**Дьяченко Ольга валеріївна. Вдосконалення систем охолодження в технологіях одержання газів високої чистоти : Дис... канд. наук: 05.05.14 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Дьяченко О.В. Вдосконалення систем охолодження в технологіях одержання газів високої чистоти. – Рукопис. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.14 – «Холодильна, вакуумна та компресорна техніка, системи кондицiювання». – Одеська державна академія холоду, Одеса, 2009 р.  Проведений аналіз методів сепарації, технологічних послідовностей видобування і очищення технічних газів. Розглянуті процеси дефлегмації, ректифікації, адсорбції i виморожування. Проаналізовані прийоми охолодження для забезпечення процесів сепарації в діапазоні температур 4…300 К. Вивчені схеми включення СТХЗ в ректифікаційні і адсорбційні системи очищення, розраховані питомі енерговитрати різних установок, вказані шляхи вдосконалення СТХЗ. Сформульовані умови, при яких досягаються допустимі коефіцієнти видобування і якість продуктів при мінімальних енерговитратах. Експериментально досліджена робота термосифону, вбудованого в дефлегматор ректифікаційної колони універсальної установки для видобування криптону і ксенону. Отримані *Q*-*T* характеристики модифікованих кріогенних газових машин ЗІФ-700 і ЗІФ-1000 при роботі в інтервалі температур 50…80 К. Розроблений енергетичний критерій для порівняння установок періодичної дії (виморожувачів і адсорберів) різної продуктивності, що працюють в інтервалі температур 4…77 К. | |
| |  | | --- | | У дисертації отримано нове рішення науково-практичної задачі, суть якої складає теоретичне обгрунтування, методична розробки і експериментальне підтвердження основних принципів підвищення ефективності процесів кріогенної сепарації сумішей в інтервалі температур від 300 К до 4 К. Завдання вирішене шляхом адаптації різноманітних процесів розділення газів до мінімальної витрати енергії в повному життєвому циклі виробництва кінцевих продуктів – інертних (He, Ne, Kr і Xe) і технічних (SF6, СnFm) газів високої чистоти.  На основі проведеного дослідження сформульовані наступні головні висновки:  1. Для енергетичного забезпечення роботи сепараторів в інтервалі температур 4…300 К допустиме використання практично всіх відомих способів розділення газів. Комплексний підхід до вибору системи охолодження, систематизація технологічних прийомів отримання інертних (технічних) газів дозволив встановити переважні варіанти теплохолодозабезпечення, що відрізняються простотою реалізації і мінімальним питомим енергоспоживанням.  2. Залежно від структури технологічного процесу отримання кінцевих продуктів встановлено, що  – в установках попереднього очищення доцільне застосування вбудованих циклів охолодження на основі робочого тіла, що отримується шляхом відбору з системи сепарації в точці концентрації низькокиплячих компонентів, наприклад, над дефлегматором колони ректифікації;  – при отриманні продуктів чистотою 99,999% переважно використовувати ізольовані контури теплохолодозабезпечення сепараторів або вбудовані цикли на основі мембранних компресорів;  – для виключення конденсації продукту, що очищається, при тиску *Р*РОБв адсорбері, що охолоджується низькотемпературним холодоагентом як посередником раціонально використовувати цей же продукт, киплячий при *Р*= (1,2...1,5)*Р*РОБ.  3. В області температур помірного холоду (185…300 К) доцільне застосування парокомпресійних холодильних машин. Комбіновані схеми теплохолодозабезпечення з використанням теплоти конденсації холодильної машини здатні забезпечити нагрівання кубу колони ректифікації або регенерацію адсорбера. При цьому істотно (у 1,5…2 рази) знижується енергоспоживання установки сепарації.  4. Рідкий азот може застосовуватись як основний холодоагент в інтервалі температур 77…185 К. Для забезпечення ректифікації речовин з достатньо високою температурою потрійної точки (збагачення, витягання або розділення криптону і ксенону) необхідно застосовувати спеціальні прийоми для запобігання наморожування продукту, простішими з яких є:  – підвищений тиск всмоктування в азотному рефрижераторі або розімкненому циклі на базі випаровування рідкого азоту;  – передача теплоти із застосуванням посередника в термосифоні.  Питоме енергоспоживання установки ректифікації при роботі з використанням термосифону з азотом в якості основного холодоагенту в 2…3 рази нижче, ніж для інших способів кріогенного забезпечення.  5. Одноступінчаті КГМ ЗІФ-1000 і ЗІФ-700 вітчизняного виробництва здатні забезпечувати холодовидатність 600 Вт і 420 Вт, відповідно, при температурі близько 65 К. Це дозволяє понизити зміст азоту на виході з дефлегматору до 2…2,5% і при забезпеченні витрати початкової суміші на вході в інтервалі 13…20 м3/год.  6. Застосування безмашинних охолоджувачів на основі ефектів Ранка і Шпренгера перспективне в умовах існуючої різниці тиску, наприклад, між кріогенним сепаратором і всмоктуючою лінією компресора. Використання безмашинних охолоджувачів у фінішному ступені дефлегматора Ne-He суміші дозволяє зменшити концентрацію азоту з 7,5…10 до 2,5…3%. За рахунок цього транспортні і складські витрати знижуються на 5…7%.  7. Зрідження неону (при *V* > 20 м3/год) і кріогенне забезпечення ректифікації неоно-гелиєвої суміші з використанням доступних технічних засобів рекомендовано проводити за допомогою дросельних циклів двох тисків *Р*ПР і *Р*2 з паралельним включення мембранних компресорів. При *Р*2 = 20 МПа оптимальний проміжний тиск складає *Р*ПР = 1,6…2,0 МПа. Використання зовнішніх гелієвих рефрижераторів в промислових умовах нераціонально. В порівнянні з дросельними циклами високого тиску і детандерними циклами середнього тиску витрати енергії в цьому випадку збільшуються в 2...5 разів (з 8…12 до 20…40 МДж/л).  8. Серійні гелієві рефрижератори КГУ-600 (КГУ-150) перспективні в технологіях видобування гелію (з воднево-гелієвого концентрату). Вони дозволяють витягувати багаті гелієві суміші (95% Не) конденсаційним методом з питомим енергоспоживанням близько 550 кДж/м3 Не.  9. Використання енергетичного критерію (коефіцієнта ефективності) для зіставлення характеристик апаратів періодичної дії дозволяє проводити попередній аналіз систем кріогенного забезпечення сепараторів в області температур 4…77 К, значно скорочуючи період проектування вказаних апаратів. | |