapalného dusíku a ukládá

se v ukládací nádobě 60, čímž se zamezuje snížení čistoty produktu. Je třeba uvést, že odvádění kapalného dusíku neovlivňuje význačně teploty v destilačním systému 24. Teplota je primárně ovlivněna provozním tlakem.

Podrobný popis

Obecné řízení

Tak jak stoupá a klesá výkon neznázorněné plynové turbíny, odpovídajícím způsobem se mění tlak přiváděného stlačeného vzduchu k zařízení ASU 10 v potrubí 20. Aby zařízení ASU 10 mohlo pracovat účinně, tlak v destilačním systému 24 sleduje tlak přiváděného stlačeného vzduchu. Pro umožnění těchto změn je proud nízkotlakého dusíku v potrubí 46 z LP kolony 42 nastaven, aby zvyšoval/snižoval tlak v destilačním systému 24. Kapalina a pára v destilačním systému 24 jsou v podmínkách překypování a rosného bodu, takže teplota se mění přímo s tlakem. Pro udržení odpovídajícího množství kapaliny v koloně je do a z destilačního systému 24 přemísťováno chladiivo, které je obsaženo v ukládací nádobě 60 na kapalný dusík. Ukládací nádoba 60 je připojena k refluxní cestě nečistého dusíku potrubí 44 s jedním ventilem 52 před a druhým ventilem 54 za ukládací nádobou 60 vzhledem ke směru toku. Ukládací nádoba 60 je také udržována na vysokém tlaku vytvořením proudu plynu potrubím 62 z horního konce ukládací nádoby 60 k hornímu konci HP kolony 30.

Jak klesnou tlaky v systému, to je jak klesne nárok na plyný kyslíkový produkt, kapalina v destilačním systému 24 se začne vypařovat na plyn a teplota v destilačním systému 24 začne klesat. K vyrovnání se převede kapalný dusík z ukládací nádoby 60 do destilačního systému 24 zvětšením proudu do LP kolony 42 ventilem 54. Během této doby se přebytek nízkotlakého dusíkového produktu z potrubí 46 odvádí z LP kolony 42 ke snížení tlaku v koloně, a přídavný reflux udržuje čistotu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 na žádané hodnotě.

Naopak, jak stoupají tlaky v destilačním systému 24, to je jak roste nárok na množství plyného kyslíkového produktu, začne plyn v destilačním systému 24 kondenzovat na kapalinu a teplota v destilačním systému 24 začne stoupat. K vyrovnání se převede kapalný dusík z destilačního systému 24 do ukládací nádoby 60 zmenšením proudu do LP kolony 42 potrubím 54. Během této doby se méně nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 odvádí z LP kolony 42 pro zvýšení tlaku, takže snížení v refluxu pomáhá udržovat čistotu plyného kyslíkového produktu v potrubí 48 v mezích.

Podrobné řízení

Podrobnější pohled na řídicí systém odkrývá jediný přístup pro určení velikostí proudů s použitím strategie dopředné vazby založené na proudu plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 a přídatně použitím strategie zpětné vazby založené na měřeních čistoty. Myšlenka dopředné vazby řídicího systému použitelná jak pro skok nahoru tak pro skok dolů se jeví takto:

a) Žádaná velikost proudu plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 je určena nárokem zařízení IGCC.

b) Nárok plynného kyslíku v potrubí 48 se použije k výpočtu pomocí rovnováhy hmot žádaného proudu přiváděného vzduchu potrubím 20 do vysokotlaké kolony 30.

c) Řízení tlaku pro LP kolonu 42 je přímo závislé na změně tlaku přiváděného vzduchu potrubím 20:

$$\Delta P_{LP} = K_{LP} \Delta \cdot P_{vzd} \quad (\text{rov.1})$$

d) řízení čistoty pro nízkotlaký dusíkový produkt v potrubí 46 je řízeno refluxním proudem nečistého dusíku v potrubí 44. Předně, refluxní proud nízkotlakého dusíku potrubím 44 z HP kolony 30, označený $F_{neč\ ref}$, je přímo úměrný měřenému proudu přiváděného vzduchu v potrubí 20, označenému $F_{měř\ vzd}$. Tudiž platí

$$F_{neč\ ref} = K_{neč\ ref} \cdot F_{měř\ vzd} \quad (\text{rov.2})$$

Za druhé, řízení proudu pro reflux nečistého dusíku potrubím 44 do LP kolony 42 je založeno na stálém poměru mezi refluxním proudem nečistého dusíku potrubím 44 a proudem nízkotlakého dusíkového produktu potrubím 46. Nicméně tento poměr je korigován během stavů náhlých skoků výkonu. Příslušný vztah je:

$$\text{Poměr} = \text{Poměr}_{ss} + \Delta \text{Poměr}_{IN2} + \Delta \text{Poměr úrovně} \quad (\text{Rov.3})$$

kde $\Delta \text{Poměr}_{IN2}$ značí korekci následkem změny v recyklaci nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 50. Veličina $\Delta \text{Poměr úrovně}$ je výtok z regulátoru 124 úrovně ukládací nádoby 60 kapalného dusíku.

V jednom alternativním provedení je proud refluxu nečistého dusíku v potrubí 44 do LP kolony 42 řízen analýzou složení. Provádí se měření čistoty středního bodu v LP koloně 42. Toto měření zjišťuje pohyby páry, které, když je přebytek oproti předem určené hodnotě, ovládají proud přídatného kapalného dusíku z ukládací nádoby 60 pro kompenzaci snížení tlaku. Toto alternativní provedení přednostně vyžaduje analyzátor kyslíku s odpovídající odezvou a spolehlivostí.

e) Hladina kapalného dusíku v ukládací nádobě 60 přímo závisí na změně proudu plynného kyslíkového produktu v potrubí 48:

$$\Delta \text{Hladina} = K_{\text{Hladina}} \cdot \Delta F_{\text{O}_2} \quad (\text{rov.4})$$

f) Žádaná velikost proudu čistého dusíkového produktu v potrubí 32 je určena nárokem zařízení IGCC.

g) Proud recyklovaného nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 50 se reguluje k udržování proudu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46:

$$F_{\text{ReN}_2} = K_{\text{ReN}_2} + F_{\text{Exp}} + F_{\text{N}_2} + K_{\text{ReN}_2/\text{AIR}} (F_{\text{SPAIR}} - F_{\text{AIR}}) \quad (\text{rov.5})$$

kde K_{ReN_2} je lineární zatěžovací funkce:

$$\Delta K_{\text{ReN}_2} = K_{\text{ReN}_2/\text{O}_2} \Delta F_{\text{O}_2}$$

Tato je regulována regulátorem 56 průtoku a ventilem 82.

h) Zpoždovací prvek popisující posunutí mezi proudem vzduchu v potrubí 20 a proudem plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 je:

$$\Delta F_{\text{AIR}}^{\text{LAG}} = K_{\text{AIR}} \Delta F_{\text{O}_2} - K_{\text{AIR}}^{\text{LAG}} (F_{\text{AIR}}^{\text{LAG}} - F_{\text{AIR}}) \quad (\text{rov.6})$$

$$\text{kde } \Delta F_{\text{AIR}} = K_{\text{AIR}} \cdot \Delta F_{\text{O}_2}.$$

i) Řízení hladiny kapalně fáze v LP koloně 42 je závislé na rovnováze chlazení v destilačním systému 24 a může být založeno buď na proudu expandéru nebo na vytváření kapalného kyslíku. Přednostní provedení provádí řízení na základě proudu expandéru.

Zpětná vazba v řídicím systému pracuje s použitím měření čistoty pro zvláštní plyn nebo kapalinu, to je nízkotlaký dusíkový produkt v potrubí 46, plynný kyslíkový produkt v potrubí 48 a nečistý reflux dusíku v potrubí 44, pro přeměnu velikostí proudů k docílení zachování čistoty příslušného plynu nebo kapaliny. Zvláště je použito měřidlo 152 plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 pro přeměnu velikostí proudu regulátoru 26 pro proud přiváděného vzduchu potrubím 20. Také je použito měřidlo 150 nízkotlakého plynného dusíkového produktu v potrubí 46 pro přeměnu regulátoru 56 proudu recyklovaného proudu nízkotlakého plynného dusíkového produktu v potrubí 50. Konečně je použito měřidlo 112 čistoty nečistého refluxu dusíku v potrubí 44 pro přeměnu regulátoru 114 proudu pro proud refluxu nečistého dusíku.

Detaily tohoto řídicího systému byly vytvořeny s použitím přístrojů, které jsou v oboru školeným odborníkům dobře známe. Přístroje, které jsou znázorněny v obr.2, jsou regulátory tlaku

(PIC) 74, regulátory průtoku (FIC) 26,56,70,78,114,116,120 a 122, analytické regulátory (ARC) 112,150 a 152 pro regulaci čistoty, servo-ventily 22,52,54,82, servo-kompresory 72,76 a 80 a hlavní počítač 15 pro vzájemnou vazbu prvků a pro provádění nutných výpočtů řídicího systému pro skokové změny zátěže.

Pro lepší pochopení detailního řídicího systému a jeho vnitřních vztahů bude proveden následující popis způsobů provozu zařízení ASU 10 s konfigurací pro řízení skoků zátěže, zvláště způsobů provádění skoků, s odkazy na příslušná řízení.

Integrované zařízení ASU má tři základní provozní stavy. Jsou to: (a) ustálený stav, když je zařízení ASU 10 řízeno pro dosažení proudů produktů a čistot s maximální účinností, (b) skok dolů, když zařízení ASU 10 je řízeno na dosažení proudů produktů a čistot při poklesu nároku a poklesu tlaku vzduchu, a (c) skok nahoru, když zařízení ASU 10 je řízeno na dosažení proudů produktu a čistot během stoupajícího nároku a rostoucího tlaku vzduchu.

Ustálený stav

Podle obr.2 způsob řízení pro provoz v ustáleném stavu typicky obsahuje následující kroky. Proud stlačeného přiváděného vzduchu potrubím 20 do HP kolony 30 je regulován ventilem 22 v závislosti na nároku na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48. Přídavně je řízení nastaveno aby udržovalo správnou čistotu plynného kyslíkového produktu v potrubí 48. Tlak v LP koloně 42 je účinně regulován řízením proudu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 na nejvyšší možné hodnotě v souvislosti s úbytkem tlaku na ventilu 22 nutným pro schopnost regulace. Koncentrace kyslíku v nízkotlakém dusíkovém produktu v potrubí 46 je řízena refluxním proudem nečistého dusíku v potrubí 44 v kombinaci s recyklovaným proudem nízkotlakého dusíku v potrubí 50.

Skok dolů

Obecně skok dolů v zařízení ASU 10 obsahuje snížení tlaku přiváděného vzduchu v potrubí 20, které má za následek potenciální ztrátu řízení proudu vzduchu pokud tlaky v HP koloně 30 a v LP koloně 42 neklesnou na podobnou hodnotu. Je důležité, aby tlak v LP koloně 42 byl přesně nastaven pro daný proud přiváděného vzduchu potrubím 20 k udržování varu v LP koloně 42 pro splnění nároku na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48.

Pro snížení tlaku v LP koloně 42 proud nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 během skoku dolů vzroste více než úměrně ke proudu vzduchu. Nicméně toto nastavení samotné by mělo za následek odpaření zásoby kapalného kyslíku a vzniklá pára by zhoršila čistotu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46. Jiný kritický jev tedy je možné zhoršení čistoty nízkotlakého dusíkového produktu migrací par kyslíku. Tudiž ve spojení se zvětšením proudu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 se pro snížení tlaku v destilačním systému 24 zvětší refluxní proud kapalného dusíku v potrubí 44 pro zvýšení potřebného chlazení destilačního systému 24, kondenzaci kyslíkové páry a udržení čistoty nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46.

Se zvláštním přihlédnutím k rovnicím, je žádaný proud plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 určen nárokem zařízení IGCC a v tomto případě klesá. Tento klesající nárok je použit řízením 100 skoku pro výpočet předpověděné hodnoty přiváděného vzduchu v potrubí 20. Tato předpověděná hodnota se přes sečítací obvod 104 přičte k údaji zpětnovazebního měření čistoty měřidlem 152 plynného kyslíkového produktu v potrubí 48 k vypočtení předpověděné hodnoty pro regulátor 26 průtoku. Na proudu přiváděného vzduchu je závislý výpočet řízení tlaku v LP koloně 42. Změna tlaku v LP koloně 42 je přímo závislá na změně tlaku přiváděného vzduchu, viz obr.1. Protože proud přiváděného vzduchu v potrubí 20 klesá, klesá tlak v LP koloně 42. Předpověděná hodnota vypočtená použitím rov.1 řízením 100 skoku se přičte přes sečítací obvod 102 k výstupu regulátoru, který ovládá polohu ventilu 22 přiváděného vzduchu pro dosažení nejmenšího úbytku tlaku na ventilu 22 a zamezení jeho nasycení. Výstup sečítacího obvodu 102 nastavuje předpověděnou hodnotu tlaku pro regulátor 74 tlaku.

Když byl určen proud přiváděného vzduchu v potrubí 20 a bylo určeno řízení tlaku v LP koloně 42, následující parametr, který má být zachován, je čistota nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46. Ta je řízena refluxním proudem nečistého dusíku v potrubí 44. Předně, refluxní proud nečistého dusíku z HP kolony 30 přímo souvisí s měřeným proudem přiváděného vzduchu, viz rov.2. Protože proud přiváděného vzduchu v potrubí 20 klesá, bude také refluxní proud nečistého dusíku v potrubí 44 z HP kolony 30 klesat. Předpověděná hodnota vypočtená podle rov.2 řízením

100 skoku se přičte v sečítacím obvodu 110 předpověděné hodnoty k recyklačnímu proudu surového dusíku z měřidla 56 a měření čistoty refluxu nečistého dusíku měřidlem 112 pro výpočet nového refluxního proudu nečistého dusíku z HP kolony 30 řízeného ventilem 52.

Za druhé, refluxní proud nečistého dusíku do LP kolony 42 se vypočte z poměru refluxu nečistého dusíku v potrubí 44 k nízkotlakému dusíkovému produktu v potrubí 46 a z korekcí, viz rov.3. Protože proud nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 se zvětšil úměrně ke proudu přiváděného vzduchu v potrubí 20, aby pro řízení tlaku byl udržen stálý poměr mezi refluxem nečistého dusíku v potrubí 44 a nízkotlakým dusíkovým produktem v potrubí 46, vzroste reflux nečistého dusíku v potrubí 44. Protože klesl nárok na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48, klesla také hladina v ukládací nádobě 60, viz rovnici 4, a měření této hladiny měřidlem 124 se použije jako korekce v rov.3. Tyto výpočty se použijí pro určení nové předpověděné hodnoty pro ventil 54 pro řízení refluxního proudu nečistého dusíku v potrubí 44 do LP kolony 42. Reflux je zvláště kritický v řízení poměru kapaliny k páře (L/V) v horní části LP kolony 42, který ovlivňuje čistotu nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46.

Je to poměrný rozdíl mezi proudem z HP kolony 30 a proudem do LP kolony 42, který ovlivňuje čistý přenos kapalného dusíku nebo chladiwa z ukládací nádoby 60 do destilačního systému 24.

Skok nahoru

Pokračujeme s obr.2, potom skok nahoru v zařízení ASU 10 zahrnuje zvýšení tlaku přiváděného vzduchu v potrubí 20 do HP kolony 30. Následkem toho musí podobně stoupnout tlaky v HP koloně 30 a v LP koloně 42.

Pro zvýšení tlaku v LP koloně 42 klesá během skoku nahoru proud nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 o hodnotu, která je více než úměrná proudu přiváděného vzduchu. Nicméně toto nastavení samotné by mělo za následek zvýšenou kondenzaci a snížení čistoty plynného kyslíkového produktu. Stejně jako při skoku dolů, tlak a potřeba chladiwa jsou řízeny současně. Pro vyrovnání jevů zvýšeného tlaku je sníženo chlazení v destilačním systému 24 snížením refluxu nečistého dusíku v potrubí 44 a tím se vyhoví nároku na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48 při zachování čistoty plynného kyslíkového produktu.

Se zvláštním přihlédnutím k rovnicím je řádný proud plynného kyslíkového produktu v potrubí 43 určen nárokem zařízení IGCC, který v tomto případě roste. Tento zvýšený nárok je použit řízením 100 skoku pro výpočet předpověděné hodnoty proudu přiváděného vzduchu potrubím 20. Tato předpověděná hodnota se přičte v sečítacím obvodu 104 předpověděné hodnoty se zpětnovazební hodnotou čistoty měřenou měřidlem 152 pro plynný kyslíkový produkt v potrubí 43, pro výpočet předpověděné hodnoty proudu pro regulátor 26 průtoku. S proudem přiváděného vzduchu souvisí výpočet řízení tlaku LP kolony 42. Změna tlaku v LP koloně 42 je přímo závislá na změně tlaku přiváděného vzduchu, viz rov.1. Protože proud přiváděného vzduchu v potrubí 20 roste, tlak v LP koloně 42 bude stoupat. Předpověděná hodnota vypočítaná z rovnice 1 řízením 100 skoku se přičte ve sečítacím obvodu 102 předpověděné hodnoty k výstupu regulátoru, který ovládá polohu ventilu 22 přiváděného vzduchu k omezení na nejmenší míru pokles tlaku na ventilu 22 přiváděného vzduchu a k zamezení jeho nasycení. Výstup sečítacího obvodu 102 předpověděné hodnoty nastavuje předpověděnou hodnotu pro regulátor 74 tlaku.

Po určení proudu přiváděného vzduchu potrubím 20 a řízení tlaku v LP koloně 42 je další parametr, který má být udržován, čistota nízkotlakého dusíkového produktu. Tato je řízena refluxním proudem nečistého dusíku. Předně, refluxní proud nečistého dusíku z HP kolony 30 přímo závisí na měřeném proudu přiváděného vzduchu, viz rov.2. Protože proud přiváděného vzduchu v potrubí 20 roste, refluxní proud nečistého dusíku v potrubí 44 z HP kolony 30 také poroste. Předpověděná hodnota vypočítaná z rov.2 řízením 100 skoku se přičte ve sečítací jednotce 110 předpověděné hodnoty k recyklačnímu proudu surového dusíku měřenému měřidlem 56 a k výsledku měření čistoty recyklačního proudu nečistého dusíku měřidlem 112 pro výpočet nového refluxního proudu nečistého dusíku z HP kolony 30 řízeného ventilem 52.

Za druhé, refluxní proud nečistého dusíku v potrubí 44 do LP kolony 42 se vypočte z poměru refluxu nečistého dusíku v potrubí 44 k nízkotlakému dusíkovému produktu v potrubí 46, viz rov.3. Protože se proud nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46 zmenšil více než úměrně ke proudu přiváděného vzduchu pro řízení tlaku pro udržení stálého poměru mezi refluxním proudem nečistého dusíku v potrubí 44 a proudem nízkotlakého dusíkového produktu v potrubí 46, bude reflux nečistého

čusíku v potrubí 44 klesat. Dále, protože roste nárok na plynný kyslíkový produkt v potrubí 48, bude stoupat hladina v ukládací nádobě 60, viz rov.4. Řízení této hladiny měřičem 124 je použito jako korekce v rov.3. Tato výpočty jsou použity pro určení nové předpověděné hodnoty pro ventil 54 pro řízení refluxního toku nečistého dusíku potrubím 44 do LP kolony 42. Reflux je zvláště kritický při řízení poměru kapaliny k páře (L/V) v LP koloně 42, který má také vliv na čistotu plynného kyslíkového produktu v potrubí 48.

Ještě jednou, je to poměrný rozdíl mezi proudem z HP kolony 30 a proudem do LP kolony 42, který způsobuje čistý přenos kapalného dusíku nebo chladiwa z destilačního systému 24 do ukládací nádoby 60.

Jedno provedení zařízení ASU 10 znázorněného v obr.2 může mít následující konstanty pro použitelné rovnice a následující ladící parametry pro regulátory tlaku, regulátory průtoku a regulátory hladiny:

Název veličiny	Konstanty		
	Označení	Číselná hodnota	Jednotky
Proud vzduchu	K_{Air}	4,902	lbmol/lbmol
	$\frac{Lag}{K_{Air}}$	1,75	min ⁻¹
Proud čistého N ₂	K_{N2}		lbmol/lbmol
Recyklační proud N ₂	$K_{ReN2/Air}$	0,05	lbmol/lbmol
Tlak v LP koloně	K_{LP}	0,486	psia/lbmol
Nečistý reflux	$K_{neč ref}$	0,321	lbmol/lbmol
ILN Hladina v nádobě	$K_{hladina}$	1,12 *)	ft/lbmol

*) pro ILN plochu nádoby 70,0 ft²

Ladící parametry

Regulační smyčka	Lisk	Jednotky	Nastavení min ⁻¹
Proud vzduchu	0,005		0,5
Tlak LF kolony	-0,15	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ psi	1,5
Čistý reflux proud z HF kolony	0,015		1,0
Nečistý reflux Proud z LIN nádoby	4,0		1,5
Řízení proudu expandéru	2,0		1,5
Čistota O ₂ v kaskádě	4000	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ /frakce.O2	30,0
Čistota nečistého N ₂	-1000	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ /frakce.O2	15,0
Čistota nečistého refluxu	1000	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ /frakce.O2	5,0
Hladina LIN nádoby	-0,02	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ /ft	60,0
Hladina kapaliny HF kolony	-0,2	$\frac{\text{lbmol}}{\text{min}}$ /ft	1,0
Ventil přiváděného vzduchu otevřená smyčka	10,0	psi/frakce.otev	5,0

Ve výše uvedeném popisu se tekutina bohatá dusíkem odvádí z HP kolony 30 v místě ležícím o několik palců od vrcholu. Alternativně může být tato tekutina odváděna z kteréhokoli vhodného místa HP kolony 30. Obecně má být obsah dusíku v této tekutině bohaté dusíkem vyšší než 90%.

Předložený vynález byl popsán ve vztahu k jednomu specifickému provedení. Toto provedení nepředstavuje omezení rozsahu předloženého vynálezu, který je nárokován v následujících patentových nárocích.

P A T E N T O V Ě N Ā K O K Y

1. Způsob rozdělení přiváděného vzduchu v kryogenním destilačním systému, který má alespoň jednu destilační kolonu, ve které se vzduch rozděluje na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem, vyznačující se tím, že pro zachování požadavků čistoty během změn výstupního množství a změn tlaku přiváděného vzduchu se a) odvádí a ukládá chladivo ve formě tekutiny bohaté dusíkem z destilačního systému při stoupání tlaku přiváděného vzduchu a b) přidává se chladivo ve formě tekutiny bohaté dusíkem do destilačního systému z uložené tekutiny bohaté dusíkem při poklesu tlaku přiváděného vzduchu.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že kroky (a) a (b) dále zahrnují krok odvádění, ukládání a přivádění chladiva cestou refluxního proudu tekutiny bohaté dusíkem v destilačním systému.
3. Způsob podle bodu 2, vyznačující se tím, že krok ukládání chladiva obsahuje ukládání chladiva v ukládací nádobě a provádějí se další kroky regulace refluxního proudu před ukládací nádobou a regulace refluxního proudu za ukládací nádobou vzhledem ke směru proudu.
4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že krok ukládání chladiva dále obsahuje ukládání chladiva v ukládací nádobě.
5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že destilační systém je dvoukolonový systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu, nízkotlakou destilační kolonu a refluxní cestu z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony.
6. Způsob podle bodu 5, vyznačující se tím, že krok (a) dále obsahuje krok zmenšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně proudu přiváděného vzduchu když roste jeho tlak.
7. Způsob podle bodu 5, vyznačující se tím, že krok (b) dále obsahuje krok zvětšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrně proudu přiváděného vzduchu když klesá jeho tlak.
8. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že tekutina bohatá dusíkem obsahuje alespoň 90% dusíku.
9. Způsob rozdělení vzduchu v kryogenním destilačním systému majícím alespoň jednu destilační kolonu, kde se vzduch rozděluje alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou

dusíkem, vyznačující se tím, že pro zachování požadavků čistoty při (1) zvětšování výstupního množství a zvyšování tlaku přiváděného vzduchu a (2) zmenšování výstupního množství a snižování tlaku přiváděného vzduchu se (a) v destilačním systému vytvoří refluxní proud tekutiny bohaté kyslíkem, (b) odvede se a uloží se část tekutiny refluxního proudu bohaté dusíkem když roste výstupní množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (c) do refluxního proudu se přidává část uložené tekutiny bohaté dusíkem když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

10. Způsob podle bodu 9, vyznačující se tím, že destilační systém je dvoukolonový systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu, nízkotlakou destilační kolonu a refluxní cestu z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony.

11. Způsob podle bodu 10, vyznačující se tím, že krok (b) dále obsahuje krok zmenšení proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrné proudu přiváděného vzduchu když jeho tlak stoupá.

12. Způsob podle bodu 10, vyznačující se tím, že krok (c) dále obsahuje krok zvětšování proudu složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony úměrné proudu přiváděného vzduchu když jeho tlak klesá.

13. Způsob podle bodu 9, vyznačující se tím, že destilační systém je dvoukolonový destilační systém obsahující vysokotlakou destilační kolonu a nízkotlakou destilační kolonu, ve které se provádí další krok recyklace části složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony do vysokotlaké destilační kolony.

14. Způsob podle bodu 13, vyznačující se tím, že se provádí další krok regulace recyklace části složky bohaté dusíkem pro zachování čistoty složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony.

15. Kryogenní destilační systém vyznačující se tím, že obsahuje alespoň jednu destilační kolonu pro rozdělení vzduchu alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem pro výkonové zařízení (IGCC) integrovaného zplynovacího kombinovaného cyklu, ve kterém jsou požadavky čistoty zachovány při změnách výstupního množství nárokováného IGCC a během změn tlaku přiváděného vzduchu, dále obsahuje prostředek pro refluxní proud pro destilační systém pro vytváření refluxního proudu tekutiny bohaté dusíkem, ukládací prostředek připojený k prostředku pro refluxní proud pro ukládání tekutiny bohaté dusíkem a prostředek pro řízení refluxního

proudu (1) pro odvádění tekutiny bohaté dusíkem z prostředku pro pro refluxní proud a ukládání tekutiny bohaté dusíkem v ukládacím prostředku když roste výstupní množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (2) pro přidávání tekutiny bohaté dusíkem z ukládacího prostředku do prostředku pro refluxní proud když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

16. Kryogenní destilační systém podle bodu 15, vyznačující se tím, že ukládací prostředek obsahuje ukládací nádobu a dále obsahuje prostředek pro regulaci refluxního proudu před i za ukládací nádobou vzhledem ke směru proudu.

17. Způsob rozdělení vzduchu ve dvoukolonovém kryogenním destilačním systému majícím nízkotlakou destilační kolonu, vysokotlakou destilační kolonu a refluxní proud z vysokotlaké destilační kolony do nízkotlaké destilační kolony, kde se vzduch rozděluje alespoň na složku bohatou kyslíkem a na složku bohatou dusíkem, vyznačující se tím, že pro požadavky udržování čistoty při změnách výstupního množství a tlaku přiváděného vzduchu obsahuje kroky (a) při zvětšování kyslíkové výstupní složky se zvýší tlak přiváděného vzduchu a zmenší se proud složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony, čímž stoupne tlak v nízkotlaké destilační koloně, (b) při zmenšení kyslíkové výstupní složky se sníží tlak přiváděného vzduchu a zvětší se proud složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony, čímž klesne tlak v nízkotlaké destilační koloně, (c) odvede se a uloží se část tekutiny refluxního proudu bohatého dusíkem při zvětšování výstupního množství a stoupá tlak přiváděného vzduchu a (d) k refluxnímu proudu se přidá část uložené tekutiny bohaté dusíkem když klesá výstupní množství a klesá tlak přiváděného vzduchu.

18. Způsob podle bodu 17, vyznačující se tím, že se provádí další krok měření čistoty složky bohaté kyslíkem z nízkotlaké destilační kolony a reguluje se tlak přiváděného vzduchu v závislosti na měření čistoty kyslíkové složky.

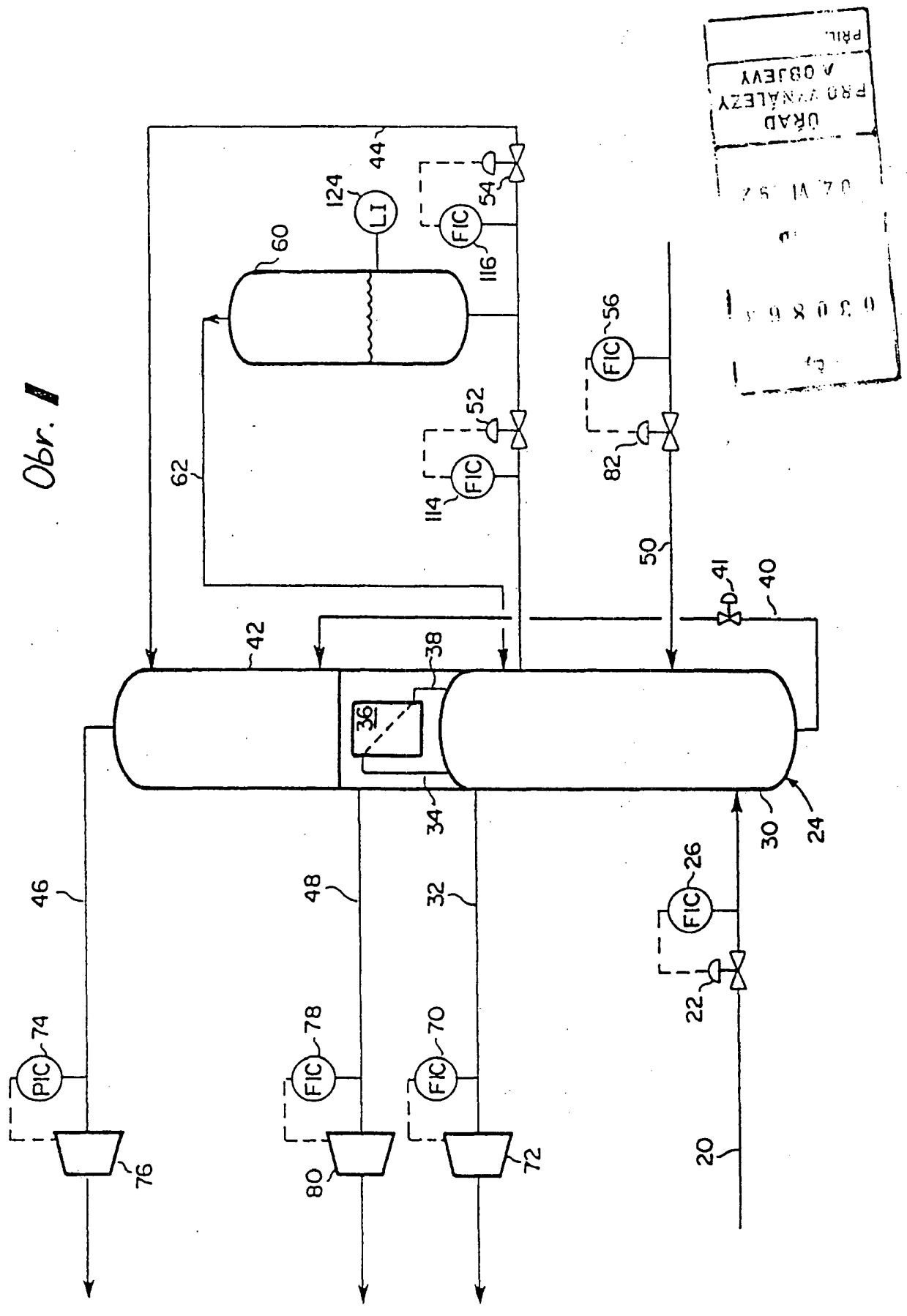
19. Způsob podle bodu 17, vyznačující se tím, že se provádí další krok měření čistoty složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony a reguluje se část složky bohaté dusíkem z nízkotlaké destilační kolony v závislosti na měření čistoty.

20. Způsob podle bodu 17, vyznačující se tím, že se provádí další krok měření čistoty refluxního proudu a reguluje se refluxní proud v závislosti na měření čistoty.

PV1692 - 92

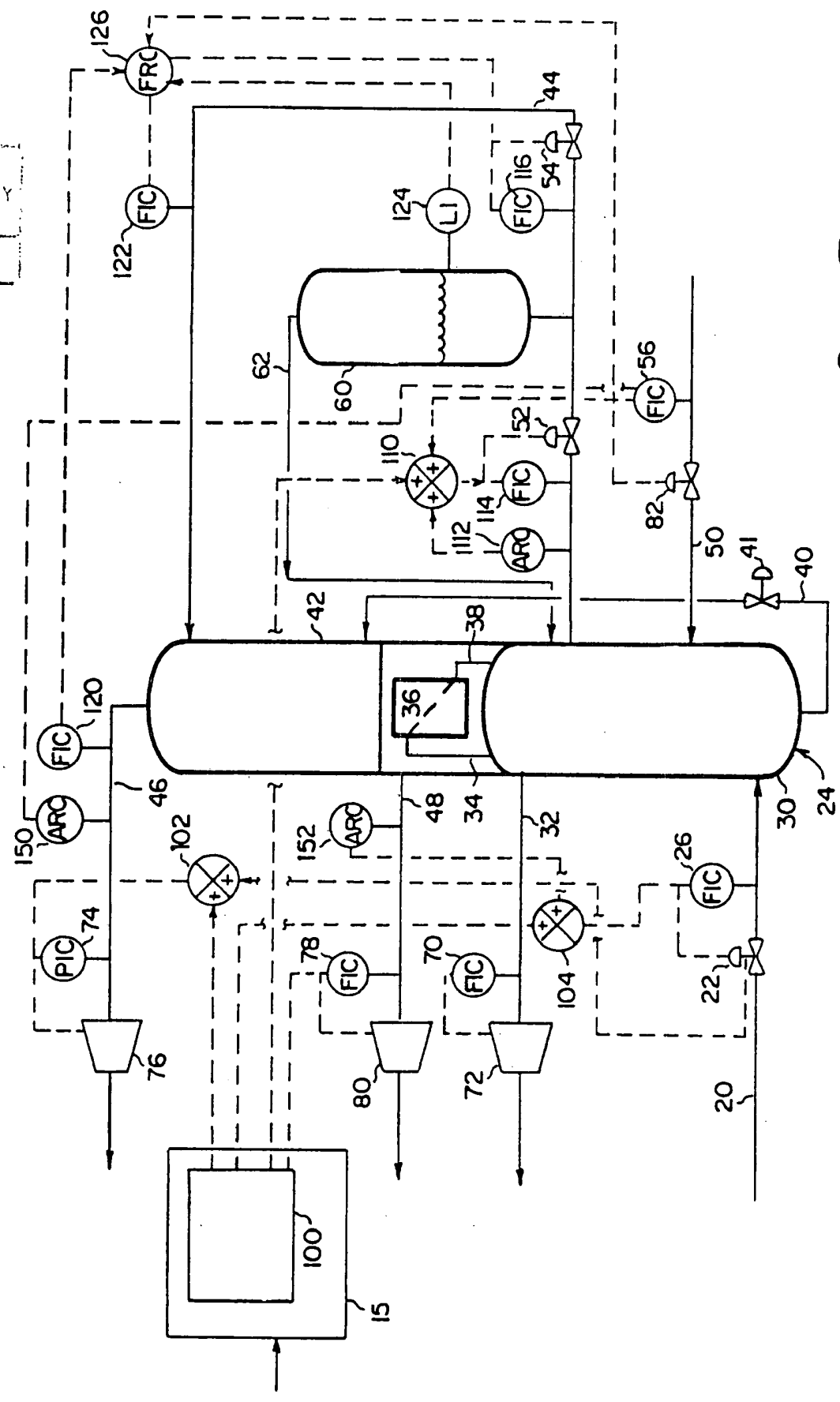
TECHNICAL

Obr. 1



PV 16 92 - 92

BRAD
PAP NÁLEZY
A OBJEVY
PRIL.



Obr. 2

PV 1692-92

ÚRAD
PRO VYŽÁDKY
A OBJEVY
PŘÍL.

Obr. 3

