



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

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

22 квітня 2014 року

Збірник тез доповідей



Друкується як додаток до журналу “Холодильна техніка і технологія”

ISSN 0453-8307

УДК 621.56/59

Тематичні напрями: холодильні машини і установки; теплові помпи; теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну; робочі речовини; системи кондиціонування повітря, компресори; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технологія; кріогенна техніка.

Науковий комітет:

проф. Єгоров Б.В.
проф. Капрел'янц Л.В.
проф. Хмельнюк М.Г.
проф. Лагутін А.Ю.
проф. Наєр В.А.
проф. Тітлов О.С.
проф. Мілованов В.І.

проф. Радченко М.І.
проф. Горін О.М.
проф. Прядко М.О.
проф. Ванєєв С.М.
доц. Морозюк Л.І.
доц. Буданов В.О.

Організаційний комітет:

проф. Симоненко Ю.М.
проф. Мілованов В.І.
доц. Буданов В.О.
доц. Морозюк Л.І.

доц. Гоголь М.І.
асп. Мінєнков В.В.
ст. Гришин О.О.
ст. Олалейє Д.В.

Робочі мови конференції – українська, російська, англійська.

Місце проведення – ауд. 202, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65082

Всі тези доповідей надруковані згідно наданих макетів

ISSN 0453-8307

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

Третьим определяющим фактором является качество подготовки тары под готовый продукт. Уровень термовакuumной подготовки баллонов, обеспечиваемый предприятием «Айсблик», позволяет практически неограниченное время сохранять в них криптон и ксенон чистотой 6,0 без ухудшения качества.

Результаты изучения технологических режимов работы установки для сепарации криптоноксеноновой смеси в промышленных условиях показали, что предельно возможное содержание криптона в ксенеоне составляет 1 ppb, а гексафторэтана – 0,01...0,1 ppm.

Литература:

1. Бондаренко В.Л. Криогенные технологии извлечения редких газов / В.Л. Бондаренко, Ю.М. Симоненко. – Одесса: Астропринт, 2013. – 332 с.
2. Установка газоразделительная криптоно-ксеноновой смеси УРКрК-25. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2009 г.

Научный руководитель: Бондаренко В.Л., д.т.н., проф. кафедры криогенной техники ОНАИТ



УДК 621.59 (075.8)

РАЗРАБОТКА ЖИДКОСТНЫХ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАШИН ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Плесной А.В., аспирант ИХКЭ ОНАИТ, г. Одесса

Существует потребность в воздуходелительных установках (ВРУ) для производства 1000 кг/ч жидкого кислорода. Для обеспечения их высокой эффективности необходимо установки создавать на основе циклов среднего давления [1-3]. Рассматриваются две схемы ВРУ с детандер-компрессорными агрегатами (ДКА) двух- и многовальнй конструкции, в которых работа расширения части перерабатываемого воздуха преобразуется в дополнительную холодопроизводительность (см. рисунок).

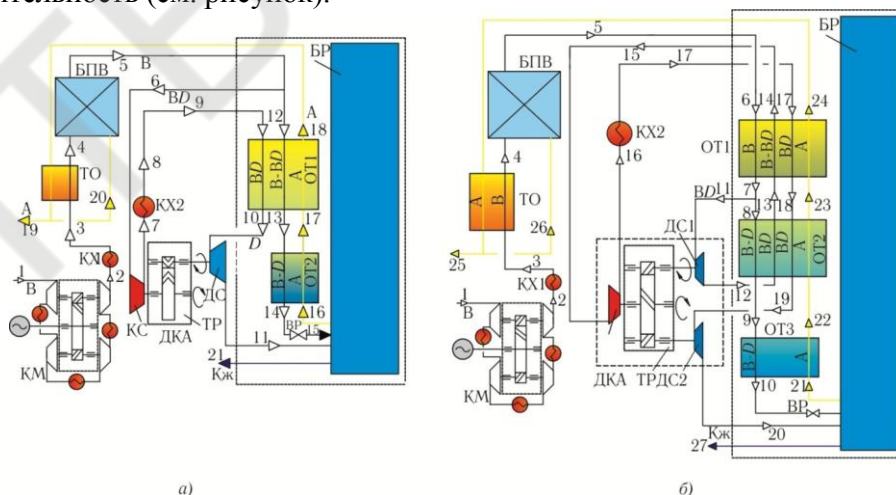


Рис.1 Схемы ВРУ: а – с двухвальным ДКА; б – с трехвальным ДКА; КМ – компрессор; КС, ДС – компрессорная и детандерная ступени; ДС1, ДС2 – детандерные ступени высокого и низкого давлений; ТО – теплообменник-ожижитель; БПВ – блок подготовки воздуха, выполняющий его осушку, очистку и предварительное охлаждение; КХ1, КХ2 – концевые холодильники КМ и КС; ОТ1, ОТ2, ОТ3 – секции основного теплообменника; ДКА – детандер-компрессорный агрегат; ВР – регулирующий вентиль; БР – блок разделения; ТР – турборедуктор; В, А, Кж, ВД – потоки воздуха после компрессора; отбросного азота; производящего жидкого кислорода; воздуха, направляемого в детандерные ступени

В ДКА следует использовать турборедуктор для обеспечения оптимальной частоты вращения вала компрессорной ступени (КС), механически связанной с детандерной ступенью (ДС) агрегата двухвальной конструкции, либо детандерных ступеней высокого (ДС1) и низкого давлений (ДС2) агрегата трехвальной конструкции.

Рассматриваемые установки отличаются по выработке жидкого кислорода и имеют энергопотребление, равное потреблению основного компрессора $W=1100\text{кВт}$. Проведено сравнение двух схем ВРУ, приведенных на рисунке.

В первой из схем (рис. а) производится жидкий кислород в количестве

$$K_{ж}=(1/\Delta i_{Кж})[B(i_1-i_5)+BD\Delta i_{КС}+BD\Delta i'_{s\eta_{ДС}}-A(i_1-i_{18})-Q_{тп}], \quad (1)$$

где B , $K_{ж}$, A – расходы перерабатываемого воздуха (п.в.), продукционного жидкого кислорода и азота; $(i_1-i_5)=[(i_1-i_3)+(i_3-i_4)+(i_4-i_5)]$ – удельная холодопроизводительность, представляющая сумму изотермического дроссель-эффекта (i_1-i_3) , а также охлаждения прямого потока в теплообменнике-ожижителе (i_3-i_4) и предварительного охлаждения в БПВ перед подачей воздуха в ОТ (i_4-i_5) ; $BD\Delta i'_{s\eta_{ДС}}$ – холодопроизводительность детандерной ступени двухвального ДКА; $\eta_{ДС}$ – изоэнтروпный КПД детандерной ступени; $\Delta i_{КС}$ – изотермический дроссель-эффект, обусловленный повышением давления части воздуха в КС агрегата и его последующим охлаждением в конечном холодильнике до температуры окружающей среды $T_{о.с}$; $A(i_1-i_{18})$ – потеря от недорекупации потока отбросного азота на теплом конце теплообменника-ожижителя ТО, так как $(i_1-i_{18})=[(i_1-i_{19})+(i_3-i_4)]$; $Q_{тп}$ – общий теплоприток к холодной части ВРУ; $\Delta i_{Кж}=(i_1-i_{21})$ – разность энтальпий, характеризующих удельную холодопроизводительность, необходимую для ожижения кислорода в изобарическом процессе.

Аналогичным образом из баланса холодной части ВРУ определим, что производство жидкого кислорода в установке (рис. б) с двухступенчатым расширением воздуха

$$K_{ж}=(1/\Delta i_{Кж})[B(i_1-i_5)+BD\Delta i_{КС}+BD\Delta i'_{s\eta_{ДС1}}+BD\Delta i'_{s\eta_{ДС2}}-A(i_1-i_{24})-Q_{тп}], \quad (2)$$

где $BD\Delta i'_{s\eta_{ДС1}}$, $BD\Delta i'_{s\eta_{ДС2}}$ – холодопроизводительности первой и второй детандерных ступеней многовального ДКА; $\eta_{ДС1}$, $\eta_{ДС2}$ – изоэнтропные КПД детандерных ступеней; $A(i_1-i_{24})$ – потеря от недорекупации потока отбросного азота на теплом конце теплообменника-ожижителя ТО, так как $(i_1-i_{24})=[(i_1-i_{25})+(i_3-i_4)]$; $\Delta i_{Кж}=(i_1-i_{27})$ – необходимая холодопроизводительность для ожижения кислорода в изобарическом процессе.

Проводя режимную и конструктивную оптимизацию ДКА [4-7], удается повысить их эффективность и увеличить выход жидкого кислорода. Оптимизационные расчеты ВРУ совместно с ДКА показали, что КПД двух агрегатов имеют близкие значения, но разные холодопроизводительности. Так, в схеме (рис. а), при давлении прямого потока $P_2=4,2$ МПа компрессорная ступень ДКА способна дожать поток, направляемый в ДС, до 6 МПа, т. е. обеспечить степень повышения давления $\pi_{КС}=1,44$. Адиабатный КПД процесса сжатия в КС при этом составит $\eta_{КС}=60\%$, а КПД всего агрегата – $\eta_{ДКА}=\eta_{КС}\eta_{ДС}\eta_{ред}=(0,6\cdot 0,83\cdot 0,98)\times 100\%=48,8\%$. В схеме с ДКА трехвальной конструкции давление потока BD после расширения в ДС1 $P_{15}=2,6$ МПа. Компрессорная ступень этого ДКА способна дожать поток, направляемый в ДС2, до 4,53 МПа, т.е. обеспечить степень повышения давления 1,74. Адиабатный КПД процесса сжатия в КС повышается в сравнении с КС ДКА двухвальной конструкции до 69%, что вместе с двухступенчатым расширением в двух детандерных ступенях позволяет достичь КПД агрегата $\eta'_{ДКА}=\eta_{КС}\eta_{ДС1}\eta_{ДС2}\eta_{ред}=(0,69\cdot 0,87\cdot 0,85\cdot 0,94)\times 100\%=48\%$.

Проведенная оптимизация ВРУ с усложнением схемы ДКА трехвальной конструкции, позволила снизить удельные затраты энергии с 1,17 до 1,06 кВтч/кг жидкого кислорода. Выполненные исследования показали, что ВРУ, производящую 1000 кг/ч жидкого кислорода, можно создать на базе центробежного турбокомпрессора компании «Ingersoll Rand» с давлением нагнетания 4,2 МПа.

Информационные источники:

1. Лавренченко Г.К., Плесной А.В. Повышение эффективности детандер-компрессорных агрегатов, используемых в составе воздухоразделительных установок среднего давления //Технические газы. – 2013. –№ 4. – С.18-23.
2. Лавренченко Г.К., Плесной А.В. Повышение эффективности детандер-компрессорных агрегатов, используемых в составе воздухоразделительных установок среднего давления //Технические газы. – 2013. –№ 5. – С.15-24.
3. Лавренченко Г.К., Плесной А.В. Исследование работы детандер-компрессорного агрегата с двумя ступенями расширения в составе ВРУ среднего давления // Технические газы. – 2012. - №6. – С.34-41.
4. Епифанова В.И. Компрессорные и расширительные турбомашин радиального типа. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 624 с.
5. Таран В.Н. Прогнозирование характеристик криогенных турбодетандеров// Технические газы. – 2003. - №4. – С.28-38.
6. Brown R. N. Compressors: Selection and Sizing. – Elsevier, 2011. – 620p.
7. Галеркин Ю.Б., Солдатова К.В., Титенский В.И. Теория, расчёт и конструирование компрессорных машин динамического действия. Турбокомпрессоры. — Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2007. — 142 с.

Научный руководитель: Лавренченко Г.К., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», г. Одесса



УДК 661.531 (56)

О СНИЖЕНИИ ВЛИЯНИЯ ИНЕРТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ ОЖИЖЕНИЯ АММИАКА

Тимошевская Л.В., аспирант, ИХКЭ ОНАПТ, г. Одесса

Копытин А.В., к.т.н., начальник НИС ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», г. Одесса

В крупных аммиачных холодильных установках (АХУ) при эксплуатации могут накапливаться инерты — неконденсирующиеся газы (НКГ), основной компонент которых — воздух. Независимо от того, в какой части установки НКГ попали в систему, они скапливаются в конденсаторе и линейном ресивере. Наличие инертных газов в конденсаторе приводит, с одной стороны, к уменьшению его коэффициента теплопередачи и снижению теплообменной поверхности, с другой — к повышению давления в конденсаторе. Таким образом, и первая, и вторая группы факторов приводят к росту давления в конденсаторе и, как следствие, к перерасходу работы компрессора.

Влияние небольших концентраций НКГ в крупной системе трудноразличимо и по этой причине их удаление из конденсатора и линейного ресивера установки производится лишь при высоком содержании. Если же удаление НКГ осуществляется несвоевременно, холодильная установка долгое время будет работать со значительным перерасходом энергии.

Даже незначительное присутствие НКГ в конденсаторе АХУ приводит к существенному снижению коэффициента теплоотдачи при конденсации [1-3]. Например, если коэффициент теплоотдачи для чистого аммиака равен $8000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, то для смеси с содержанием НКГ 2,5% коэффициент теплоотдачи при той же тепловой нагрузке конденсатора будет составлять $3000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, а при содержании НКГ 17,5% - $1720 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Изготовители оборудования для выпуска инертных газов из АХУ представляют данные, которые указывают на уменьшение производительности конденсаторов на 9...10% на каждый бар увеличения давления конденсации. Возрастание давления в конденсаторе на 1...3 бара при

Автори наукових робіт:

Д

Dimitrov O., **37**

А

Арабаджи Д.Д., **5**
Афоніна Н.Б., **92**

Б

Байдак В.Ю., **60**
Балашов Д.А., **64**
Башкиров Г.В., **131**
Богаченко С.С., **135**
Бондаренко А.В., **131**
Бондарев О.Є., **39**
Бондарь Д.В., **31**
Бондарук А.В., **52**
Бондарук В.А., **117**
Братейко С.В., **131**
Бузовский В.П., **31**
Бутовский Е.Д., **100**

В

Власенко К.С., **50**

Г

Гаврильчик С.В., **115**
Георгієш К.В., **98**
Гнідий О.Л., **93**
Горобец Е.А., **10**
Грамма Л.С., **48**
Грицик С.М., **13**
Грищенко Р.В., **40, 112**
Грудка Б.Г., **53**

Д

Денисюк В.В., **116**
Джуган В.Ю., **19**

Е

Егоров Д.А., **6**

Ж

Желиба Т.А., **25**
Жихарева Н.О., **92**

З

Захарчук О.О., **101**

И

Ионов М.И., **131**

К

Канифольская А.А., **136**
Капауз К.О., **92**
Козак О.Л., **73**
Козаченко И.С., **25**
Колесник А.О., **103**
Колесник Е.И., **96**
Колодзінський Р.І., **42**
Копытин А.В., **124**
Корж Е.Г., **118**
Король Д.Л., **14**
Костецкий Д.В., **66**
Кузьменко М., **43**
Кулик А., **45**
Кулишов Б.А., **75**

Л

Лапинский А.А., **24**
Лисица А.Ю., **29, 108**
Лука О.В., **107**
Лютый В.В., **17**

М

Мациборук В.А., 60
Мазуренко С.Ю., 86
Марченко В.Г., 94
Матвеев Э.В., 126
Миненков В.В., 100
Младёнов И.Ю., 27
Мороз С.А., 115
Мотовий І.В., 48
Мухортов В.В., 73

Н

Наголович М.С., 91
Найчук В.В., 85
Нянцу А., 36

О

Оболоник В.Ф., 85
Обухов А.А., 69
Осадчий С.К., 7
Охотский П., 139
Очеретяний А., 61

П

Пасечник А.Ю., 3
Паранина О.Ю., 78
Пароконий М.О., 71
Пилипенко Б.А., 133
Плесной А.В., 122
Повіт О., 129
Поворознюк В.В., 91
Прокопчук С.Д., 62

Р

Речицкий В.В., 3

С

Скорик А.В., 56
Сладковский Е.Н., 76
Смола В.О., 55
Сниховский Е.Л., 29, 108
Стоянов П.Ф., 21
Стефановский А.Н., 120
Стреколовский С.О., 96
Сухачов В.С., 63

Т

Темершин Д.Д., 33
Тертышный И.Н., 89
Тимошевская Л.В., 124
Тишко Д.П., 137
Толкачев А.Д., 117
Трандафилов В.В., 50

У

Усик Ю.Ю., 83

Ф

Фисенко А.В., 136

Х

Хакимов Р.С., 11
Халак В.Ф., 16

Ц

Цапушел А.Н., 111

Ч

Чередніченко В.А., 20
Чигрин А.А., 127

Ш

Шагиева А.К., 81
Штерндок А.С., 129

Щ

Щербаков О.Н., 57
Щур В., 21

Ю

Юлдашев А.Р., 133
Юсуфі Халід, 72
Юшковська А.М., 105

Я

Яценко Р.О., 94
Ябс А.А., 68

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

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

22 квітня 2014 року

Збірник тез доповідей

Підписано до друку **16.04.2014**. Формат 60x84 1/16.
Умовн. друк. арк. **6.500**. Наклад **15** прим.
Надруковано видавничим центром ОНАХТ ННІХКЕ.
65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3