

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



МАТЕРІАЛИ
XVII Всеукраїнської
науково-технічної конференції
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

ОДЕСА
2018

УДК 620
ББК 31+51
А 43

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, протокол № 1 від 25 вересня 2018 року.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Голова:

Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Заступники голови:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент;

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Бошкова І.Л.	Крусір Г.В.	Тітлов О.С.
Гоголь М.І.	Лук'янов М.М.	Шпирко Т.В.
Железний В.П.	Мазур В.О.	Хлієва О.Я.
Зацеркляний М.М.	Ольшевська О.В.	Цикало А.Л.
Івченко Д.О.	Сагала Т.А.	Якуб Л.М.
Кологривов М.М.	Семенюк Ю.В.	

ПЛЕНАРНА ДОПОВІДЬ

Актуальні проблеми енергетики та екології /

А 43 Матеріали XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса, Бондаренко М. О., 2018. – 196 с.
ISBN 978-617-7613-26-7

УДК 620
ББК 31+51

Відповідальний за випуск: Семенюк Ю.В., завідувач кафедри теплофізики та прикладної екології ОНАХТ
За достовірність інформації відповідає автор публікації

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

ISBN 978-617-7613-26-7

Для рекуператорів без інтенсифікації тепловіддачі на стороні продуктів згоряння за допомогою вставок ($\mu_r = 1,0$) гранична температура нагріву повітря в високотемпературному радіаційно-конвективному рекуператорі буде:

– в трубчастому рекуператорі:

$$\theta_c^0 = \frac{\beta S_k}{B_i} (\theta_{cm}^0)^{\beta} + \left(1 + \frac{\beta B_{i2}}{B_i} \right) \theta_{cm}^0 - \frac{\beta (B_{i2} + S_k)}{B_i} \quad (3)$$

– в щілинному рекуператорі ($\beta=1,0$):

$$\theta_c^0 = \frac{S_k}{B_i} (\theta_{cm}^0)^{\beta} + \left(1 + \frac{B_{i2}}{B_i} \right) \theta_{cm}^0 - \frac{B_{i2} + S_k}{B_i} \quad (4)$$

Для рекуператорів з конвективного тепловіддачею на стороні продуктів згоряння ($S_k = 0$) гранична температура повітря:

$$\theta_c^0 = \left(1 + \frac{\beta B_{i2}}{\mu_p B_i} \right) \theta_{cm}^0 - \frac{\beta B_{i2}}{\mu_p B_i} \quad (5)$$

Рівняння (3) - (5) справедливі для протиточних схем руху теплоносіїв, коли максимальна температура розділової стінки в місці входу продуктів згоряння в рекуператор, а $T_c^0 = \theta_c^0 \cdot T_p^0$, де T_p^0 - температура продуктів згоряння на вході і в рекуператор [4].

Наведені формули справедливі і для прямоточних схем руху теплоносіїв, якщо безрозмірну температуру підігріву повітря відносити до локального значення температури продуктів згоряння, зокрема, до температури продуктів згоряння на виході з рекуператора, де має місце максимальна температура розділової стінки. Тоді $\theta_c^0 = \frac{T_c^0}{T_{nc}^0}$, де T_{nc}^0 - температура продуктів згоряння на виході з рекуператора, К.

Література

1. Тебеньков Б.П. Рекуператоры для промышленных печей. М., «Металлургия», 1975.- 296с.
2. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчётов и проектирования. 2-е издание, дополненное и переработанное / Казанцев Е.И. - М., «Металлургия», 1975. 368 с
3. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах / Ю.И. Розенгарт, Б.Б. Потапов, В.М. Ольшанский, А.В. Богадулин. – Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 296с.
4. Аверин С.И. и др. Расчёты нагревательных печей / Аверин С.И. – К.: Техніка, 1969. – 540 с.

УДК 536.42;536.71;536.77

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДЛИХ МЕТАНУ CH₄, ПЕРФТОРМЕТАНУ CF₄ ТА ПЕРХЛОРМЕТАНУ CCL₄

Якуб Л.М., д.т.н., професор, Бодюл О.С., ст. викладач
Одеська національна академія харчових технологій

Метан CH₄, перфторметан CF₄ та перхлорметан CCl₄ є найпростішими представниками широкого класу речовин, утворених молекулами тетраедричної симетрії. Дослідження термодинамічних властивостей твердого метану при високому тиску є актуальною проблемою в галузі нетрадиційної енергетики. Також інтерес до речовин метанового ряду обумовлений пошуком нових енергоємних молекулярних систем на основі вуглецевих матеріалів, придатних для зберігання та легкого вилучення з них молекулярного водню як палива. Тетрафторметан CF₄ (фреон R14) є молекулярним аналогом метану. Завдяки своїй простоті та високій симетрії, він привертає увагу багатьох дослідницьких груп. Відзначається збільшення кількості досліджень властивостей цього кристала в різних інтервалах температур і тисків. Це пов'язано в тому числі з тим, що його комерційне значення останнім часом зростає у зв'язку з розробкою технології сухого травлення в мікроелектронній промисловості. Тетрафторметан також є побічним продуктом детонації, а розуміння його хімічних і фізичних властивостей має вирішальне значення для моделювання фізики вибухових речовин. Тетрахлорид метану CCl₄ (фреон R10) відноситься до числа висококиплячих речовин. Його термодинамічні властивості добре вивчені в рідкій фазі та на лінії насичення, але обсяг експериментальних даних для твердої фази вкрай обмежений.

Обмежені можливості експериментальних досліджень в області низьких температур і високого тиску роблять актуальним проведення розрахунково-теоретичних досліджень властивостей метану і його похідних, а також комп'ютерного експерименту. У роботі, поряд з розрахунками термодинамічних властивостей, оснований на застосуванні теоретично обґрунтованих рівнянь стану, була зроблена спроба перевірити надійність застосованих розрахункових методів порівнянням з прямими обчисленнями термодинамічних властивостей метану та його галоїдопохідних методом Монте-Карло.

Було використано потенційну модель взаємодії молекул, у якій потенціал Леннарда-Джонса доповнено нецентральною октуполь-октупольною взаємодією молекул метану. Для аналітичного представлення було використано точний вираз октуполь-октупольної взаємодії молекул метану, отриманий в роботі [1]. У роботах [2, 3] при дослідженні властивостей твердого метану було запропоновано канонічне рівняння стану для вільної енергії Гельмгольца F(V, T). Рівняння стану було використано для прогнозування лінії плавлення метану [4]. Слід відмітити, що єдина інформація, необхідна для розрахунку термодинамічних властивостей твердого метану і його галоїдопохідних за розробленим рівнянням стану полягає у виборі параметрів потенціалу Леннарда-Джонса та октупольного моменту.

Оскільки в роботі запропоновано рівняння стану, що дозволяє проводити розрахунки в області високих тисків, де експериментальні дані нечисленні або відсутні, було проведено порівняння результатів розрахунків за рівнянням стану з результатами комп'ютерного моделювання методом Монте-Карло використовуючи один й той самий набір потенційних параметрів $\epsilon/k = 148$ К, $\sigma = 3.77$ Å. Для розрахунку термодинамічних властивостей твердого метану та перхлорметану CCl₄ у фазі з гранецентрованою кристалічною (ГЦК) решіткою було спеціально розроблено програму для моделювання методом Монте-Карло, в основі якої лежить класичний алгоритм Метрополіса та періодичні граничні умови. Деякі результати розрахунку властивостей метану [5] на лінії плавлення методом Монте-Карло та оцінку їх похибки наведено в таблиці 1. Слід відмітити добре погодження між результатами розрахунку та комп'ютерного експерименту, як для тиску, так й для термічних коефіцієнтів.

Крім докладного Монте-Карло дослідження термодинамічних властивостей кристалічного метану, було проведено комп'ютерні експерименти для монокліної структури перфторметану CF₄ на лінії сублімації для β-фази при T = 60 ... 76 К [6] та для кристалічного CCl₄ уздовж лінії плавлення у ГЦК-фазі від T = 245 К до T = 320 К [7]. Відсутність експериментальних значень густини у твердої фазі в роботах, що присвячені дослідженню фазової діаграми

CCl₄, залишають можливість порівнювати результати розрахунку об'єму за теоретичним рівнянням стану з даними, отриманими методом машинного експерименту Монте-Карло. Також результати комп'ютерного моделювання, отримані для CF₄, було порівняно з експериментальними даними [8] (рис. 1, 2).

Таблиця 1 – Відносна похибка розрахунку мольних об'ємів метану на лінії плавлення методом Монте-Карло та за рівнянням стану.

Т, К	Р, ГПа	V, см ³ /моль		δ, %
		Метод Монте-Карло	Рівняння стану	
90.7	-0.008	32.87	32.81	-0.18 %
111.3	0.087	31.75	31.80	-0.16 %
131.8	0.186	30.92	30.88	-0.13 %
156.97	0.323	29.97	29.87	-0.03%
180.36	0.465	29.09	29.04	-0.17%
212.85	0.677	28.16	28.02	-0.50%
237.58	0.866	27.47	27.33	-0.51%
260.85	1.049	26.88	26.74	-0.52%

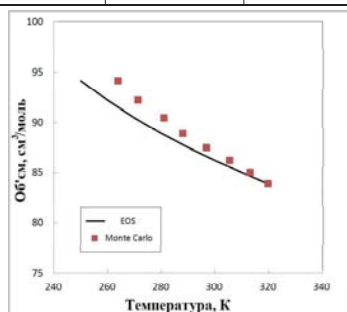


Рис. 1 – Порівняння результатів розрахунку об'єму CCl₄ за теоретичним рівнянням стану (—) з даними комп'ютерного моделювання методом Монте-Карло (■)

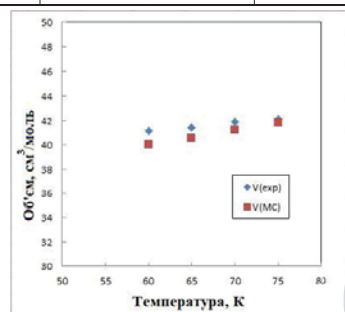


Рис. 2 – Порівняння результатів розрахунку об'єму CF₄ методом Монте-Карло (■) з експериментальними даними [6] (◆)

Висновки

Термодинамічні властивості CH₄, CF₄ та CCl₄ було розраховано на лініях сублимації та плавлення з використанням двох підходів: за теоретичним рівнянням стану та моделюванням методом Монте-Карло. Отримані результати добре узгоджуються з наявними експериментальними даними. Слід відмітити, що октуполь-октупольна взаємодія молекул при високих температурах дає лише малий вклад в термодинамічні функції, але при низьких температурах її вплив становиться суттєвим.

Література

1. Isnard P., Robert D. & Galatry L. (1976) *Molecular Physics*, 31:6, 1789-1811.
2. Yakub L.N., Bodiul O.S. Low-temperature equation of state of solid methane. // *Refrigeration engineering and technology*. – 2016. – Vol. 52, iss. 1. – P. 73-77.
3. Якуб Л.Н., Бодюл Е.С. Термодинамические свойства метана при высоких давлениях. // *Технические газы*. – 2016. – Том 16, № 2. – С. 54-59.
4. Yakub L.N., Bodiul E.S. Melting line parameters and thermodynamic properties of methane at high pressures. // *Journal of Low Temperature Physics*. – 2017. – Vol. 187, iss. 1. – P. 33-42.
5. Cheng M., Daniels W.B., Crawford R.K. (1975) *Phys.Rev.* B11, 3972-3975.
6. Bol'shutkin D. N., Gasan V. M., Prokhvatilov A. I., Erenburg A. I. (1972) *Acta Cryst.* B28, 3542.
7. Maruyama M., Kawabata K., Kuribayashi N. (2000) *Journ.Crystal Growth*, 220(1-2), 161-165.
8. Klimenko N. A., Gal'tsov N. N., Prokhvatilov A. I. (2008) *Fiz. Nizk. Temp.* 34(11), 960-965.

UDC: 621.575.932:621.565.92

THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES

Kirilov V.Kh., Dr.Sc., Prof., Osadchuk E.A., assistant, Titlov A.S., Dr.Sc., Prof. Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

The object of the research is the absorption water – ammonia cooling units of the pumping (AWCU) and non-pumped type – absorption-diffusion cooling units (ADCU).

To achieve this goal, it is necessary to accomplish the following tasks:

1. To develop a methodology for thermodynamic calculation of AWCU and ADCU cycles in the extended, in comparison with the traditional, operating temperature range, both in the part of the heating source, and the environment and the cooling object.

2. Conduct an analysis of the calculation of thermodynamic parameters in AWCU and ADCU in the extended range of operation parameters.

3. To develop the perspective schemes of AWCU and ADCU in the extended range of operation parameters when working in systems for obtaining water from atmospheric air.

One of the features of absorption refrigerators of all types is the interdependence of temperatures in the characteristic processes of the cycle—the temperature of the heating medium t_h , the temperature of the cooling medium t_{oc} , and the temperature of the cooling object t_{ob} . Of the three temperatures, only two can be arbitrarily assigned.

As practice shows, the operation of the refrigeration unit should provide a given level of cooling (t_{ob}), and the installation itself should operate under appropriate climatic conditions, that is, at a given temperature of the cooling medium. Therefore, the real parameter that can change is only the temperature of the heating source.

Modern calculation methods do not consider such interdependence of temperatures in the absorption refrigeration cycle, since they allow the presence of a source of thermal energy with only the necessary temperature potential.

At the first stage of the research, an algorithm was developed for calculating AWCU pump cycles for working with low-potential sources of thermal energy.

In Fig. 1. The simplest scheme of AWCU with two regenerative heat exchangers – solutions (RHS) and ammonia (RHA) is presented. To the generator 1, which is filled with liquid WAS, low-potential heat is supplied, as a result of which the low-boiling component (ammonia) with small particles of water vapor will predominantly boil off from the solution. The steam enters the rectifier 2, in which the cooled saturated WAS with the RHS 5 and the absorber 4 flows to meet the vapor stream that comes from the generator 1. At the same time, less volatile water vapor condenses first, thereby increasing the concentration of ammonia in the stream. Next, WAS pairs fall into the reflux condenser 3. On its cold tubes, the first condensed water vapor that remained after the rectifier 2. The presence of the rectifier 2 and the refluxer 3 in the AWCU circuit allows almost completely to get rid of the water vapor in the ammonia vapor stream that goes to the condenser 7. Further ammonia vapor enters the condenser 7, liquefies with the removal of the phase transition heat, enters the RHA 8, where the cold ammonia vapor that comes from the evaporator 9 to the absorber 4 is preheated, thereby increasing the thermal coefficient of the AWCU cycle.

Initial data for the calculation were adopted: a) temperature of the cooling medium t_{oc} ; b) temperature of the cooling object t_{ob} ; c) temperature differences on elements that do not explicitly take into account heat exchange conditions and under-recovery of heat: temperature difference between the weak WAS and the generator's heating source of heat; temperature head in the condenser, absorber, dephlegmator with cooling medium; temperature head between the fluxes of weak and strong WAS at the cold end of RHS; d) refrigerating capacity of the evaporator Q_0 .

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ Калініченко І.В., Сидорова В.В.	118
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КОНТУРОВ КОЛЬЦЕВОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ Кологривов М.М., Бузовский В.П.	120
ДЛИНА ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ Кологривов М.М., Григорьев А.О.	124
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ Кошельник О.В., Долобовська О.В.	127
МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 Т/ЧАС ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УТРАТЫ КОКСА И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ Круглякова О.В., Макей А.И.	128
ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ МОДЕРНИЗАЦІЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНОЇ Круглякова О.В., Яхоніна А.Д.	129
ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ СЕКТОРІ Лужанська Г.В., Назаров І., Мангір А.С.	130
РАСЧЁТ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРИСТЫХ ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРВОГО РОДА С РАБОЧИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ФРЕОН - 12 Лукиша А.П.	132
РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ НА НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНИХ ДжЕРЕЛАХ ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ Мазуренко С.Ю., Магурян Н.С., Возиянов А.И.	136
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ Мельник Е.Ю., Лукьянов Н.Н., Денисов Ю.П.	138
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК Ободович О.М., Булій Ю.В.	142
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНОСОСНИХ УСТАНОВОК Остапенко О. П.	143
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф., Пуникверский А.Ф.	145
ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ З ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ СКІДНОЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ Радченко Р.М., Калініченко І.В., Зубарев А.А., Богданов Н.С.	147
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТИНОК ТА МОДИФІКАЦІЇ ТЕПЛОБІМННОЇ ПОВЕРХНІ Семенов Ю.В., Хлієва О.Я., Лук'янова Т.В.	149
ТЕПЛООБМЕН ГРАВИТАЦИОННОГО СЛОЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ Титарь С.С., Бабаев Е.С.	153

ВИБРАЦИЯ ТРУБЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛООБМЕН С ПЛОТНЫМ СЛОЕМ Титарь С.С., Дариенко Б.Е.	154
РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УТИЛИЗАТОРОВ ТЕПЛА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ Титлов А.С., Васильев О.Б.	155
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ И АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА Титлов А.С., Дьяченко Т.В., Сагала Т.А., Артюх В.Н., Алнамер А.	157
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ИХ ЭЛЕМЕНТАХ Титлов А.С., Осадчук Е.А., Биленко Н.А.	160
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР Титлов А.С., Петушенко С.Н., Устенко Р.А.	162
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ Титлов А.С., Тюхай Д.С., Титлова О.А., Березовская Л.В., Адамбаев Д.Б.	164
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА КОМБИНИРОВАННОГО АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА Титлов А.С., Холодков А.О., Приймак В.Г., Гратий Т.И.	167
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ЖИДКОСТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА Халак В.Ф.	170
ВПЛИВ ДОМШОК ФУЛЕРЕНІВ C60 НА ГУСТИНУ ОРТО-КСИЛОЛУ Ханчич К.Ю., Мотовий І.В.	172
ЛИМИТИРУЮЩИЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ АММИАКА В СИСТЕМЕ АММИАК – ВОДЯНОЙ ПАР – ВОДА Цейтлин М.А., Райко В.Ф.	175
СЖИГАНИЕ СЕРНИСТОГО ТОПЛИВА В КИПАЩЕМ СЛОЕ Шевчук В. И., Гирияк В.В., Мудрая С.Г.	177
ВЫБОР СПОСОБА ШЛАКОУДАЛЕНИЯ Шевчук В.И.	179
МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА ТЕМПЕРАТУРА ПІДГРІВУ ПОВІТРЯ В РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНИХ РЕКУПЕРАТОРАХ Шраменко О.М., Медвідь А.Н., Ревенко В.О.	181
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДІЛИХ МЕТАНУ CH ₄ , ПЕРФОРМЕТАНУ CF ₄ ТА ПЕРХЛОРМЕТАНУ CCL ₄ Якуб Л.М., Бодюл О.С.	183
THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES Kirilov V.Kh., Titlov A.S., Osadchuk E.A.	185
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SEASONAL HOUSEHOLD REFRIGERATOR Selivanov A.P., Titlov A.S.	188

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

**Матеріали XVII Всеукраїнської науково-
технічної конференції**

Мови видання: українська, російська, англійська

Підписано до друку 17.10.2018 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 11,39. Наклад 300 прим.
Зам. № 1710/1.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 0482 35 79 76
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.