



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – *Єгоров Богдан Вікторович* – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – *Косой Борис Володимирович* – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Железний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

**СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ**

стр.

79.	МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	181
	С. А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
80.	ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ТЕПЛОВІДДАЧІ БАГАТОШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СТІНКИ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ УМОВАХ	183
	С.А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
81.	ДИНАМІКА ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ГАЗІВ В МАЛОРУХОМОМУ ШАРІ ЗЕРНА	184
	Гапонюк І. І.	
82.	АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ І КОМПРЕСОРАХ МАЛОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ	186
	В.І. Мілованов, А.В. Зажий	
83.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	188
	В.І. Мілованов, О.Л. Клебан	
84.	ЗАСТОСУВАННЯ SCHUKER-ДВИГУНА ДЛЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	191
	Мілованова В.В	
85.	ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ВИНИКНЕННЯ ГІДРОУДАРІВ У ГІДРОСИСТЕМАХ	193
	Скалозубов В.І., Чулкін О.А, Пірковський Д.С.	
86.	ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	194
	Іщук В.І., Козлов Я.М.	
87.	СУЩЕСТВУЮЩІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ	195
	Яковлев Ю.А., Дяченко И. А., Чербаджи С. В.	
88.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИЛОВОЇ РЕГАЗИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ЗПГ	197
	Ярошенко В.М. к.т.н., Бабамірадов Максат,	
89.	УТИЛІЗАЦІЯ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН НА ОСНОВІ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ	199
	Ярошенко В.М., Кусік О.	
90.	АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ З РТО ПРОМІЖНОГО ТИСКУ	201
	Ярошенко В.М., Переход О.,	
91.	ВРАХУВАННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ЗАПІЗНЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В ОГОРОДЖЕННІ	203
	Миرونчук Ю. А	
92.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА СОПЛА ДВУХПОТОЧНОЙ ВИХРЕВОЙ ТУРБИНЫ С ВНЕШНИМ ПЕРИФЕРИЙНЫМ КАНАЛОМ НА ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	206
	Ванеев С.М., Д.В. Мирошниченко,	
93.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ	208
	Потапов В.О., Гриценко О.Ю	
94.	ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО І НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ	210
	Євлаш В.В., Погожих М.І., Потапов В.О.	
95.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO₂ НА ВНУТРІШНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B	213
	Хліва О.Я., Гордейчук Т.В., Семенюк Ю.В.	
96.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЕФІЦІЕНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КИПІННІ РОБОЧИХ ТІЛ R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО /ФУЛЕРЕНИ C₆₀ У ТРУБІ	216
	Мороз С.О., Хліва О.Я., Железний В.П.	
97.	МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛІСМНОСТІ НАНОФЛОЇДІВ	219
	Железний В.П., Мотовий І.В.	
98.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO₂ НА В'ЯЗКІСТЬ І ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B	222
	Гордейчук Т.В., Лук'янов М.М., Семенюк Ю.В.	

УДК 621.51

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Яковлев Ю.А., к.т.н., доц., Дяченко И. А., Чербаджи С. В., Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, kapitos2002@yandex.ru

Сердцем любой холодильной установки является компрессор. От энергетической эффективности и надежности его работы зависят КПД и долговечность компрессорной и холодильной установки в целом.

В современных условиях холодильная техника потребляет по различным оценкам от 15 % до 25 % производимой электрической энергии, а компрессоры в холодильных установках являются одними из крупнейших потребителей электроэнергии.

Среди всех типов холодильных компрессоров объемного типа наибольшее распространение получили поршневые компрессоры (ПК)[1, 2]. Это объясняется целым рядом преимуществ перед аналогами. Так, данное оборудование отличается экономичностью, надежностью, несложностью конструкции и простотой в ремонте. Поршневые компрессоры хорошо справляются с частыми переключениями, отлично подходят для эксплуатации с перерывами, работы в неблагоприятных условиях (при высоком уровне влажности, грязном воздухе и т.п.). Данный тип агрегата может запускаться в работу с любого уровня изначального давления и работать на различных холодильных агентах.

Для оценки перспектив развития поршневых компрессоров целесообразно выделить основные недостатки, характерные для этого типа машин. К основным недостаткам поршневых компрессоров следует отнести наличие значительного числа трущихся деталей, ограниченные возможности регулирования производительности, наличие механизмов преобразования вращательного движения двигателя в возвратно- поступательное движение поршневой группы, а также малый рабочий ресурс клапанных узлов. Несмотря на отмеченные недостатки, поршневые холодильные компрессоры до настоящего времени находят широкое применение, особенно в областях малых и средних производительностей.

С появлением новых материалов и технологий решается задача регулирования производительности компрессора и снижение его энергопотребления, а новые материалы и технологии способны существенно уменьшить потери на трение и износ. Появление линейных компрессоров решило задачу преобразования вращательного движения двигателя в возвратно- поступательное движение поршней, исключив целый ряд деталей и узлов, что в свою очередь позволяет уменьшить динамические нагрузки, массу и габариты конструкции, повышая при этом надежность и энергоэффективность машины. Все вышеизложенное открывает новые перспективы в развитии поршневых холодильных компрессоров.

Главной задачей, стоящей в настоящее время перед производителями холодильных и климатических установок различного назначения, является повышение производительности и эффективности входящих в них компрессоров и теплообменного оборудования. Эта идея не потеряла своей актуальности за всё время развития холодильного оборудования с момента зарождения этой отрасли промышленности до наших дней.

Экономичность работы поршневого компрессора, как компрессора объемного действия, во многом определяется термодинамической эффективностью процесса сжатия, во время которого расходуется основная часть внешней работы, подводимой к компрессору. Из этого следует, что одним из основных путей повышения термодинамической эффективности процесса сжатия будет улучшение охлаждения сжимаемого газа за счет отвода тепла к дополнительным поверхностям теплообмена (при достаточно высоком коэффициенте теплообмена и значительной разнице

температур между охлаждаемым газом и охлаждающим телом) или за счет испарительного охлаждения. Это достигается также путем впрыска жидкого холодильного агента, циркулирующего в основном холодильном контуре, в сжимаемый пар. Впрыск жидкости, приводит уменьшения работы сжатия, понижению температуры нагнетания, а также снижает тепловую нагрузку на детали компрессора.

Именно клапан является одним из основных узлов, связанным с существенным потреблением подводимой к коленчатому валу компрессора энергией. Совершенствование его конструкции позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели функционирования поршневых компрессоров. В работе [3] приведена взаимосвязь между изменением конструкции компрессоров и изменением в использовании в компрессорных установках разных типов клапанов и арматуры. Показано, что важнейшей линией развития компрессоров является рост производительности.

Сравнительный анализ существующих методов регулирования производительности холодильных компрессоров показал, что самым перспективным является использование инвертора для изменения частоты вращения электродвигателя. В настоящее время ряд полугерметических компрессоров Bitzer оснащены встроенным частотным преобразователем. Инвертор дает возможность не только плавно регулировать холодопроизводительность в интервале 20...100%, но и увеличить ее на 70% по сравнению с фиксированной частотой 50 Гц. Плавное регулирование производительности стабилизирует давление всасывания, уменьшает частоту пусков компрессора, и, таким образом, снижает энергопотребление компрессора.

Анализ областей применения поршневых компрессоров показывает, что существуют резервы повышения их эффективности за счет совершенствования электропривода [4]. Величина коэффициента мощности ($\cos\phi$) асинхронного двигателя переменного тока существенно влияет на величину электропотребления поршневого компрессора. Использование в системе электропитания полугерметических компрессоров Bitzer корректирующей системы, повышающей значение $\cos\phi$ до 0,95, позволяет уменьшить рабочий ток и снизить величину полной потребляемой мощности компрессора.

Другим способом совершенствования электропривода является использование системы плавного пуска, позволяющей уменьшить пусковой ток и снизить стартовый крутящий момент двигателя [5].

Энергия привода компрессора тратится на сжатие газа и покрытие механических потерь. При этом часть затраченной энергии в виде тепла отводится в окружающую среду. Утилизация теплоты сжатия позволяет повысить эффективность и энергетические показатели работы поршневых компрессоров.

Проведенный анализ существующих достижений в области холодильного компрессоростроения показывает, что возможности улучшения эффективности и энергетических характеристик поршневых холодильных компрессоров еще не исчерпаны.

Литература

1. Обзор мирового рынка компрессоров. По материалам JARN. Мир климата № 84, 2014, с. 18-29.
2. Пронин В.А. Тенденции развития компрессорной техники. НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование», № 1, 2014, 8 с.
3. Сакун И.А., Горобченко С.Л. Тенденции развития компрессоров и клапаны. Прогнозирование перспективных направлений. ТПА экспресс №2, 2013.
4. Березин И. С. Анализ и выбор привода поршневого компрессора [Текст]/ И.С. Березин, А.В. Недовенчаный, Е.В. Постовой Е// Сборник научных трудов, вып. 11. – Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО НГАВТ, 2013. – с. 29-34.
5. MagnusKjellberg, SorenKling. Системы плавного пуска. Учебное пособие. ABB Automation Technology Products AB, Control. 2003, 90 с.