



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЙ»**

14-15 квітня 2016 року

Збірка тез доповідей



Одеса – 2016

Тематичні напрями:

- холодильні машини і установки, теплові помпи
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціонування повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- криогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

Науковий комітет:

Єгоров Б. В. – ректор ОНАХТ, д.т.н., проф.

Капрел'янц Л. В. – проректор із НР і МЗ, д.т.н., проф.

Косой Б.В. – директор ІХКЕ, д.т.н., проф. кафедри ТВЕ.

Хмельнюк М. Г. – завідувач кафедри ХУКП, д.т.н., проф.

Мілованов В. І. – завідувач кафедри КП, д.т.н., проф.

Симоненко Ю. М. – завідувач кафедри КТ, д.т.н., проф.

Тіглов О. С. – завідувач кафедри ТТТЕ, д.т.н., проф.

Радченко М. І. – НУК імені адмірала Макарова, д.т.н., проф.

Морозюк Л.І. – д.т.н., проф. кафедри КТ.

Наєр В. А. – заслужений діяч науки, д.т.н., проф. кафедри КТ.

Лагутін А. Ю. – д.т.н., проф. кафедри ХУКП.

Організаційний комітет:

Буданов В. О. – декан факультету НТТ.

Морозюк Л.І. – д.т.н., проф. кафедри КТ.

Грудка Б.Г. – асп. кафедри КТ.

Трандафілов В.В. – асп. кафедри ХУКП.

Константинов О.О. – магістрант.

Робочі мови конференції – українська, російська, англійська.

Місце проведення – ауд. 213, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65082

Всі тези доповідей надруковані згідно наданих макетів

ратурного поля в продукті потоки продукту та кріорідини рухаються у протитечії. Газ викидають в атмосферу з температурою $-50...0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Був розроблений цілий ряд апаратів такого типу: від невеликих на 50...100 кг апаратів періодичної дії фірми Messer до великих (400...1500 кг/год) апаратів безперервної дії (фірма Linde), CRYO-Quick (фірма Air Products), Union Carbide (фірма AGA) тощо. Такі апарати (рисунок), виконані у вигляді тунелю, до якого конвеєром або у металевих кошиках подається упакований чи не упакований продукт. Такі установки є економічнішими за установки періодичної дії, бо після виходу на режим не потребують додаткових витрат кріорідини на охолодження камери.

Науковий керівник: Якушенко Є.М., к.т.н., доц. кафедри холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки ХДУХТ

УДК 621.59

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОВОЙ КРИОГЕННОЙ МАШИНЫ СТИРЛИНГА ДЛЯ РЕКОНДЕНСАЦИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Кононенко Л.Г., магистрант ИХКЭ ОНАПТ, г. Одесса

Цикл Стирлинга может быть реализован и в области криогенных температур. Следовательно, возможно создание газовых криогенных машин (ГКМ) Стирлинга, что актуально в связи с широким использованием в энергетике природного газа. Во многих случаях природный газ транспортируется к потребителю в жидком состоянии и уже у потребителя газифицируется и используется в энергетической установке для производства тепла и электроэнергии. К числу потенциальных потребителей сжиженного природного газа относятся судовые двигатели рыбопромысловых судов. В настоящее время конденсация газа осуществляется в установках низкотемпературной конденсации (НТК). Основным недостатком НТК является выброс в атмосферу в виде конденсата части фракций C_{3+} высокопотенциальной энергии криогенной жидкости - электроэнергии, затраченной на производство криогенной жидкости (для сжиженного природного газа - в основном на его конденсацию). Однако если использовать в процессе конденсации низкотемпературный цикл Стирлинга, реализованный в ГКМ, то часть фракций природного газа будет вновь преобразована в криогенную жидкость. Это позволяет транспортировать газ к потребителю в жидком состоянии без потерь для дальнейшего производства электроэнергии.

В расчетных исследованиях в качестве криогенной машины была выбрана ГКМ 77/200, холодопроизводительностью 200 Вт при температуре криостатирования 77 К. Рабочий газ - гелий. Схема ГКМ Стирлинга приведена на рис. 1. Для удобства, переменные, связанные с камерой расширения будут иметь индекс 1, с камерой сжатия индекс 2.

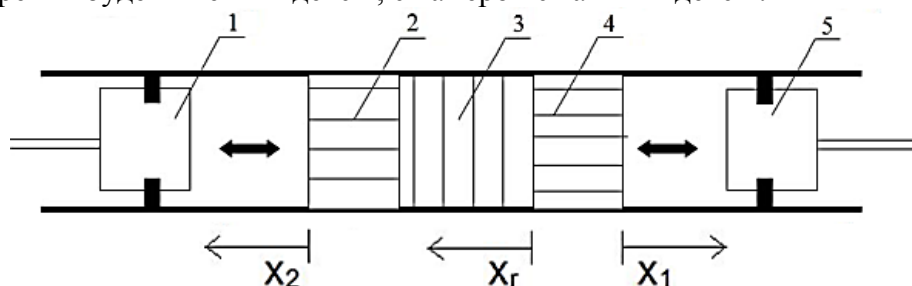


Рис. 1 – ГКМ Стирлинга альфа типа.

*1 – рабочий поршень, 2 – холодильник, 3 – регенератор,
4 – теплообменник нагрузки, 5 – детандер.*

В качестве независимых переменных в расчетах приняты температура криостатирования $T_{кр}$ равна 173 К и минимальное давление в цикле $P_{мин}$ равно 15 атм. Процессы в полостях сжатия и расширения принимаются изотермическими (модель Шмидта) с последующим расчетом потерь энергии на теплопритоки, неидеальность теплообмена и гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

В расчетах, кроме потерь холода от не идеальности теплообменных процессов и гидравлических сопротивлений теплообменных аппаратов, учитывались потери на трение. Они принимались в пределах от 30 до 24 % от расчетной мощности цикла в зависимости от значения $P_{мин}$. Результаты расчетного исследования приведены на рис. 2.

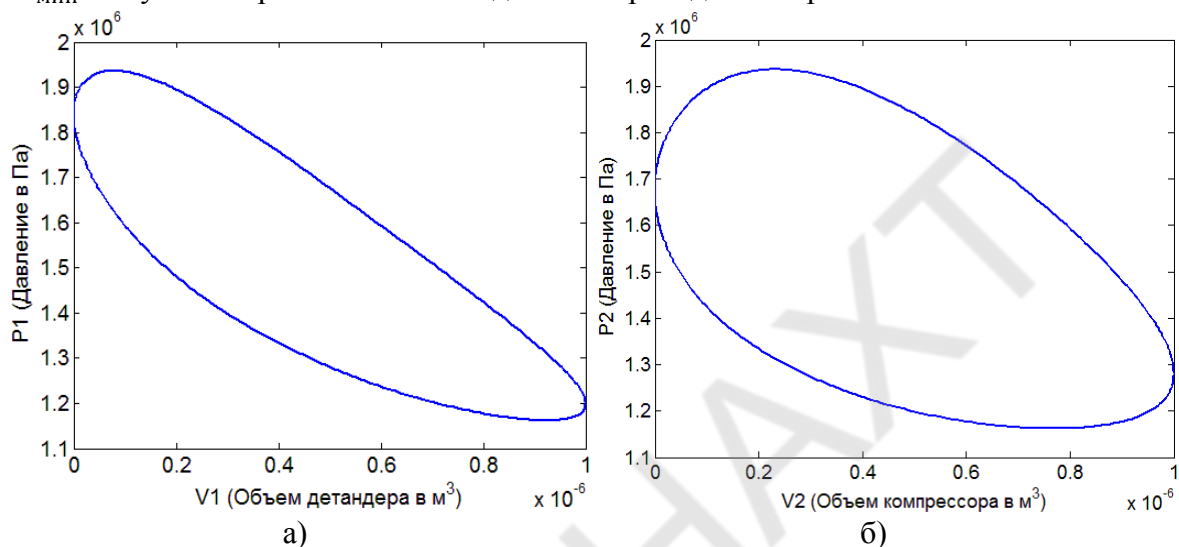


Рис. 2 – P-V диаграмма цикла: а) детандера; б) компрессора.

Проведены расчеты по оценке COP КГМ Стирлинга в зависимости от максимальной температуры в холодильнике и изменяется в интервале 0,38...0,35, Рис.3.

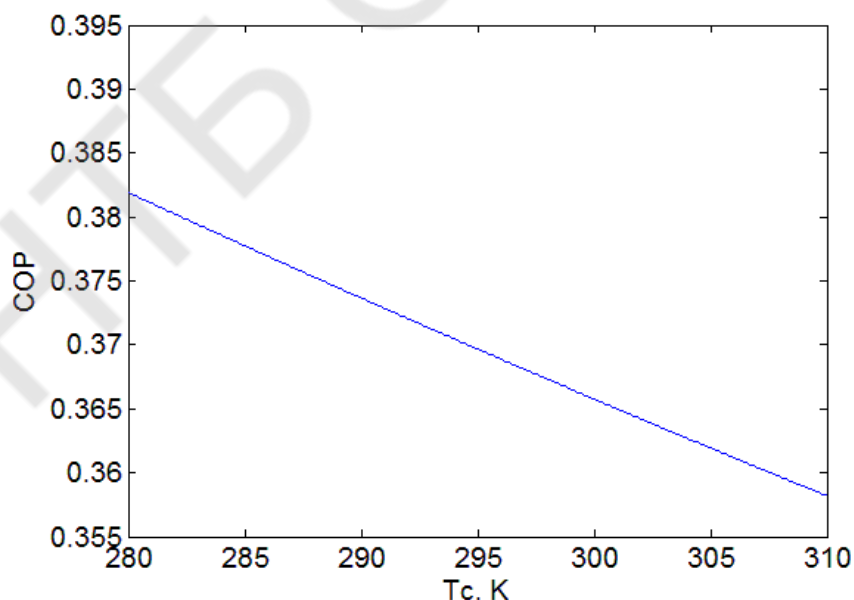


Рис. 3 Коэффициент преобразования COP

Как и следовало ожидать, расширение температурных границ - увеличение температуры в холодильнике T_c (окружающей среды) уменьшает COP ГКМ.

Основные показатели ГКМ Стирлинга (высокая эффективность, большой ресурс и высокая надежность в эксплуатации, существенное упрощение конструкции и невысокая стои-

мость) в ближайшее время могут быть достигнуты в результате использования линейного привода поршней.

Научный руководитель: Хмельнюк М.Г., д.т.н., проф., зав. кафедры холодильных установок и кондиционирования воздуха ОНАПТ

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЁГКИХ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

Баширов Г.В., аспирант ИКХЭ ОНАПТ, г. Одесса

В атмосферном воздухе содержится не более 0,0024% неона и гелия. Неонгелиевая смесь является побочным продуктом, получаемым из конденсатора-испарителя в воздухоохлаждающей установке. На выходе из блока ВРУ улавливается смесь с содержанием $Ne+He \approx 40...60\%$. Затем следует процесс переработки, который можно разбить на несколько этапов. Основная часть которых требует постоянного поддержания криогенных температур (28...78К). Затраты энергии на извлечение целевых продуктов можно выразить десятками мегаджоулей на 1м^3 . Так как в последнее время наблюдается тенденция увеличения стоимости энергоресурсов – повышение экономичности производств Ne и He является актуальной задачей.

Технологическая цепочка получения Ne и He предусматривает ряд последовательных процессов:

1. Химическая очистка НГС от водорода с использованием катализатора при температуре окружающей среды. В ходе процесса образуются молекулы H_2O , которые конденсируются и улавливаются адсорбентом.
2. Очистка смеси от азота и остальных примесей в адсорберах на азотном температурном уровне.
3. Разделение смеси в ректификационной колонне при $T=30\text{ K}$, в итоге получаем чистый неон и гелиевую отдувку ($y_{He} \approx 80\%$).
4. Переработка потока отдувки в адсорберах на азотном температурном уровне ($T=28...68\text{ K}$), сопровождается получением возвратом потока неонического концентрата ($y_{Ne} \approx 80\%$) и чистого гелия.

Основным этапом снижения энергетических затрат является снижение частоты переключения адсорберов (процессы 2 и 4). Адсорбера требуют регенерации, при которой существенно повышается температура. Для того чтобы привести их в рабочее состояние его необходимо охладить до рабочей температуры. Если на входе в адсорбер уменьшить концентрацию поглощаемого вещества, то длительность рабочего цикла увеличится, а расход хладагента на обеспечение адсорбционной очистки будет снижен.

На втором этапе существенная экономия достигается путём использования дополнительного оборудования – дефлегматора (фазовый сепаратор). При использовании дефлегматора снижается концентрация азота в смеси за счёт его конденсации. Эти установки предпочтительней использовать в местах получения смеси. За счёт ступенчатого охлаждения концентрация азота в смеси снижается с 50% до 7%. Это позволяет снизить транспортные издержки, сокращению парка баллонов и складских расходов. Дополнительный эффект достигается путём повышения давления фазового равновесия.

Подобным образом можно уменьшить нагрузку на адсорберах, используемых в процессе 4. Также для уменьшения затрат энергии используют альтернативный метод разделения – мембранный метод. В его основе лежит мембранный модуль. Работа основана на различной проницаемости отдельных компонентов через материал мембраны. При одинаковом

Ж

Желиба Т.А., **93**
Жуков А.А., **11**
Журавлев А., **31**

З

Зажий А.В., **39**
Закиряев В.В., **76**
Зубарев А.С., **16**

И

Иванчук Я.П., **86**

К

Карпенко П., **13**
Карпунин А.И., **48**
Клебан О.Л., **35**
Клевец А.В., **67**
Козаченко И.С., **57, 93**
Кобалава Г.А., **20**
Ковальчук Г.И., **104**
Кононенко Л.Г., **64**

М

Мазуренко С.Ю., **21**
Макаренко М.А., **118**
Матвеев Э.В., **70**
Мирошниченко А.В., **116**
Миськевич Д.Д., **3**
Мольский А.С., **103**
Мошкатык А.В., **22**

Н

Нестеров П., **95**
Никогда И.Р., **3**

О

Оганесян Д.Л., **32**
Озолин Н.Е., **23**
Онука В.И., **50**
Осадчук А.В., **51**
Осадчук Е.А., **75**
Очагин Д.Ю., **72**

Константинов И.О., **30**

Коржук Д., **17**

Корниевич С.Г., **74**

Коростелин В.В., **107, 111**

Костецкий Д.В., **74**

Кравченко, **19**

Крицько О.А., **63**

Купченко Р., **91**

Л

Любченко Д.А., **31**

П

Паскаль А.А., **41, 78**

Петушенко С.Н., **88**

Пилипенко Б.А., **68**

Полухин В.А., **25**

Р

Римашевский С.Ю., **118**

Ромачевская В.И., **87**

Роштабіга О.В., **4**

Рябцев В.Ю., **93**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЇ»**

14-15 квітня 2016 року

Збірка тез доповідей

Підписано до друку **11.04.2016**. Формат 60x84 1/16.
Умовн. друк. арк. **6.500**. Наклад **15** прим.
Надруковано видавничим центром ОНАХТ ННІХКЕ.
65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3