



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26295 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C01B 13/08  
C01B 13/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПОВІТРОРІЗДІЛОВА УСТАНОВКА СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РІДКИХ КИСНЮ ТА АЗОТУ

1

(21) u200705491

(22) 18.05.2007

(24) 10.09.2007

(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.

(72) Лавренченко Георгій Костянтинович, Копитін Олексій Валерійович, Швець Сергій Гаврилович

(73) УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ТЕХНІЧНИХ ГАЗІВ "УА-СІГМА"

(57) Повітророзділова установка середнього тиску для виробництва рідких кисню та азоту, що містить сполучені між собою системою технологічних трубопроводів компресор, кінцевий холодильник, вологовіддільник, блок осушення й очищення повітря, теплообмінник, блок розділення повітря, низькотемпературну холодильну машину і розширювальну турбомашину, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить другий кінцевий холодильник, а як розширювальну турбомашину - детандер-компресорний агрегат, причому вихід компресора сполучений з входом першого кінцевого холодильника, вихід якого сполучений з входом

2

вологівіддільника, вихід вологовіддільника сполучений з входом компресора детандер-компресорного агрегату, вихід якого сполучений з входом другого кінцевого холодильника, вихід другого кінцевого холодильника сполучений з входом блока осушення й очищення повітря, вихід якого сполучений з першим входом теплообмінника, перший вихід якого сполучений з входом низькотемпературної холодильної машини, вихід низькотемпературної холодильної машини сполучений з другим входом теплообмінника, другий вихід теплообмінника сполучений з входом детандера детандер-компресорного агрегату, вихід якого сполучений з трубопроводом, який з'єднує третій вихід теплообмінника з входом блока розділення повітря, перший вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відведення рідкого кисню, другий вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відведення рідкого азоту, а третій вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відкидного азоту.

Корисна модель відноситься до устаткування і технології криогенного розділення повітря з метою отримання таких кріопродуктів, як рідкі кисень та азот. Такі установки широко використовуються у різних технологічних процесах на підприємствах металургії, енергетики, хімії та нафтохімії, машинобудуванні.

Відомі технологічні схеми криогенних повітророзділових установок середнього тиску для виробництва рідких кисню й азоту [див. Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. Т.І. Под редакцией В.И.Епифановой, Л.С.Аксельрода - М.: Машиностроение, 1973. - 568с.].

Недоліком відомих схем повітророзділових установок є високі питомі витрати електроенергії на виробництво вказаних рідких кріопродуктів (більш 1,5кВт · годину/кг рідкого кисню). Це зумовлено тим, що у відомих схемах відсутнє ефективне виробництво додаткової кількості холоду, що потрібен для компенсації його втрат.

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є технологічна схема повітророзділової установки середнього тиску. В даній установці для виробництва додаткової кількості холоду застосовується низькотемпературна холодильна машина, за допомогою якої відбувається більш глибоке охолодження потоку повітря, що переробляється, перед розширенням його частини у доцентровому детандері [див. Криогенные системы. Т.2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем. Архаров И.А., Архаров А.М., Беляков В.П. и др. М.: Машиностроение, 1999. - 720с]. Установка містить сполучені між собою системою технологічних трубопроводів компресор, кінцевий холодильник, вологовіддільник, блок осушення й очищення повітря, теплообмінник, блок розділення повітря, низькотемпературну холодильну машину і розширювальну турбомашину.

Дана установка обрана прототипом.

(13) U

(11) 26295

(19) UA

Прототип і установка, що заявляється, мають такі спільні вузли і елементи:

- компресор;
- кінцевий холодильник;
- вологовіддільник;
- блок осушення й очищення повітря;
- теплообмінник;
- блок розділення повітря;
- низькотемпературна холодильна машина;
- розширювальна турбомашина.

Установка за прототипом дозволяє зменшити питомі витрати на виробництво рідких кріопродуктів до 1,25кВтгодини/кг рідкого кисню.

Але в даній технологічній схемі роботи установки не використовується корисно робота детандера, тому що вона перетворюється на теплоту, яка витрачається на необоротне нагрівання масла.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити повітророзділову установку, в якій шляхом введення додаткового кінцевого холодильника, використання детандер-компресорного агрегату, а також іншої схеми сполучення нових і відомих вузлів та елементів, забезпечити зменшення питомих витрат при виробництві рідких кисню та азоту.

Поставлена задача вирішена в повітророзділовій установці середнього тиску для виробництва рідких кисню та азоту, що містить сполучені між собою системою технологічних трубопроводів компресор, кінцевий холодильник, вологовіддільник, блок осушення й очищення повітря, теплообмінник, блок розділення повітря, низькотемпературну холодильну машину і розширювальну турбомашину тим, що вона додатково містить другий кінцевий холодильник, а як розширювальну турбомашину - детандер-компресорний агрегат, при цьому вихід компресора сполучений з входом першого кінцевого холодильника, вихід якого сполучений з входом вологовіддільника, вихід вологовіддільника сполучений з входом компресора детандер-компресорного агрегату, вихід якого сполучений з входом другого кінцевого холодильника, вихід другого кінцевого холодильника сполучений з входом блока осушення й очищення повітря, вихід якого сполучений з першим входом теплообмінника, перший вихід якого сполучений з входом низькотемпературної холодильної машини, вихід низькотемпературної холодильної машини сполучений з другим входом теплообмінника, другий вихід теплообмінника сполучений з входом детандера детандер-компресорного агрегату, вихід якого сполучений з трубопроводом, який з'єднує третій вихід теплообмінника з входом блока розділення повітря, перший вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відведення рідкого кисню, другий вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відведення рідкого азоту, а третій вихід блока розділення повітря сполучений з трубопроводом відкидного азоту.

Новим в корисній моделі, що заявляється, є наявність другого кінцевого холодильника та використання в якості розширювальної машини детандер-компресорного агрегату. Новизна полягає також і в новій схемі сполучення конструкційних вузлів установки.

Повітророзділова установка середнього тиску для виробництва рідких кисню та азоту зображена на кресленні.

Установка містить компресор 1, перший кінцевий холодильник 2, вологовіддільник 3, другий кінцевий холодильник 4, блок осушення й очищення повітря 5, теплообмінник 6, дросельний вентиль 7, блок розділення повітря 8, детандер 9 детандер-компресорного агрегату 10, компресор 11 детандер-компресорного агрегату 10 і низькотемпературну холодильну машину 12.

Перелічені вузли і елементи сполучені між собою за такою технологічною схемою. Вихід компресора 1 сполучений з входом першого кінцевого холодильника 2, вихід якого сполучений з входом вологовіддільника 3, вихід вологовіддільника 3 сполучений з входом компресора 11 детандер-компресорного агрегату 10, вихід якого сполучений з входом другого кінцевого холодильника 4, вихід другого кінцевого холодильника 4 сполучений з входом блока осушення й очищення повітря 5, вихід якого сполучений з першим входом теплообмінника 6, перший вихід якого сполучений з входом низькотемпературної холодильної машини 12, вихід низькотемпературної холодильної машини 12 сполучений з другим входом теплообмінника 6, другий вихід теплообмінника 6 сполучений з входом детандера 9 детандер-компресорного агрегату 10, вихід якого сполучений з трубопроводом, який з'єднує третій вихід теплообмінника 6 з входом блока розділення повітря 8, перший вихід блока розділення повітря 8 сполучений з трубопроводом відведення рідкого кисню, другий вихід блока розділення повітря 8 сполучений з трубопроводом відведення рідкого азоту, а третій вихід блока розділення повітря 8 сполучений з трубопроводом відкидного азоту.

Повітророзділова установка середнього тиску для виробництва рідких кисню та азоту працює наступним чином.

Атмосферне повітря всмоктується компресором 1, стискається в ньому до тиску 6,5МПа, охолоджується в першому кінцевому холодильнику 2, очищається від краплинної вологи у вологовіддільнику 3. Потім повітря спрямовується на усмоктування компресора 11 детандер-компресорного агрегату 10, де воно стискається за рахунок роботи розширення детандера 9 детандер-компресорного агрегату 10, що знаходиться на одному валу з компресором 11 детандер-компресорного агрегату 10, до тиску 8МПа, охолоджується в другому кінцевому холодильнику 4, після чого спрямовується в поперемінне працюючі адсорбери блока осушення й очищення повітря 5, де повітря осушується й очищається від диоксиду вуглецю. Потім потік осушеного й очищеного повітря потрапляє в теплообмінник 6, де воно охолоджується за допомогою низькотемпературної холодильної машини 12 до температура 240К. Після цього повітря поділяється на дві частини у співвідношенні приблизно 3:2. Більша частина потоку повітря надходить до детандера 9 детандер-компресорного агрегату 10, де розширюється до тиску 0,7МПа, а менша - доохолоджується в теплообміннику 6 і дроселюється в дросельному вентилі 7. Далі обидва потоки змішуються й надхо-

дять до блока розділення повітря 8. В блоці розділення повітря 8 здійснюється ректифікація рідкого повітря, що дозволяє отримати рідкі кисень та азот. Охолодження прямого потоку повітря в теплообміннику 6 здійснюється за рахунок рекуперації холоду відкидного азоту.

Повітророзділова установка середнього тиску для виробництва рідких кисню та азоту, що працює за запропонованою схемою, має ряд переваг перед прототипом:

1. Корисно використовується енергія розширення стисненого повітря в детандері 9 детандер-компресорного агрегату 10 для виробництва додаткової кількості холоду.

2. Збільшення тиску прямого потоку повітря, що переробляється, у компресорі 11 детандер-

компресорного агрегату 10 дозволяє збільшити подальший ріст виробництва холоду повітророзділової установки.

Створена повітророзділова установка середнього тиску, що працює за новою технологічною схемою, виробляє 650кг/годину рідких кисню або азоту. Застосування детандер-компресорного агрегату, що містить компресор і детандер, дозволяє за рахунок виробництва додаткової кількості холоду збільшити одержання рідких кріопродуктів і довести питомі витрати до 1кВтгодини/кг рідких кисню та азоту. Зниження витрат з 1,25кВтгодини/кг (витрати установки за прототипом) до 1кВтгодини/кг забезпечить для однієї установки річну економію електроенергії 1,26млн.кВт годину.

