



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 399 197 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
24.06.92 Patentblatt 92/26

(51) Int. Cl.⁵ : **F25J 3/04**

(21) Anmeldenummer : **90106968.2**

(22) Anmeldetag : **11.04.90**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft.**

(30) Priorität : **27.04.89 DE 3913880**

(73) Patentinhaber : **Linde Aktiengesellschaft
Abraham-Lincoln-Strasse 21
W-6200 Wiesbaden (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
28.11.90 Patentblatt 90/48

(72) Erfinder : **Rohde, Wilhelm
Forstenrieder Allee 20
W-8000 München 71 (DE)**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
24.06.92 Patentblatt 92/26

(74) Vertreter : **Schaefer, Gerhard, Dr.
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
W-8023 Höllriegelskreuth (DE)**

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE DE ES FR GB IT NL SE

(56) Entgegenhaltungen :
**FR-A- 1 166 300
FR-A- 1 267 502
LINDE, Nr. 54, 1984, Seiten 18-20; W. ROHDE:
"Luftzerlegungsanlage mit Wechselspeiche-
rung für variable Sauerstofflieferung"**

EP 0 399 197 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft mit variabler Sauerstoffproduktion, bei denen Luft verdichtet, vorgereinigt, abgekühlt und in der Druckstufe einer zweistufigen Rektifikation in eine sauerstoffreiche flüssige Fraktion und in eine Stickstofffraktion vorzerlegt und die sauerstoffangereicherte flüssige Fraktion in die Niederdruckstufe der Rektifikation, die mit der Druckstufe in wärmetauschender Verbindung steht, eingeleitet und weiter in eine Sauerstoff- und in eine Stickstofffraktion zerlegt wird und bei dem bei erhöhtem Sauerstoffbedarf Sauerstoff aus einem Sauerstofftank entnommen und bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf dem Sauerstofftank flüssiger Sauerstoff aus der Niederdruckstufe zugeführt wird. Ein desartiges Verfahren ist beispielsweise aus "LINDE-Berichte aus Technik und Wissenschaft", 54/1984, Seiten 18-20 bekannt.

In verschiedenen Industriezweigen unterliegt der Sauerstoffbedarf größeren Schwankungen in Zeitspannen von Minuten, Stunden oder Tagen. Wegen der Trägheit eines Tieftemperatur-Luftzerlegers wäre eine Anpassung einer solchen Anlage durch kurzzeitige Veränderung der Menge an zugeführter Luft und gleichzeitiger Änderung der Umsätze in den Rektifizierkolonnen unwirtschaftlich. Außerdem hätte eine solche Verfahrensweise ungünstige Auswirkungen auf die Effektivität des Trennprozesses.

Andererseits ist es ebenso ungünstig, überschüssigen Sauerstoff in Gasdruckbehältern zu speichern und diesen dann bei erhöhtem Bedarf wieder zu entnehmen. Zu diesem Zweck würden große Gasdruckbehälter und zusätzliche Verdichtungsenergie benötigt.

Aus diesen Gründen wurde ein Verfahren für eine flexible Sauerstoffproduktion entwickelt, bei dem Zerlegungsprodukte in flüssigem Zustand der Rektifikation entnommen und in Flüssigtanks zu speichern. Ein solches Verfahren mit je einem Behälter für Sauerstoff und Stickstoff ist aus den Linde-Berichten aus Technik und Wissenschaft Nr. 54/1984, Seiten 18 bis 20 bekannt.

Bei dem vorveröffentlichten Verfahren wird während der Zeit, in der mehr gasförmiger Sauerstoff benötigt wird, als der Apparat aufgrund der eingebrachten Luftmenge erzeugen kann, dem Sumpf der Niederdruckstufe flüssiger Sauerstoff aus dem Sauerstofftank zugeführt und dort im Wärmeaustausch mit Druckstickstoff am Kopf der Druckstufe verdampft. Stickstoff wird bei dem Wärmeaustausch verflüssigt, der Druckstufe entnommen und im Stickstofftank gespeichert. In Zeiten, in denen überschüssiger gasförmiger Sauerstoff anfällt, steht dann der gespeicherte flüssige Stickstoff als Rücklauf in der Niederdrucksäule zur Verfügung; überschüssiger Sauerstoffs wird dem Sumpf der Niederdrucksäule flüssig entnommen und im Sauerstofftank gespeichert.

Bei dem bekannten Verfahren mit Wechselspeicherung mittels zwei Flüssigkeitstanks bleibt die zerlegte Luftmenge immer konstant. Man erreicht damit einen stationären Betrieb der Rektifikation sowohl in der Druck- als auch in der Niederdruckstufe.

Bei erhöhtem Sauerstoffbedarf ist es jedoch notwendig, am Kopf der Druckstufe gasförmigen Stickstoff zur Verfügung zu haben, um damit flüssigen Sauerstoff im Sumpf der Niederdruckstufe verdampfen und anschließend als gasförmiges Produkt entnehmen zu können. Aus diesem Grund muß bei Normallast eine gewisse Menge gasförmiger Druckstickstoff entnommen werden, um konstante Säulenumsätze einhalten zu können. Diese bei Normallastbetrieb entnommene Druckstickstoffmenge steht dann bei erhöhtem Sauerstoffbedarf zum Verdampfen von Sauerstoff zu Verfügung. Sie beeinflußt aber nicht die Rektifikation, da einerseits am Kopf der Drucksäule verflüssigter Stickstoff und andererseits vom Sumpf der Niederdrucksäule verdampfender Sauerstoff sofort abgezogen werden und nicht am jeweiligen Säulenumsatz teilnehmen. Der zusätzlich anfallende flüssige Stickstoff wird im Stickstofftank gespeichert, der verdampfte Sauerstoff ist das gewünschte zusätzliche Produkt.

Die Menge an zusätzlich entnehmbarem Sauerstoff, also die Schwankungsbreite der Produktmenge, wird durch die Menge an im Normallastfall gasförmig abgezogenem Druckstickstoff eingestellt. Dieser Teil des in der Druckstufe erzeugten Stickstoffs wird grundsätzlich nicht auf die Niederdruckstufe aufgegeben, sondern aus dem Verfahren entnommen, entweder direkt als gasförmiges Produkt (im Normallastfall und bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf) oder durch Zwischenspeicherung im Stickstofftank (bei erhöhtem Sauerstoffbedarf). Unabhängig von der momentan gefahrenen Last steht diese Stickstoffmenge also nicht als Rücklauf für die Niederdruckstufe zur Verfügung.

Dieser Mangel an Rücklauf wirkt sich ungünstig auf die Rektifikation in der Niederdruckstufe aus. Diese Auswirkungen sind besonders gravierend, wenn im Anschluß an die Luftzerlegung Argon gewonnen werden soll. Zu diesem Zweck erfolgt ein Anstich in der Niederdruckstufe an einer Stelle erhöhter Argonkonzentration, dem sogenannten Argonbauch. Die Ausbildung dieses Argonbauches hängt allerdings stark vom Rücklaufverhältnis ab. Die Argonkonzentration an dieser Stelle und damit die mögliche Argonausbeute sinken, wenn weniger als die gesamte in der Druckstufe erzeugte Stickstoffmenge flüssig auf die Niederdruckstufe aufgegeben wird. Deshalb sind die Rektifikationsverhältnisse in der Niederdrucksäule und speziell die Argonausbeute bei dem vorbekannten Verfahren zur variablen Sauerstoffgewinnung nicht zufriedenstellend, und zwar umso mehr,

je größer die Schwankungsbreite der Sauerstoffproduktion eingestellt wird.

Aufgabe der Erfindung ist nun, ein Verfahren zu entwickeln, das eine variable Sauerstoffgewinnung mit günstigeren Produktausbeuten, insbesondere bei einer angeschlossenen Argonrektafikation, ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei erhöhtem Sauerstoffbedarf der Umsatz in der Druckstufe erhöht und mindestens ein Teil der sauerstoffangereicherten flüssigen Fraktion in einen Flüssiglufttank eingeführt und dort gespeichert wird und daß bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf der Umsatz in der Druckstufe vermindert und sauerstoffangereicherte flüssige Fraktion aus dem Flüssiglufttank entnommen und der Rektifikation zugeführt wird.

Die erfindungsgemäße Zwischenspeicherung von Sumpfflüssigkeit aus der Druckstufe erlaubt eine Betriebsweise der Anlage, bei der einerseits die Rücklaufverhältnisse in Druck- und Niederdruckstufe und der Umsatz in der Niederdruckstufe konstant gehalten werden kann, andererseits kann im Normallastfall der gesamte in der Druckstufe erzeugte Stickstoff flüssig abgezogen und der Niederdruckstufe zugeführt werden. Damit steht die optimale Menge an Rücklauf für die Niederdruckrektifikation zur Verfügung, die maximal erreichbare Argonkonzentration wird erzielt.

Dies wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß zusätzlich benötigter Sauerstoff durch erhöhten Umsatz in der Druckstufe verdampft wird. Die dabei anfallende erhöhte Menge an Sumpfflüssigkeit kann in dem zusätzlichen Flüssiglufttank gespeichert werden und steht bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf zur Einspeisung in die Niederdrucksäule wieder zur Verfügung. Der am Kopf der Drucksäule gegen verdampfenden Sauerstoff zusätzlich verflüssigte Stickstoff wird wie bei dem vorbekannten Verfahren in einen Stickstofftank abgeführt.

Zu diesem Zweck ist es günstig, wenn gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung bei erhöhtem Sauerstoffbedarf die zugeführte Luftmenge erhöht wird. Dies bewirkt die gewünschte Erhöhung des Säulenumsatzes und damit die Verdampfung der zusätzlich aus dem Sauerstofftank in den Sumpf der Niederdrucksäule eingeführten Flüssigkeit. Umgekehrt wird bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf die Luftzufluhr gedrosselt und Flüssigkeit aus dem Flüssiglufttank und dem Stickstofftank entnommen, um die Umsätze in der Niederdrucksäule konstant zu halten. Durch den geringeren Umsatz am Kopf der Druckstufe wird ein geringerer Teil des in der Niederdrucksäule anfallenden Sauerstoffs verdampft. Die entsprechende Menge wird flüssig abgezogen und in dem Sauerstofftank gespeichert.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhafterweise so gesteuert, daß bei Schwankungen der produzierten Sauerstoffmenge sowohl das Rücklaufverhältnis als auch der Umsatz in der Niederdruckstufe im wesentlichen konstant gehalten werden. In der Druckstufe bleibt das Rücklaufverhältnis ebenfalls konstant.

Um neben Sauerstoff und Stickstoff auch Argon zu gewinnen, kann dem mittleren Bereich der Niederdruckstufe eine argonhaltige Sauerstofffraktion entnommen und in einer Rohargonrektifikation in Rohargon und in eine Restfraktion zerlegt werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei eine besonders hohe Ausbeute an Argon und damit eine sehr wirtschaftliche Verfahrensführung möglich.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens mit einer zweistufigen Rektifizierkolonne, welche aus einer Drucksäule und einer Niederdrucksäule mit einem gemeinsamen Kondensator/Verdampfer besteht, einem Stickstofftank, der mittels Stickstoffleitungen mit Druck- und Niederdrucksäule verbunden ist, und mit einem Sauerstofftank, welcher mittels Sauerstoffleitungen mit der Niederdrucksäule verbunden ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist gekennzeichnet durch einen Flüssiglufttank, eine erste Flüssigluftleitung zwischen dem Sumpf der Drucksäule und dem Flüssiglufttank und eine zweite Flüssigluftleitung, welche Flüssiglufttank und Niederdrucksäule verbindet.

Um eine solche Vorrichtung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zu steuern, müssen verschiedene Parameter gemessen werden. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung Meßeinrichtungen für den Flüssigkeitsstand im Drucksäulen- und Niederdrucksäulensumpf, eine Durchflußmeßeinrichtung in der Stickstoffleitung zwischen Drucksäule und Stickstofftank, Drosselinrichtungen zur Steuerung des Durchflusses in Flüssigluft-, Sauerstoff- und Stickstoffleitung und Regelungseinrichtungen aufweist, welche mit den Meßeinrichtungen verbunden sind und die Drosselinrichtungen steuern.

Die Erfindung und nähere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Schemaskizze.

Luft wird durch einen Luftverdichter 1 angesaugt, anschließend vorgekühlt und -gereinigt (2) und über Leitung 3 durch einen Hauptwärmetauscher 4 geführt, in dem sie im Gegenstrom zu Produktgasen abgekühlt wird. 70 bis 95%, vorzugsweise 88% der Luft werden bis zum kalten Ende des Hauptwärmetauschers 4 geführt und über Leitung 5 mit einer Temperatur von 95 bis 105K und unter einem Druck von 4 bis 8 bar in die Druckstufe 10 einer zweistufigen Rektifikation 9 eingespeist.

Der restliche Anteil der Luft wird bei einer Temperatur von 130 bis 190 K aus dem Hauptwärmetauscher 4 über Leitung 6 herausgeführt, in einer Entspannungsturbine 7 auf einen Druck von 2,0 bis 1,1 bar entspannt und der Niederdruckstufe 11 der Rektifikation 9 zugeführt.

In der Druckstufe 10 wird die über Leitung 5 eingeleitete Luft in flüssigen Stickstoff und in eine sauerstoffangereicherte Sumpfflüssigkeit zerlegt. Beide Fraktionen werden flüssig entnommen, der Stickstoff über Leitung 14 und die Sumpfflüssigkeit über Leitung 12. Der Stickstoff wird mit Hilfe des Ventils 134 entspannt und in einen Stickstofftank eingespeist, der flüssigen Stickstoff unter einem Druck von 1 bis 6 bar speichert. Die Flüssigkeit wird mindestens teilweise über Leitung 37 weitergeführt, in einem Wärmetauscher 23 unterkühlt und über Leitung 15 auf den Kopf der Niederdruckstufe 11 aufgegeben.

Die Sumpfflüssigkeit in Leitung 12 wird ebenfalls entspannt (Ventil 132) und in einen Flüssiglufttank 40, in dem ähnliche Druckverhältnisse wie im Stickstofftank 35 herrschen, eingeführt. Dem Tank 40 wird über Leitung 42 Flüssigkeit entnommen, im Wärmetauscher 23 abgekühlt und über Leitung 13b in die Niederdruckstufe 11 eingeführt. Dort wird die sauerstoffangereicherte Flüssigkeit aus der Druckstufe 10 weiter zerlegt.

Als Hauptprodukt wird der Niederdruckstufe 11 gasförmiger Sauerstoff oberhalb des Sumpfes über Leitung 16 entnommen und im Hauptwärmetauscher 4 auf nahezu Umgebungstemperatur angewärmt (Leitung 19). Als Nebenprodukt anfallender Stickstoff wird am Kopf über Leitung 18 abgezogen, in Wärmetauscher 23 gegen die flüssigen Fraktionen 37 und 42 aus der Druckstufe 10 bzw. aus den Tanks 35, 40 angewärmt, über Leitung 19 durch den Hauptwärmetauscher 4 geführt und dort weiter bis auf im wesentlichen Umgebungstemperatur erwärmt.

Über Leitung 30 kann mittels der Pumpe 31 flüssiger Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruckstufe 11 abgezogen und in einen Sauerstofftank 32 eingeführt werden. In umgekehrter Richtung kann über Leitung 34 Flüssigkeit aus dem Sauerstofftank 32 in die Niederdrucksäule 11 eingespeist werden.

An einer Stelle mit relativ hoher Argonkonzentration, dem "Argonbauch", wird über Leitung 20 eine argonreiche Sauerstofffraktion aus der Niederdruckstufe 11 abgezogen, einer Rohargonrektifikation 21 zugeführt und dort in Rohargon, das über Leitung 22 am Kopf der Rohargonrektifikation 21 abgezogen wird, und in eine flüssige Restfraktion, die über Leitung 20 in die Niederdruckstufe 11 zurückfließt, zerlegt.

Der Kopf der Rohargonrektifikation 21 wird durch Flüssigkeit aus dem Sumpf der Drucksäule 10 bzw. aus dem Flüssiglufttank 40 gekühlt. Zu diesem Zweck zweigt von Leitung 42 eine Nebenleitung 24 ab und führt in den Kopfkondensator 45 der Rohargonrektifikation 21. Die dort verdampfte sauerstoffangereicherte Luft wird über Leitung 46 abgezogen und über Leitung 13a etwas unterhalb der Einspeisestelle der flüssigen Fraktion (Leitung 13b) in die Niederdruckstufe 11 eingeführt.

Im folgenden wird nun beschrieben, auf welche Weise bei dem Verfahren des Ausführungsbeispiels die erfindungsgemäße Art des Lastwechsels vorgenommen wird. Exemplarisch sei dazu ein Umschalten von Normallast auf erhöhte Sauerstoffproduktion geschildert.

Wenn die über Leitung 16 entnommene Sauerstoffmenge erhöht werden soll, wird am Luftverdichter 1 ein erhöhter Durchfluß eingestellt. Die Durchflußmenge wird durch die Meßeinrichtung 125, die mit dem Luftverdichter 1 verbunden ist (in der Figur gestrichelt eingezeichnete Leitung), überwacht.

Der Durchfluß durch Leitung 6 über die Entspannungsturbine 7 zur Niederdruckstufe 11 wird im wesentlichen konstant gehalten, indem gemäß den von der Meßeinrichtung 127 angezeigten Werten der Durchfluß durch die Expansionsturbine 7 gesteuert wird (siehe gestrichelte Linie in der Zeichnung).

Die vom Luftverdichter 1 zusätzlich angesaugte Luftmenge wird also praktisch vollständig in die Druckstufe 10 eingeführt und erhöht dort den Säulenumsatz. Beispielsweise muß zur Entnahme einer um 25% erhöhten Menge an gasförmigem Produktsauerstoff die Gesamtluftmenge um ca. 6.8% gesteigert werden.

Entsprechend der zusätzlichen Luftmenge muß mehr Flüssigkeit über die Leitungen 14 und 12 abgezogen werden. Dieser Vorgang wird von den Meßeinrichtungen 124 und 122 für den Durchfluß in Leitung 14 und für den Flüssigkeitsstand in der Druckstufe 10 in Verbindung mit den Steuerventilen 132, 134 geregelt. Die über die Leitung 15 und 13b eingespeisten Flüssigkeitsmengen werden konstant gehalten (Durchflußmessungen 127, 128). Überschüssige Flüssigkeit aus der Druckstufe wird im Stickstofftank 35 bzw. im Flüssiglufttank 40 gespeichert.

Der vergrößerte Umsatz in der Druckstufe 10 bewirkt nun einen erhöhten Wärmeeintrag über den Kondensator/Verdampfer 48 in den Sumpf der Niederdruckstufe 11. Der zusätzlich verdampfte Sauerstoff kann über Leitung 16 als erhöhte Produktmenge abgezogen werden. Dieser Vorgang wird über den Durchflußmesser 126 und Ventil 136 in Leitung 17 geregelt. Um die Rektifikation in der Niederdruckstufe 11 aufrecht zu erhalten, wird eine dem zusätzlich entnommenen Sauerstoffgas entsprechende Menge flüssigen Sauerstoffs aus dem Sauerstofftank 32 entnommen (Leitung 34). Der Nachschub an flüssigem Sauerstoff wird mittels der Flüssigkeitsstandmessung 123 am Sumpf der Niederdruckstufe 11 und des Ventils 133 geregelt.

Wenn unterdurchschnittlich viel Sauerstoff produziert werden soll, wird umgekehrt die in die Druckstufe 10 eingeführte Luftmenge verringert, zusätzlich Flüssigkeit aus dem Stickstofftank 35 und dem Flüssiglufttank 40 in die Niederdruckstufe eingeführt und Sauerstoff flüssig aus dem Sumpf der Niederdruckstufe 11 in den Sauerstofftank 32 abgeführt.

Der Druck in den Flüssigkeitstanks 32, 35, 40 wird mittels Meßeinrichtungen 101, 102, 103 überwacht.

Falls nötig, wird durch Öffnung der Ventile 111, 112 bzw. 113 Gas aus den Tanks 32, 35, 40 abgelassen, aus dem Flüssiglufttank 40 über Leitung 41 und 13a in die Niederdruckstufe, aus dem Sauerstofftank 32 über Leitung 33 in die Produktleitung 17 und aus dem Stickstofftank 35 über Leitung 36 in die Produktleitung 19.

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft mit variabler Sauerstoffproduktion, bei dem Luft verdichtet (1), vorgereinigt (2), abgekühlt (4) und in der Druckstufe (10) einer zweistufigen Rektifikation (9) in eine sauerstoffreiche flüssige Fraktion (12) und in eine erste Stickstofffraktion (14) vorzerlegt und die sauerstoffangereicherte flüssige Fraktion (12) in die Niederdruckstufe (11) der Rektifikation (9), die mit der Druckstufe (10) in wärmetauschender Verbindung (48) steht, eingeleitet (13a,13b) und weiter in eine Sauerstoff- (16,30) und in eine zweite Stickstofffraktion (18) zerlegt wird und bei dem bei erhöhtem Sauerstoffbedarf Sauerstoff aus einem Sauerstofftank (32) entnommen und bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf dem Sauerstofftank (32) flüssiger Sauerstoff aus der Niederdruckstufe (11) zugeführt (30) wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei erhöhtem Sauerstoffbedarf der Umsatz in der Druckstufe (10) erhöht und mindestens ein Teil der sauerstoffangereicherten flüssigen Fraktion (12) in einen Flüssiglufttank (40) eingeführt und dort gespeichert wird und daß bei erniedrigtem Sauerstoffbedarf der Umsatz in der Druckstufe (10) vermindert und sauerstoffangereicherte flüssige Fraktion (12) aus dem Flüssiglufttank (40) entnommen und der Rektifikation (9) zugeführt wird.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Schwankungen der produzierten Sauerstoffmenge sowohl das Rücklaufverhältnis als auch der Umsatz in der Niederdruckstufe (11) im wesentlichen konstant gehalten werden.

20

3. Verfahren nach Ansprache 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem mittleren Bereich der Niederdruckstufe (11) eine argonhaltige Sauerstofffraktion (20) entnommen und in einer Rohargonrektifikation (21) in Rohargon (22) und in eine Restfraktion (20) zerlegt wird.

25

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit einer zweistufige Rektifizierkolonne (9), bestehend aus Drucksäule (10) und Niederdrucksäule (11), mit einem gemeinsamen Kondensator/Verdampfer (48), einem Stickstofftank (35), der mittels Stickstoffleitungen (14;37,15) mit Druck- und Niederdrucksäule (10,11) verbunden ist, und einem Sauerstofftank (32), welcher mittels Sauerstoffleitungen (30,13a,13b) mit der Niederdrucksäule verbunden ist, **gekennzeichnet durch** einen Flüssiglufttank (40), eine Leitung (12) zwischen dem Sumpf der Drucksäule (10) und dem Flüssiglufttank (40) und eine weitere Leitung (41,13a;42,13b), welche Flüssiglufttank (40) und Niederdrucksäule (11) verbindet.

30

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** Meßeinrichtungen (122,123) für den Flüssigkeitsstand im Drucksäulen- und Niederdrucksäulensumpf, mit einer Durchflußmeßeinrichtung (124) in der Stickstoffleitung (14) zwischen Drucksäule (10) und Stickstofftank (35), mit Drosseleinrichtungen (132,133,134) zur Steuerung des Durchflusses in Flüssigluft- (12), Sauerstoff- (30) und Stickstoffleitung (14) und mit Regelungseinrichtungen, welche mit den Meßeinrichtungen (122,123,124) verbunden sind und die Drosseleinrichtungen (132,133,134) steuern.

40

Claims

1. A process for the low-temperature separation of air with variable oxygen production, wherein air is compressed (1), pre-purified (2), cooled (4) and pre-separated in the pressure stage (10) of a two-stage rectification column (9) into an oxygen-rich liquid fraction (12) and into a first nitrogen fraction (14), and the oxygen-enriched, liquid fraction (12) is introduced (13a,13b) into the low-pressure stage (11) of the rectification column (9) which is coupled to the pressure stage (10) in a heat-exchanging connection (48) and is further separated into an oxygen fraction (16, 30) and a second nitrogen fraction (18), and wherein in the case of an increased oxygen requirement oxygen is withdrawn from an oxygen tank (32) and in the case of a reduced oxygen requirement liquid oxygen is supplied (30) to the oxygen tank (32) from the low-pressure stage (11), characterised in that in the case of an increased oxygen requirement the conversion rate in the pressure stage (10) is increased and at least a part of the oxygen-enriched, liquid fraction (12) is introduced into a liquid air tank (40) and stored therein and that in the case of a reduced oxygen requirement the conversion rate in the pressure stage (10) is reduced and oxygen-enriched, liquid fraction (12) is withdrawn from the liquid air tank (40) and supplied to the rectification column (9).

45

2. A process as claimed in Claim 1, characterised in that in the event of fluctuations in the quantity of produced oxygen, both the reflux ratio and the conversion rate in the low-pressure stage (11) are maintained substantially constant.

3. A process as claimed in Claims 1 or 2, characterised in that an oxygen fraction (20) containing argon is withdrawn from the central region of the low-pressure stage (11) and is separated into crude argon (22) and a residual fraction (20) in a crude argon rectification stage (21).

4. A device for the execution of the process claimed in one of Claims 1 to 3, comprising a two-stage rectifier column (9) composed of a pressure stage (10) and a low-pressure stage (11), with a common condenser/vaporizer (48), a nitrogen tank (35) which is connected by means of nitrogen lines (14; 37, 15) to the pressure- and low-pressure stages (10, 11), and with an oxygen tank (32) which is connected by means of oxygen lines (30, 13a, 13b) to the low-pressure stage, characterised by a liquid air tank (40), a line (12) between the sump of the pressure stage (10) and the liquid air tank (40), and a further line (41, 13a; 42, 13b) which connects the liquid air tank (40) and the low-pressure stage (11).

5. A device as claimed in Claim 4, characterised by measuring devices (122, 123) for the liquid level in the sums of the pressure stage and the low-pressure stage, with a flow measuring device (124) in the nitrogen line (14) between the pressure stage (10) and the nitrogen tank (35), with throttling devices (132, 133, 134) for controlling the flow in the liquid air line (12), the oxygen line (30) and the nitrogen line (14), and with regulating devices which are connected to the measuring devices (122, 123, 124) and control the throttling devices (132, 133, 134).

Revendications

20 1. Procédé pour le fractionnement d'air à basse température, avec production variable d'oxygène, suivant lequel l'air est comprimé (1), pré-épuré (2), refroidi (4) et subit, dans l'étage haute pression (10) d'une rectification (9) à deux étages, une séparable préalable en une fraction liquide (12) riche en oxygène et en une première fraction d'azote (14), la fraction liquide (12) enrichie en oxygène étant introduite (13a, 13b) dans l'étage basse pression (11) de la rectification (9) qui est en relation d'échange thermique (48) avec l'étage haute pression (10), et étant ensuite séparée en une fraction d'oxygène (16, 30) et en une seconde fraction d'azote (18), et suivant lequel, dans le cas d'un besoin accru en oxygène, de l'oxygène est prélevé dans un réservoir d'oxygène (32) tandis que, dans le cas d'un moindre besoin en oxygène, de l'oxygène liquide est amené (en 30) de l'étage basse pression (11) au réservoir d'oxygène (32), caractérisé en ce que, dans le cas d'un besoin accru en oxygène, on augmente le débit dans l'étage haute pression (10) et on amène au moins une partie de la fraction liquide enrichie en oxygène (12) à un réservoir d'air liquide (40), où on le stocke, et en ce que, dans le cas d'un besoin en oxygène réduit, on diminue le débit dans l'étage haute pression (10) et on soutire hors du réservoir d'air liquide (40) une fraction liquide enrichie en oxygène (12) et on l'amène à la colonne de rectification (9).

35 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour des variations de la quantité d'oxygène produite, tant le taux de reflux que le débit dans l'étage basse pression (11) sont maintenus sensiblement constants.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans la région centrale de l'étage basse pression (11), on soutire une fraction oxygène (20) contenant de l'argon et on la sépare dans une colonne de rectification d'argon brut (21) en argon brut (22) et en une fraction résiduelle (20).

40 4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une colonne de rectification (9) à deux étages présentant une colonne haute pression (10), une colonne basse pression (11) et un condenseur-évaporateur (48) commun, comprenant un réservoir d'azote (35) relié au moyen de conduites d'azote (14, 37, 15) aux colonnes haute pression (10) et basse pression (11) et comprenant un réservoir d'oxygène (32) relié au moyen de conduites d'oxygène (30, 13a, 13b) à la colonne basse pression, caractérisé par un réservoir d'air liquide (40), une première conduite (12) d'air liquide qui relie la cuve de la colonne haute pression (10) au réservoir d'air liquide (40) et une deuxième conduite d'air liquide qui relie le réservoir d'air liquide (40) à la colonne basse pression (11).

45 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par des moyens de mesure (122, 123) du niveau de liquide dans les cuves des colonnes haute pression et basse pression, un dispositif de mesure de débit (124) dans la conduite d'azote (14) entre la colonne haute pression (10) et le réservoir d'azote (35), des moyens de réglage (132, 133, 134) pour la commande du débit dans les canalisations d'air liquide (12), d'oxygène (30) et d'azote (14) et des moyens de commande, lesquels sont en relation avec les moyens de mesure (122, 123, 124) et commandent les moyens de réglage (132, 133, 134).

