

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

УДК 536.632

## РОЛЬ ИЗБЫТОЧНЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ НАНОФЛЮИДОВ

Железный В.П., Хлиева О.Я., Мотовой И.В.  
Одесская национальная академия пищевых технологий

В настоящее время опубликовано много статей, посвященных изучению различных теплотехнических свойств наночастиц [1, 2]. Однако до сих пор в литературе мало результатов исследований посвященных изучению влияния наночастиц на величину плотности и теплоемкости базовых жидкостей [3–12]. Хотя именно экспериментальные данные о величине избыточных функций мольного объема и калорических свойств несут ценную информацию о структуре наночастицы и характере ее изменении в зависимости от температуры и концентрации наночастиц.

Предложенные в литературе уравнения для расчета плотности и теплоемкости наночастиц [5, 6], как правило основаны на принципах аддитивности. Причем аддитивности в рамках «газовой» модели, то есть с использованием объемных долей наночастиц в базовой жидкости. Такой подход к прогнозированию указанных свойств наночастиц вряд ли можно считать термодинамически обоснованным.

С учетом изложенного, целью проведенного исследования являлось разработка методов прогнозирования плотности и теплоемкости наночастиц. В качестве исходной информации использовались ранее полученные данные о плотности и теплоемкости модельного наночастицы изопропанол/наночастицы  $Al_2O_3$  [13, 14]. Из информации, приведенной в этих статьях следует, что присутствие наночастиц в изопропиловом спирте способствует увеличению плотности и уменьшению изобарной теплоемкости. Кроме того приведенные в работе [15] данные показывают, что наночастицы влияют и на теплоты фазовых переходов. Уменьшение значений теплоты фазовых переходов при наличии в изопропиловом спирте наночастиц  $Al_2O_3$  является закономерным результатом по двум причинам. Во-первых, наночастицы занимают часть объема исследуемых образцов наночастиц. Поэтому при фазовом переходе меньшая масса изопропанол в образце наночастицы изменяет агрегатное состояние. Во-вторых, в соответствии с «трехфазной» моделью наночастиц [16, 17], часть молекул дисперсионной среды (изопропанол) сорбируется на поверхности наночастицы образуя тем самым поверхностную фазу, свойства которой близки к свойствам изопропанол в твердой фазе, что приводит к появлению избыточных термодинамических функций изобарной теплоемкости  $\Delta C_p$  и плотности  $\Delta V$  [16, 17].

$$C_{p,NF} = C_{p,NP} \cdot x_{NP} + C_{p,BF} \cdot (1 - x_{NP}) + \Delta C_p, \quad (4)$$

$$V_{NF} = V_{NP} \cdot x_{NP} + V_{BF} \cdot (1 - x_{NP}) + \Delta V, \quad (5)$$

где  $C_{p,NF}$ ,  $C_{p,NP}$ ,  $C_{p,BF}$  – изобарная теплоемкость наночастицы, материала наночастиц ( $Al_2O_3$ ) и базовой жидкости (изопропилового спирта), соответственно, Дж моль<sup>-1</sup>К<sup>-1</sup>;  $x_{NP}$  – мольная доля наночастиц в наночастице, моль моль<sup>-1</sup>;  $\Delta C_p$  – избыточная теплоемкость, Дж моль<sup>-1</sup>К<sup>-1</sup>;  $V_{NF}$ ,  $V_{NP}$ ,  $V_{BF}$  – мольный объем наночастицы, наночастиц и базовой жидкости, соответственно, см<sup>3</sup> моль<sup>-1</sup>;  $\Delta V$  – избыточный мольный объем, см<sup>3</sup> моль<sup>-1</sup>.

Исходя из приведенных формул следует, что основная проблема при разработке методов прогнозирования термодинамических свойств наночастиц сводится к задаче определения избыточных функций. Решить эту проблему можно с использованием информации о теплоте плавления. В соответствии с «трехфазной» моделью, характеризующей внутреннюю структуру наночастицы, определенное количество молекул изопропанол, которые образуют сорбированный слой на поверхности наночастицы (поверхностную фазу), при плавлении не будет участвовать в фазовом переходе. Проведенные экспериментальные исследования теплоты

плавления исследуемых образцов подтверждают этот вывод [15]. Учитывая наличие в наночастицах поверхностной фазы можно записать:

$$\lambda_{NF} = \lambda_{BF} \cdot (1 - w_{NP} - w_{SPH}), \quad (6)$$

где  $\lambda_{NF}$  – удельная теплота плавления образца наночастицы, Дж г<sup>-1</sup>;  $\lambda_{BF}$  – теплота плавления базовой жидкости (изопропанол), Дж г<sup>-1</sup>;  $w_{NP}$  – массовая доля наночастиц в наночастице, г г<sup>-1</sup>;  $w_{SPH}$  – массовая доля молекул базовой жидкости (изопропанол) участвующей в формировании сорбированного слоя вокруг наночастицы, г г<sup>-1</sup>.

Из уравнения (6) следует, что концентрацию молекул в поверхностной фазе при температуре плавления базовой жидкости можно рассчитать используя информацию о теплоте плавления изопропанол и наночастицы изопропанол/наночастицы  $Al_2O_3$

$$w_{SPH} = 1 - w_{NP} - \frac{\lambda_{NF}}{\lambda_{BF}}. \quad (7)$$

В рамках трехфазной модели наночастицы термодинамические уравнения (1) и (2) могут быть переписаны в виде:

$$C_{p,NF} = C_{p,BF} \cdot (1 - x_{NP} - x_{SPH}) + C_{p,NP} \cdot x_{NP} + C_{p,SPH} \cdot x_{SPH} \quad (8)$$

$$V_{NF} = V_{BF} \cdot (1 - x_{NP} - x_{SPH}) + V_{NP} \cdot x_{NP} + V_{SPH} \cdot x_{SPH} \quad (9)$$

Располагая информацией о концентрации поверхностной фазы и данными по избыточному мольному объему и теплоемкости при температуре плавления можно прийти к следующим выводам:

- эффективная теплоемкость и мольный объем поверхностной фазы в наночастице равняется теплоемкости и мольному объему твердой фазы изопропанол при температуре плавления;
- эффективную теплоемкость и мольный объем поверхностной фазы можно считать практически неизменными в интервале температур агрегативной устойчивости наночастицы.

Располагая информацией о термодинамических свойствах поверхностной фазы, о избыточном мольном объеме и теплоемкости наночастицы изопропанол/наночастицы  $Al_2O_3$  можно рассчитать следующие характеристики при температуре плавления: средний объем поверхностной фазы  $V$  приходящийся на одну наночастицу; массу сорбированной на поверхности наночастицы фазы  $m_{SPH}$  в образце определенной массы; количество наночастиц в образце наночастицы определенной массы  $N$ ; средний размер наночастицы со слоем сорбированной на поверхности базовой жидкости (гидродинамический диаметр наночастицы)  $D_{SPH}$ :

$$V = \frac{4}{3} \pi (R_{SPH}^3 - R_{NP}^3), \quad (7)$$

$$m_{SPH} = m_{NF} - m_{NP} - \frac{h_{NF}}{\lambda_{BF}}, \quad (8)$$

$$N = \frac{m_{NP}}{\frac{4}{3} \pi R_{NP}^3 \rho_{NP}}, \quad (9)$$

$$D_{SPH} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} \frac{m_{SPH}}{\rho_{SPH} N} + R_{NP}^3}, \quad (10)$$

где  $V$  – средний объем базовой жидкости, сорбированной на поверхности наночастицы см<sup>3</sup>;  $R_{NP}$  – средний радиус твердой фазы наночастицы (в данной работе оценивался по результатам исследования образца на электронном сканирующем микроскопе), нм;  $m_{SPH}$  – масса базовой жидкости в сорбированном на поверхности наночастицы слое в образце наночастицы определенной массы, кг;  $m_{NF}$  – масса образца наночастицы, г;  $m_{NP}$  – масса наночастицы в наночастице, г;  $h_{NF}$  – количество энергии необходимое на осуществление плавления исследуемого образца, Дж;  $D_{SPH}$  – средний диаметр наночастицы со слоем сорбированной на

поверхности базовой жидкости (гидродинамический диаметр наночастиц), нм;  $N$  – количество наночастиц в образце нанофлюида, шт;  $\rho_{NP}$  – плотность материала наночастиц, кг м<sup>-3</sup>;  $\rho_{SPh}$  – плотность поверхностного слоя, кг м<sup>-3</sup>.

Формулы (7)–(10) могут быть использованы для расчета мольного объема и калорических свойств различных нанофлюидов. Однако, для расчета среднего диаметра наночастиц со слоем сорбированной базовой жидкости  $D_{SPh}$  по уравнению (10) необходимо располагать значением мольного объема базовой жидкости в кристаллическом состоянии при температуре плавления:  $V_{SPh} = M_{BF} / \rho_{SPh}$ . Как правило, такая экспериментальная информация в литературе отсутствует. Поэтому для определения величины мольного объема при температуре плавления можно воспользоваться зависимостью между структурно аддитивными величинами [18]:

$$V_{SPh} = Or = 0.788 \cdot V_{NB}, \quad (10)$$

где  $Or$  – ортохор (мольный объем вещества при температуре плавления) м<sup>3</sup> моль<sup>-1</sup>;  $V_{NB}$  – мольный объем вещества при температуре кипения при нормальном давлении  $1.013 \cdot 10^5$  Па.

Рассчитанные по предложенной методике значения концентрации поверхностной фазы с использованием данных о избыточном мольном объеме и избыточной теплоемкости для модельного нанофлюида изопропанол/наночастицы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> приведены на рисунке 1. Рассчитанные по формуле (10) значения гидродинамического диаметра наночастиц для этого же нанофлюида в широком интервале температур приведены на рисунке 2.

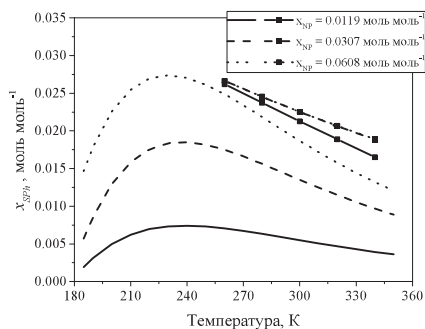


Рисунок 1 - Температурная зависимость концентрации поверхностного слоя в нанофлюидах изопропанол/наночастицы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: рассчитанная с использованием данных о избыточном мольном объеме (линии с точками); рассчитанная с использованием данных о избыточной теплоемкости (сплошные линии)

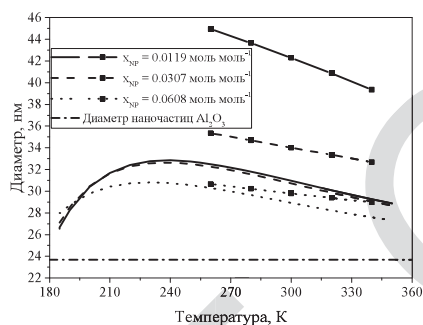


Рисунок 2 - Температурная зависимость среднего диаметра наночастиц со слоем сорбированной на их поверхности базовой жидкости, рассчитанная по формуле (10): рассчитанная с использованием данных о избыточном мольном объеме (линии с точками); рассчитанная с использованием данных о избыточной теплоемкости (сплошные линии)

Рассчитанная информация о концентрации молекул базовой жидкости, находящихся в поверхностной фазе и о среднем диаметре наночастиц со слоем сорбированной на их поверхности базовой жидкости (гидродинамическом диаметре) может быть использована для разработки методов прогнозирования различных теплофизических свойств в рамках трехфазной модели нанофлюидов.

#### Литература

1. Angayarkanni S.A., Philip J. Review on thermal properties of nanofluids: Recent developments // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2015. Vol. 225. P. 146–176. doi: 10.1016/j.cis.2015.08.014.

2. Murshed S.M.S., Leong K.C., Yang C. Thermophysical and electrokinetic properties of nanofluids – A critical review // *Applied Thermal Engineering*. 2008. Vol. 28. No 17–18. P. 2109–2125. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2008.01.005.

3. Namburu P.K. et al. Experimental investigation of viscosity and specific heat of silicon dioxide nanofluids // *Micro & Nano Letters*. 2007. Vol. 2. No 3. P. 67–71. doi: 10.1049/mnl:20070037.

4. Starace A.K. et al. Nanofluid heat capacities // *Journal of Applied Physics*. 2011. Vol. 110. No 12. P. 124323. doi: 10.1063/1.3672685.

5. Pak B.C., Cho Y.I. Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles // *Experimental Heat Transfer*. 1998. Vol. 11. No 2. P. 151–170. doi: 10.1080/08916159808946559.

6. Xuan Y., Roetzel W. Conceptions for heat transfer correlation of nanofluids // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2000. Vol. 43. No 19. P. 3701–3707. doi: 10.1016/S0017-9310(99)00369-5.

7. O'Hanley H. et al. Measurement and Model Validation of Nanofluid Specific Heat Capacity with Differential Scanning Calorimetry // *Advances in Mechanical Engineering*. 2012. Vol. 4. P. 181079. doi: 10.1155/2012/181079.

8. Raud R. et al. Experimental study of the interactivity, specific heat, and latent heat of fusion of water based nanofluids // *Applied Thermal Engineering*. 2017. Vol. 117. P. 164–168. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2017.02.033.

9. Vajjha R.S., Das D.K. Specific Heat Measurement of Three Nanofluids and Development of New Correlations // *Journal of Heat Transfer*. 2009. Vol. 131. No 7. P. 071601. doi: 10.1115/1.3090813.

10. Zhou S.-Q., Ni R. Measurement of the specific heat capacity of water-based Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanofluid // *Applied Physics Letters*. 2008. Vol. 92. No 9. P. 093123. doi: 10.1063/1.2890431.

11. Yiamsawasd T., S. Dalkilic A., Wongwiset S. Measurement of Specific Heat of Nanofluids // *Current Nanoscience*. 2012. Vol. 8. No 6. P. 939–944. doi: 10.2174/157341312803989132.

12. Shin D., Banerjee D. Enhanced Specific Heat of Silica Nanofluid // *Journal of Heat Transfer*. 2011. Vol. 133. No 2. P. 024501. doi: 10.1115/1.4002600.

13. Zhelezny V.P. et al. Research into the influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticle admixtures on the magnitude of isopropanol molar volume // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. P. 33–38. doi: 10.15587/1729-4061.2017.97855.

14. Lozovsky T.L. et al. The influence of nanoparticles Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on isopropyl alcohol heat capacity // *Refrigeration Engineering and Technology*. 2016. Vol. 52. No 1. P. 70–79. doi: dx.doi.org/10.21691/ret.v52i1.47.

15. Motovoy I., Zhelezny V., Lozovsky T. An influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles on the heat capacity of isopropyl alcohol in metastable and solid phase // *1st European Symposium on Nanofluids*. Lisboa, Portugal: , 2017. P. 174–178.

16. Motovoy I., Zhelezny V., Lozovsky T. The influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles on the heat capacity of isopropanol // *1st European Symposium on Nanofluids*. Lisboa, Portugal: , 2017. P. 169–173.

17. Zhelezny V.P., Motovoy I.V., Ustyuzhanin E.E. Prediction of nanofluids properties: The density and the heat capacity // *Journal of Physics: Conference Series*. , 2017. doi: 10.1088/1742-6596/891/1/012347.

18. Zhelezny V., Sechenyh V., Nikulina A. A New Scaling Principles–Quantitative Structure Property Relationship Model (SP-QSPR) for Predicting the Physicochemical Properties of Substances at the Saturation Line // *Journal of Chemical & Engineering Data*. 2014. Vol. 59. No 2. P. 485–493. doi: 10.1021/je400933x.

НЕОБХІДНІСТЬ СОРТУВАННЯ ПЛАСТИКУ ВІД ОСНОВНОГО ПОТОКУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ Крусір Г.В., Соколова В.І. ....	45
ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ВІДХОДІВ М'ЯСОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА Крусір Г.В., Чернишова О.О. ....	47
ТИПІЗАЦІЯ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ Купінеш Л.С. ....	51
ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ЗЕМЕЛЬ В СИСТЕМІ ВІДТВОРЕННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ Купінеш Л.С., Тютюнник Г.О. ....	53
АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ Льота К. О., Нгуала С. Л. Б. ....	57
ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ Мадані М.М., Крисенко К.Ю. ....	59
АНАЛІЗ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ПОВЕДІННЯ З ВІДХОДАМИ, ЩО ВМІЩУЮТЬ ПОЛІХЛОРОВАНИ ДИФЕНІЛИ (ПХД) Погосов О.С., Говорунець Т.Г. ....	60
АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ЯК ФАКТОРА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ Хлівний С.В., Лутченко В. О. ....	62
ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ УСТРОЙСТВ С РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИМИ ИЗДЕЛИЯМИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Хорольский М.С., Бигун С.А. ....	64
ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДУ ПРОДУКТИВНОГО НАВЧАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ МАЙБУТНІХ ЕКОЛОГІВ-БАКАЛАВРІВ І МАГІСТРІВ Цикало А.Л., Крусір Г.В. ....	66
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕКОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОАУДИТА Чорна Н.А. ....	68
ЕКОЛОГІЧНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗВОРОТНИХ МЕТАЛОГІДРИДІВ Чорна Н.А. ....	69
ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА БОЛГРАД Шевченко Р.І., Арабаджи Я.А. ....	71
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ТОВ «МАРІКО» Шевченко Р.І., Мішкой Ю. Є. ....	73
ПРИМЕНЕНИЕ АГРЕГАТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ Шинкоренко О.И., Чуб Е.А., Сербин В.В. ....	74
<b>СЕКЦІЯ 2</b> <b>ТЕПЛОФІЗИКА, ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ</b>	
ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ЧЕРГОВОГО РЕЖИМУ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ БУДИНКІВ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Баласанян Г.А., Кухарчук Н.В., Поліщук О.Ю. ....	77

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЖЕРЕЛ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ Березовська Л.В., Градій Т.І. ....	79
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УЗЛОВ СТЫКОВКИ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ Бигун С.А. ....	80
ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРНАХ Бошкова И.Л., Иванов В. В. ....	82
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПО ТРУБОПРОВОДАМ Бошкова И.Л., Павлив Л.В. ....	84
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ Бошкова И.Л., Радуж Д.С. ....	86
ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРЫ КОНТАКТНОГО ТИПА ДЛЯ НИЗКОПЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ Бошкова И.Л., Чернов А.О. ....	88
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОНТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ Буз В.Н., Гончаров К.А. ....	89
ВИКОРИСТАННЯ ЗЕОТРОПНИХ СУМІШЕЙ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ТЕПЛОВИХ НАСОСАХ Волчок В.О. ....	91
КОРЕГУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОНОСІЯ ВІД ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ФАКТИЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ Ганжа А. М., Корнелюк В. М., Семененко Л. В. ....	93
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТРУБЧАТОМУ ПЕТЛЕВОМУ ПОВІТРОПІДГРІВАЧІ ДЛЯ ВЕЛЬЦ-ПРОЦЕСУ Ганжа А. М., Юрко В. В. ....	95
ВЫБОР СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ АНОДНОГО БЛОКА МАГНЕТРОНА Георгиев Е.В. ....	97
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ, ТЕПЛОЕМКОСТИ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ BENZENE, C14-30-ALKYL DERIVS Железный В.П., Лукьянов Н.Н., Мельник Е.Ю. ....	99
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ НА ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА Железный В.П., Семенов Ю.В., Мотовой И.В. ....	103
РОЛЬ ИЗБЫТОЧНЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ НАНОФЛОИДОВ Железный В.П., Хлиева О.Я., Мотовой И.В. ....	106
РОЗЧІННІСТЬ ХОЛОДОАГЕНТА R290 В ПОЛЕФІРНИХ ТА АЛКІЛ-БЕНЗОЛЬНИХ МАСТИЛАХ Железний В.П., Корнієвич С. Г. ....	110
СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК Желіба Ю.О., Желіба Т.О., Сливинська М.В. ....	114
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ЦИКЛОННОЙ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ЛУЗГИ ПОДСОЛНУХА Збараз Л. И., Павлова В. Г. ....	116

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](http://www.aprel.od.ua)

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