

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
79 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2019

Наукове видання

Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів академії
16 – 19 квітня 2019 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 9 від 02.04.2019 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., доцент

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Коваленко О.О., д.т.н., ст.н.с.

Косой Б.В., д.т.н., професор

Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор

Мардар М.Р., д.т.н., професор

Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор

Осипова Л.А., д-р техн. наук, доцент

Павлов О.І., д.е.н., професор

Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент

Станкевич Г.М., д.т.н., професор,

Савенко І.І., д.е.н., професор,

Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор

Ткаченко Н.А., д.т.н., професор,

Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор,

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор

$K_{Xe}=0,0015$ [м³/(бар·м²·год)]. Але навіть такі сприятливі властивості ($K_{He}/K_{Xe} > 260$) не допускають використання мембранного модуля в якості самостійного ступеня розподілу суміші He-Xe.

Процеси періодичної сепарації. Для глибокого очищення гелію можуть бути використана адсорбція і десублімація. Із-за обмеженого об'єму тез розглянуто тільки другий з названих процесів (п. 4, табл.1). По мірі охолодження потоку і переходу Хе в твердий стан, парціальний тиск ксенону в суміші падає. При незмінному тиску потоку, наприклад, $P_{\text{сум}} = 1,5$ бар (абс.) відповідно до закону Дальтона це призводить до зниження концентрації висококиплячого компонента. Найважливішою експлуатаційною характеристикою виморожувача є температура потоку на виході з каналу $T_{\text{сум}}$. В кінцевому рахунку вона диктує долю ксенону в потоці гелію після виморожувача. Для системи He-Xe при охолодженні каналу рідким азотом, киплячим при атмосферному тиску ($T_{\text{сум}} = 77,4$ К), концентрація ксенону в потоці гелію складе $u_{Xe} = 0,0002\%$.

Слід зазначити, що вказана кількість ксенону u_{Xe} в потоці очищеного гелію буде характерна тільки на початку процесу. По мірі наростання товщини інею температура $T_{\text{сум}}$ на межі газ-тверде тіло збільшуватиметься із-за термічного опору намороженого ксенону. Тому досягши критичної товщини шару Хе процес зупиняють і виводять ксенон шляхом нагрівання стінок каналу. Звичайно, як для адсорберів, так і для виморожувань для забезпечення безперервної сепарації необхідно використовувати, як мінімум, два ідентичні апарати.

Проведений аналіз показав, що жоден з представлених в таблиці методів не забезпечує отримання обох компонентів суміші, в чистому вигляді. Одночасне видобування гелію і ксенону з мінімальними втратами цільових продуктів досягається поєднанням декількох процесів. Серед них:

- мембранне збагачення потоку ксеноном перед подачею в колону;
- глибоке очищення гелію шляхом виморожування або адсорбції;
- витягання чистого ксенону в ректифікаційній колоні (з Хе-концентратів, що отримуються в мембрані і блоці очищення гелію).

Література

1. Бондаренко В.Л. Очищення ксенону від низькокиплячих домішок методом ректифікації. / В.Л. Бондаренко, О.Н. Биканов, Ю.М. Симоненко та ін. // Технічні гази, 2017. – № 6. – С. 22-38.
2. Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М. Кріогенні технології видобування рідкісних газів. – Одеса: «Астропрінт», 2013. – 332 с.
3. Бондаренко В. Л. Фазова поведінка низькопотенційних концентратів рідкісних газів. / В.Л. Бондаренко, Н.П. Лосяков Ю.М. Симоненко та ін. // Холодильна техніка і технологія, 2010. – № 6 (128). – С. 8-16.
4. Бондаренко В.Л. Застосування мембранних процесів в технологіях розподілу газових сумішей на основі компонентів повітря. / В.Л. Бондаренко, Н.П. Лосяков, Ю.М. Симоненко та ін. // Технічні гази, 2012. – № 2. – С. 19-30.

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИРОЇ НЕОНОГЕЛІЄВОЇ СУМІШІ

Кравченко М.Б., д.т.н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

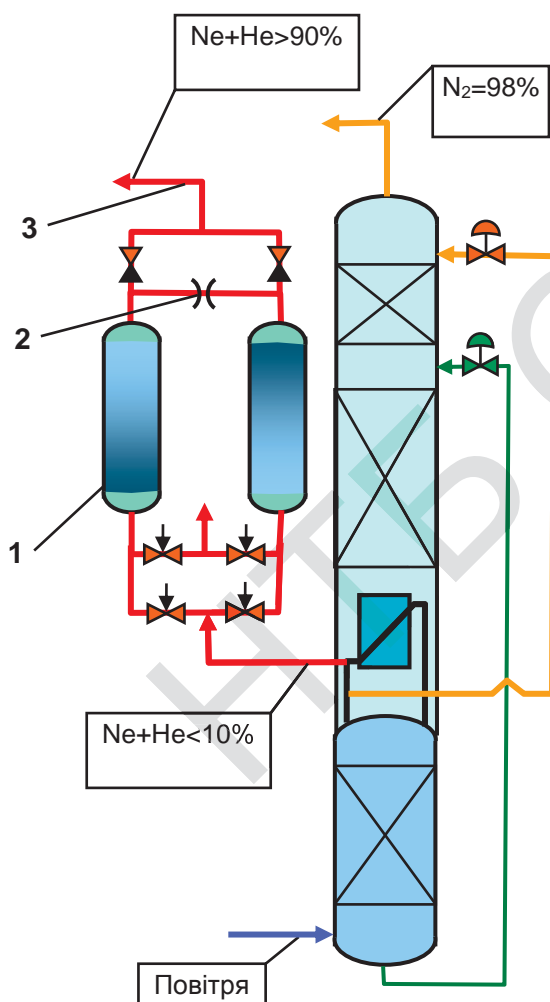
Процес адсорбційного розділення газових сумішей відомий під назвою безнагрівної короткоциклової адсорбції (БКА) відрізняється тим, що адсорбент регенерується не за

рахунок нагріву, а шляхом швидкого зниження парціального тиску газу, що поглинається. Сучасні установки, що працюють за принципом короткоциклової адсорбції, дозволяють отримувати продукти високої чистоти. Так, наприклад, в установках для отримання водню, вдається отримувати водень чистотою 99,999 % при коефіцієнті вилучення близькому до 87 %.

На рис. 1 наведена схема запропонованої установки для збагачення неонгелієвої суміші. Основна відмінність цієї установки від тих, які використовуються в даний час, полягає в тому, що збагачення неонгелієвої суміші відбувається при кімнатній температурі за методом БКА.

Запропонована установка працює наступним чином. Як і в традиційній схемі отримання неонгелієвої суміші, первинний відбір сировини виробляється з конденсатора-випарника з боку конденсації азотної флегми. Тому абсолютний тиск відібраної фракції дорівнює тиску в ректифікаційній колоні високого тиску, і становить 5,5-6 бар. Концентрація неону і гелію в цій суміші може перебувати в межах від 1-2 % до 10 %.

При більш низьких концентраціях неону і гелію зменшується розчинність неону в азотній флегмі і внаслідок цього зменшуються втрати неону в процесі його відбору. При більш високих концентраціях неону і гелію істотно спрощується подальше збагачення суміші цими газами.



1 – адсорбер; 2 – діафрагма;
3 – вихід сирової неонгелієвої суміші

Рис. 1 – Перспективна схема для вилучення і збагачення неонгелієвої суміші

Відібрана суміш нагрівається до кімнатної температури і надходить в адсорбер 1, який заповнений синтетичним цеолітом, що добре поглинає азот, кисень і аргон. Для запропонованої установки підійдуть цеоліти, які зазвичай застосовуються для адсорбційного вилучення кисню з повітря, наприклад, цеоліти марок 5а чи 13х.

У адсорбері з відібраної суміші поглинається азот і домішки аргону та кисню. При цьому парціальний тиск азоту аргону і кисню на виході з адсорбера зменшиться в багато разів. Неон, гелій і водень при кімнатній температурі практично не поглинаються цеолітами, тому ці гази безперешкодно пройдуть через адсорбер. В результаті цього, з адсорберу виходить суміш, яка істотно збагатиться неоном, гелієм і воднем.

Після насичення адсорбенту азотом в одному з адсорберів відбувається перемикання адсорберів. При цьому в адсорбері з насиченим адсорбентом тиск падає до атмосферного, що призводить до десорбції раніше поглиненого азоту.

Крім цього, частина збагаченої неонгелієвої суміші з працюючого адсорбера розширюється в діафрагмі 2 і подається на регенерацію адсорбенту в іншому адсорбері. При розширенні цієї частини неонгелієвої суміші до атмосферного тиску парціальний тиск азоту в суміші стає нижче атмосферного, що сприяє більш якійсній регенерації адсорбенту.

Продукційна неонгелієва суміш, яка містить понад 90 % неону і гелію, відбирається з установки по трубі 3 під надлишковим тиском близько 2 бар. Ця суміш може накопичуватися в газгольдері або закачуватися в балони для подальшого поділу і остаточного очищення з метою отримання продукційних неону і гелію.

Збагачення неонгелієвої суміші в описаній установці відбувається за рахунок енергії стисненого газу, що відбирається з конденсатора-випарника. Тому для збагачення неонгелієвої суміші установка потребує тільки енергію, яка необхідна для перемикання клапанів.

На відміну від схеми для отримання неонгелієвої суміші, яка застосовується в даний час, запропонована установка не потребує такого апарату як фракційний сепаратор, який вбудовується в колону ректифікації низького тиску. Тому запропонована установка може бути підключена до будь-якої установки для розділення повітря, в тому числі і до тих, які не мають вбудованих фракційних сепараторів. Це істотно розширює потенційну сировинну базу для отримання неону.

Крім цього, запропонована установка дозволяє отримувати неонгелієву суміш з концентрацією неону і гелію більше 90 %. При цьому, відпадає необхідність в дефлегматорі та вакуумному насосі для відкачування парів азоту. Це істотно спрощує як саму установку, так і її експлуатацію.

Результати проведених розрахунків показують, що адсорбційна система збагачення неонгелієвої суміші дозволяє отримувати сирі неонгелієву суміш з коефіцієнтом вилучення 40-50 %, тобто має приблизно такі ж значення коефіцієнта вилучення, що і традиційна схема.

Нова технологія вилучення сирі неонгелієвої суміші допоможе розширити сировинну базу для отримання неону і гелію, а також знизити їх енергетичну вартість.

ВИХРОВІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ В ГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

¹Медушевський Є.В., аспірант, ²Тишко Д.П., інженер, ²Пилипенко Б.О., інженер

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

²ТОВ «Криоін Інжиніринг», м. Одеса

Україна має розвинену газотранспортну мережу, яка по протяжності (37,6 тис. км), є однією з найбільших у світі. Для забезпечення роботи наших газопроводів використовуються десятки компресорних станцій. Вони компенсують падіння тиску в магістральних газопроводах, підтримуючи його в інтервалі 4...8 МПа. Перед подачею в головну компресорну станцію газ, що поступає зі свердловин, піддається осушенню. Така процедура потрібна, оскільки практично в усіх випадках природні і нафтові газу містять водяну пару і навіть краплинну вологу, які призводять до корозії елементів арматури і трубопроводів. Окрім H₂O в названих газах є присутніми важкі вуглеводні (три і більше атомів вуглецю в молекулі). За певних умов вони можуть конденсуватися, утворюючи рідкі емульсії і тверді гідрати. Це створює труднощі при роботі устаткування магістральних мереж. Очищення природного газу від вищих вуглеводнів і сірчистих з'єднань практикується також в технології виробництва аміаку.

Серед множини технічних рішень для витягання високотемпературних фракцій з природного газу перспективними бачаться схеми на базі вихрових труб. Особливістю цих безмашинних пристроїв є відносна компактність, надійність і багатофункціональність. Такі апарати можуть одночасно видавати холодний і нагрітий потоки, а також відділяти фракції безпосередньо в камері енергорозподілу.

У більшості вихрових установок, використовуваних в сепараторах природного газу, спрацьовується наявний перепад тисків. За рахунок цього спрощуються схемні рішення,

ВИПРОБУВАННЯ МАЛИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ І СЕРТИФІКАЦІЇ	
Мілованов В.І., Закушняк М.Ю.....	247
СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ КОМПРЕСОРНОГО ОБЛАДНАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ	
Мілованов В.І., Клебан Я.Л.....	248
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЕЗШАТУННОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ	
Яковлев Ю.О., Войтюк С.Ю.....	249
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВУГЛЕКИСЛОТНИХ КОМПРЕСОРІВ	
Яковлев Ю.О., Кременецький В.В.....	251
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕКУПЕРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМІЖНОГО ТИСКУ В ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИКЛАХ	
Ярошенко В.М.....	251

СЕКЦІЯ «КРІОГЕННА ТЕХНІКА»

РЕКТИФІКАЦІЙНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ КСЕНОНУ	
Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М., Биканов О.М.....	254
МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ ГЕЛІУ І КСЕНОНУ	
Бондаренко В.Л., Чигрін А.О.....	255
НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИРОЇ НЕОНОГЕЛІЄВОЇ СУМІШІ	
Кравченко М.Б.....	256
ВИХРОВІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ В ГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Медушевський Є.В., Тишко Д.П., Пилипенко Б.О.....	258
АНАЛІЗ ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ В КРІОГЕННИХ СИСТЕМАХ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ	
Троценко О.В.....	259
ЗАЛУЧЕННЯ АБІТУРІЄНТІВ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	
Макаренко М.В., Симоненко Ю.М., Вігуржинська С.Ю., Чигрін А.А.....	260
ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ В СИСТЕМАХ ТРИГЕНЕРАЦІЇ	
Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Гайдук С.В., Грудка Б.Г., Мошкатиюк А.В.....	261

СЕКЦІЯ «ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ»

ТЕРМОЕКНОМІЧНА МОДЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
Жихарєва Н.В.....	262
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТРИХОГРАМИ	
Піщанська Н.О., Бельченко В.М.....	264
ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	
Желіба Ю.О., Сливинська М.В., Климашенко Р.В.....	265
ЗАСТОСУВАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ЯК ХОЛОДОНОСІЯ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ТУШОК ПТИЦІ	
Зімін О.В.....	267
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІВ	
Стоянов П.Ф.....	268
НЕТРАДИЦІЙНИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ ПРІСНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ СУДНА	
Подмазко О.С.....	270
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИКИ ТА КІНЕТИКИ ОПРІСНЕННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ	
Терзієв С.Г., Масельська Я.О.....	273

СЕКЦІЯ «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ЕНЕРГОНОСІЇВ»

МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ ДЛЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	
Босий Д.Б., Сярова А.С., Косой Б.В.....	274
MODELING OF THERMAL MODES OF THE REFLUX CONDENSER OF THE ABSORPTION REFRIGERATION UNIT	
Kholodkov A.O., Titlov A.S., Bilenko N.A.....	274
РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ДВОФАЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ З КОЛЕКТОРНИМИ ТЕПЛООБМІННИКАМИ	
Альтман Е.І.....	276