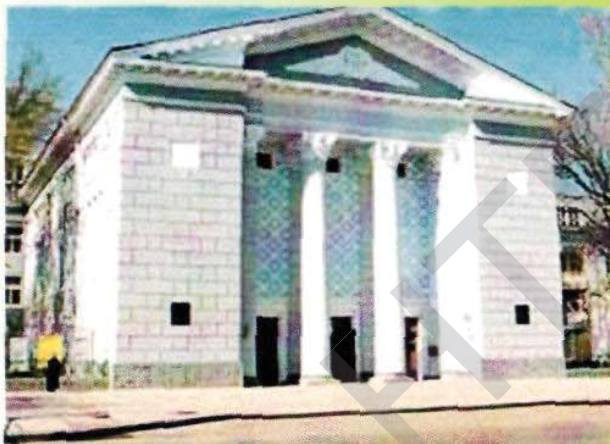




**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**



**Одеса  
2015**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ОДЕСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ СОЮЗ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ  
ОБ'ЄДНАНЬ УКРАЇНИ  
КОНСАЛТИНГОВА ЛАБОРАТОРІЯ «ТЕРМА»

**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**

Матеріали науково-практичної конференції

12 листопада 2015 року

Одеса  
2015

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали науково-практичної конференції (12 листопада 2015 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2015. – 66 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.

Збірник містить тези доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту та аудиту (секція 1) та по енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 2).

УДК [620.9:628.87]:334.723  
ББК [620.9:628.87]:334.723

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2015

## СЕКЦІЯ 1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

Г.Л. Рябцев, д-р наук гос.упр., канд.техн.наук (НАГУ, Київ)

### ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ МИРОВЫХ ЦЕН НА НЕФТЬ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УКРАИНУ

Падение нефтяных котировок до минимального с 2008 года уровня поделило отраслевых экспертов на три лагеря. Представители первого из них называют происходящее «заговором против России» и частью санкций «мирового сообщества», направленных на поддержку «демократических изменений в Украине». Апологеты второго считают последние события несколько затянувшейся «краткосрочной тенденцией», которая вот-вот сменится ростом до «справедливой» (в их понимании) цены. По мнению сторонников третьего, нисходящий тренд – это всерьёз и надолго, несмотря на непрекращающиеся биржевые колебания. И хотя автор считает, что баррель по \$15 – уже не фантазия, золотых гор Украине ждать не следует.

Чтобы понять причины происходящего, необходимо знать следующее:

- с начала 2000-х цена нефти определяется притоком и оттоком спекулятивного капитала на торговые площадки (биржи);
- вместо реального товара на биржах торгуют финансовыми инструментами, объём которых в сотни раз больше объёма добываемого сырья;
- только одна сделка из ста завершается физической поставкой нефти.

Долгое время разрыв между «виртуальной» и истинной ценой нефти делал восстановление реальной экономики невозможным. Но летом 2014 года ситуация изменилась, и разница в ценах нефти для реальной экономики и крупнейших банков начала быстро сокращаться.

Необходимыми, но недостаточными условиями для этого были: наибольшая за всю историю добыча, наименьший с 1998 года спрос и максимальные за всю историю запасы сырья. Главная причина снижения – совпадение геополитических интересов двух ведущих игроков рынка: США стремятся восстановить реальную экономику за счёт низких цен на нефть, а Саудовская Аравия со своими союзниками намереваются вернуть себе утерянную в 1990-х долю рынка. Несмотря на снижение котировок со \$110 до \$50/барр., разрыв между предложением нефти и спросом на неё возрос с 1 до 3 млн барр. в сутки. Так что снижение цен на нефть, скорее всего, продолжится, поскольку его инициаторы ещё не достигли своих целей.

Возможные сценарии выглядят следующим образом:

- шоковый: снижение котировок до \$30/барр. Следствие – увеличение доли ОПЕК на мировом рынке до 40 % благодаря низкой себестоимости добычи (до \$6/барр.), сокращение экспортных доходов РФ, замораживание глубоководных и восточносибирских проектов;



Рассмотрен геотермальный тепловой насос производительностью в режиме обогрева 20 кВт при условии поддержания постоянной температуры конденсации холодильного агента  $t_k=40^\circ\text{C}$  (согласно европейской методике испытания климатических систем и систем отопления по стандарту EN 14511, EN 255) и переменной температуре кипения  $t_0=-5^\circ\text{C}$  до  $+6^\circ\text{C}$ . Схемное решение - одноступенчатый ТН с рекуперативным теплообменником. В качестве рабочих тел для ТН рассмотрены варианты использования природных холодильных агентов (R600a, R290, R1270) и современных альтернативных хладагентов (R404a, R134a, R410a).

Для ТН, работающего в режиме обогрева помещения или подогрева промежуточного теплоносителя, критична температура конца сжатия в компрессоре. Температура паров холодильного агента на выходе из компрессора определяет максимально возможный температурный предел нагрева промежуточного теплоносителя либо воды при снятии тепла перегрева в фторконденсаторе или конденсаторе. В процентном соотношении в фторконденсаторе отводится примерно 10-15% всей теплоты конденсации высвобождаемой при работе ТН.

На рис.1 представлена зависимость температуры конца процесса сжатия в компрессоре для различных холодильных агентов. Рассмотрим вариант поддержания минимальной температуры кипения  $t_0=-5^\circ\text{C}$  и температуры конденсации  $t_k=40^\circ\text{C}$ . Из графика видно, что максимальная температура конца сжатия равная  $102^\circ\text{C}$  соответствует варианту использования в качестве рабочего тела R410a, минимальная температура конца сжатия для R600a -  $74,5^\circ\text{C}$ . Со стороны оптимальной работы компрессора и системы его смазки, использование в качестве холодильного агента R600a по сравнению с R410A более предпочтительно. Повышенная температура конца сжатия в компрессоре позволяет нагреть промежуточный теплоноситель в фторконденсаторе теплового насоса до более высокой температуры.

Температура конца сжатия холодильных агентов R290 и R134a при одинаковых условиях работы ( $t_k$  и  $t_0$ ) практически равноценны. Холодильный агент R1270 (пропилен) позволяет реализовывать одноступенчатое сжатие. Температура конца сжатия оптимальна для всех типов компрессоров и в тоже время находится на достаточно высоком уровне по сравнению с другими рабочими телами термотрансформатора. Анализ динамики изменения величины коэффициента термотрансформации в рассмотренном температурном диапазоне работы ТН представлен на рис.2.

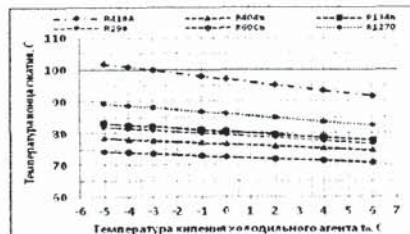


Рис. 1 График зависимости  $t_2=f(t_0)$

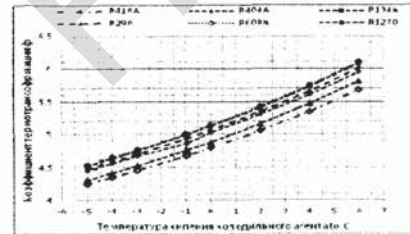


Рис. 2 График зависимости  $\phi=f(t_0)$

Холодильный агент R600a является природным рабочим веществом, в случае разгерметизации системы может быть легко дозаправлен в отличие от смесового хладагента R134a. Минусом холодильных агентов R600a и R290 является их повышенная взрывопожароопасность, что требует оборудования агрегатных площадок на открытом проветриваемом пространстве и установки дополнительных средств контроля, но, несмотря на минусы, рекомендуется обратить внимание на расширение возможностей применения R600a.

О. В. Роштабіга (ОНАХТ, Одеса)

М.Г. Хмельнюк (ОНАХТ, Одеса)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОРТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

Портові холодильники призначені для обслуговування перевалочних вантажних операцій харчових швидкопсувних продуктів. Вони відіграють важливу роль в побудові транспортно-логістичної інфраструктури України як транзитної держави, і все тісніше інтегрують країну в міжнародні транспортні коридори. Портові холодильники призначені для одночасного зберігання великої кількості вантажів різних типів. Умови зберігання привезених вантажів потрібно дотримуватися згідно з технологією. Оскільки температури зберігання свіжих цитрусових плодів, або бананів, м'яса, свіжої, або замороженої риби та інших швидкопсувних продуктів значно відрізняються потрібно обирати найоптимальніші схемні рішення для розробки холодильних систем з великою кількістю температурних рівнів.

В даній роботі розглянуто холодильну систему портового холодильника, яка працює на три температурних рівня: зберігання цитрусових плодів ( $-1 - +7^\circ\text{C}$ ), зберігання мороженої риби ( $-18 - -25^\circ\text{C}$ ), зберігання свіжої риби ( $+2 - -4^\circ\text{C}$ ). Для підвищення економічної ефективності холодильної системи (зниження витрат енергії на одиницю забраного від охолоджуваного тіла кількості теплоти) використовують каскадну холодильну машину. Каскадна холодильна установка являє собою систему двох або декількох холодильних машин-каскадів, що працюють в різних температурних межах, і, як правило, з різними холодильними агентами. Існує велика кількість робочих речовин, синтетичних (HFC), та природних (аміак, двоокис вуглецю, пропан, та ін.) які здобули розповсюдження в застосуванні в каскадних машинах. На ряду з синтетичними робочими речовинами (R13, R23, R404a, R134a та ін.) доцільно використовувати природні холодильні агенти, наприклад, двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2 - \text{R744}$ ) та аміак ( $\text{NH}_3 - \text{R717}$ ).

Для підвищення економічної ефективності холодильної машини (зниження витрат енергії на одиницю забраного від охолоджуваного тіла кількості теплоти) доцільніше використовувати природні робочі речовини. Вони не тільки дозволяють досягти бажаних температур зберігання харчових продуктів, але й мають ряд переваг: низький вплив на навколишнє середовище (для R744 -



$GWP=1$ ,  $ODP=0$ , для R717 –  $GWP/ODP=0$ , що є дуже суттєвим під час витoku холодоагенту), термодинамічні властивості. Досліди зарубіжних науковців довели, що використання каскадної системи з R744/R717 у порівнянні з аналогічною системою на R404a/R22 дозволяє знизити кількість заправленого холодоагенту. Щоб оцінити термодинамічну ефективність роботи камер холодильника, необхідно провести ексергетичний аналіз системи. Результати дослідження будуть наведені в кваліфікаційній магістерській роботі.

**В.В. Трандафілов**, аспірант (ОНАПТ, Одеса)

**М.Г. Хмельнюк**, д-р.техн.наук (ОНАПТ, Одеса)

**О.Ю. Яковлева**, канд.техн.наук (ОНАПТ, Одеса)

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН СТИРЛИНГА

Основным направлением развития экономики в XXI веке является поиск перспективных технологий энергопреобразования и производство новой холодильной техники на основе высокоэффективных термодинамических циклов с использованием природных рабочих тел. По мнению многих зарубежных специалистов, перспективным направлением при этом является разработка и широкое внедрение бытовой и промышленной холодильной техники на базе газовых холодильных машин (ГХМ), работающих по циклу Стирлинга. Теоретическая эффективность ГХМ Стирлинга равна эффективности идеальной холодильной машины, работающей по циклу Карно.

Поэтому широкое внедрение холодильных машин Стирлинга позволяет нам в комплексе "эффективность + экологическая чистота" решить проблему создания соответствующую современным требованиям холодильную машину для бытовой и промышленной холодильной техники.

Современные холодильные машины, работающие по циклу Стирлинга, в конструкции компрессорного блока базируются на возвратно-поступательном движении поршней, реализуемом через кривошипно-шатунный механизм (КШМ) либо посредством линейного электропривода. Достижение герметичности рабочих камер требует установки контактных уплотнений в случае применения кривошипно-шатунного механизма, а «бесконтактность» поршней, являющихся частью линейного электропривода, достигается усложнением конструкции, что в итоге снижает ресурс [1].

Одним из возможных путей решения указанной выше проблемы является использование роторно-лопастной газовой холодильной машины (РЛГХМ).

Разрабатываемая РЛГХМ имеет гарантированные минимальные зазоры в щелевых уплотнениях по периметру лопастей. Особенности РЛГХМ – многокамерность, теоретически бесконечно большой ресурс работы за счет гарантированных зазоров в рабочих полостях, уравновешенность, возможность работы с бесконтактными уплотнениями.

Лопастная группа РЛГХМ (рис. 1) состоит из цилиндрического корпуса 1, в котором соосно установлены с возможностью вращения два подвижных

ротора, каждый из них состоит из вала 6, 7 соответственно. Роторы образуют внутри корпуса 1 четыре рабочие камеры переменного объема, в которых одновременно осуществляются четыре рабочих процесса: всасывание охлажденного рабочего тела из охладителя через окна в торцевой крышке 4, расширение рабочего тела, перепуск рабочего тела через окна в торцевой крышке 5 в теплообменник нагрузки, и сжатие рабочего тела.

Таким образом, каждая рабочая камера машины образована следующими деталями: двумя валами 6, 7, двумя поршнями 2,3 и корпусом 1.

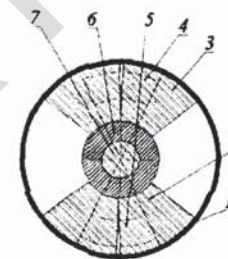


Рис. 1. Лопастная группа РЛГХМ

1 — корпус; 2 — задний поршень; 3 — передний поршень; 4 — окна, связывающие камеру с охладителем; 5 — окна, связывающие камеру с теплообменником нагрузки; 6,7 — вала.

Коэффициент компактности основного объема РЛГХМ (отношение эквивалентного рабочего объема к объему машины) достигает 15-20%, в то время как максимальное значение этого показателя для поршневых (V - образных с КШМ) составляет 1-2% [2]. Столь большое (в несколько раз) преимущество по удельно-массовым показателям открывает перспективы применения машин данной схемы. Сравнительный анализ параметров РЛГХМ с поршневыми машинами показан на рис. 2.

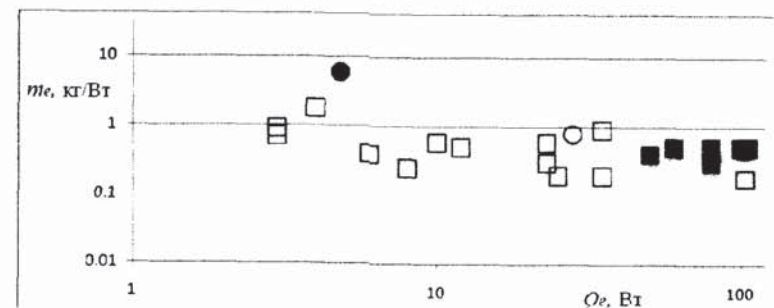


Рис. 2. Массовые характеристики ГХМ Стирлинга

□- одноступенчатые ГХМ Стирлинга; ■- двухступенчатые ГХМ Стирлинга;  
○- одноступенчатая РЛГХМ; ●- двухступенчатая РЛГХМ.



## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1

#### ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

Г. Л. Рябцев <i>ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ МИРОВЫХ ЦЕН НА НЕФТЬ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УКРАИНУ</i> .....	3
С.Г. Терзиев, Ю.О. Левтринская <i>ПРОГНОЗ СТРУКТУРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В МИРЕ ДО 2040г</i> .....	5
О.Г. Бурдо, Е.Е.Туровцева, <i>ОПЫТ ДАНИИ И ШВЕЦИИ В МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ</i> .....	7
О.Г. Бурдо, <i>ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ В СТВОРЕНІ СИСТЕМИ МУНІЦИПАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ</i> .....	8
О.Г. Бурдо, <i>ОПЫТ ВЫХОДА ИЗ ПЕРВОЙ ВОЛНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА В ЕВРОПЕ</i> .....	9
С.Г. Терзиев <i>АСПЕКТЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ «РИМСКОГО КЛУБА»</i> .....	10
С.Г. Терзиев, <i>ОБОСТРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ</i> .....	11
В.Я. Керш, <i>ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ (ПОЛЬСКИЙ ОПЫТ)</i> .....	12
И. Гергардт, А. Гергардт, <i>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УКРАИНЫ: ПУТИ РЕШЕНИЯ</i> .....	14
О.Г. Бурдо., Ю.О. Левтринская <i>ЭТАПЫ ВЫХОДА УКРАИНЫ ИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА</i> .....	16
О.Г. Бурдо, Ю.Н.Тасимов <i>ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕМ ГОРОДА</i> .....	18
О.С.Тарахтий, А.Н.Бундюк, <i>ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В КОГЕНЕРАЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ</i> .....	19
В.М. Бандура, <i>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ПІДПРИЄМСТВА</i> .....	22
В. П. Мординский, П.І. Светлічний, <i>МЕТОДОЛОГІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ І ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОГРАМИ БЮДЖЕТНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ</i> .....	24
С.М. Перетяка, <i>ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ</i> .....	26
С.Н. Перетяка, <i>ТОПЛИВО ИЗ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК</i> .....	28
Д.А. Харенко, <i>ЭНЕРГОМОНИТОРИНГ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОСТИНИЧНОГО БИЗНЕСА</i> .....	29
О.Г. Бурдо., <i>ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО</i> .....	31

## СЕКЦІЯ 2

### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

А. Р.Трач, Ф. А.Тришин, <i>ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВОДОПОДГОТОВКИ</i> .....	33
Ю. В. Орловская, А. Р.Трач, Ф. А. Тришин <i>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ</i> .....	34
А.П. Левицкий, А.П.Лапінська, Н.В. Хоренжий, <i>ЯК ПЕРЕТВОРИТИ ВІДХОДИ ВИНОРОБНОЇ ГАЛУЗІ У ПРИБУТКИ</i> .....	35
А.П. Лапінська, Н.В. Хоренжий, <i>ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО З МАЛОПІННОЇ СІРОВНИ</i> .....	38
Т.А. Макаренко, Н.В. Ружицкая, <i>ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ</i> .....	41
Д.Н. Резниченко, А. Церцейл, <i>ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКУУМ-ВЫПАРНЫХ УСТАНОВОК</i> .....	43
Альхари Юсеф, <i>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА</i> .....	44
І.І. Яровий, <i>ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ОБ'ЄМНОГО НАГРІВУ ЩІЛЬНОГО ШАРУ РОСЛИННОЇ СІРОВИНИ</i> .....	45
К. С. Туровцева, <i>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКОВОГО ВИМОРОЖУВАННЯ ДЛЯ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ</i> .....	48
С.Г., Терзиев, Ю.О.Левтринская, <i>ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОФЕПРОДУКТОВ</i> .....	50
А.К. Бурдо, В. А. Бондар, С.А. Малашевич, <i>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ РЯБИНЫ ЧЕРНОПЛОДНОЙ</i> .....	52
Стоянов П.Ф., Остапенко А.В., Яковлева О.Ю., <i>АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</i> .....	53
О. В. Роштабіга, М.Г. Хмельнюк, <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОРТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА</i> .....	55
В.В. Трандафилов, М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, <i>УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН СТИРЛИНГА</i> .....	56
В.О. Бедросов, А.В. Остапенко, О.Ю.Яковлева, М.Г.Хмельнюк, <i>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ КАСКАДНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ПОВТОРНОГО СЖИЖЕНИЯ НЕФТЯНОГО ГАЗА ПРИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ</i> .....	58
А.С.Садовский, О.Ю.Яковлева, О.В. Остапенко, М.Г.Хмельнюк, <i>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ ЖИДКОЙ ДВУОКСИ УГЛЕРОДА ДЛЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГАЗОВОЗА</i> .....	60
М.І. Кепін, <i>АНАЛІЗ РОБОТИ КІСТОЧКОВИБИВНИХ МАШИН</i> .....	63