

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної

конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

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

Замісники:

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:

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: **Тітлов О.С.**, завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології / Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

ББК 31:20.1

ISBN 978-966-930-137-6

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

СЕКЦІЯ 2:

**ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ
І ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ**

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ
І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ
І РОБОЧИХ ТІЛ**

Качественно и количественно отличающийся результат был получен при исследовании краевого угла смачивания поверхности тех же капилляров-нагревателей ограниченно смачивающей их жидкостью - водой. На рис. 4 представлены изображения капель воды на чистой поверхности и на поверхности, загрязненной наночастицами в процессе кипения нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 в течение 300 мин. Как видно из рисунка, краевой угол смачивания уменьшается от $(95...103)^\circ$ для чистой поверхности до $(30...37)^\circ$ для поверхности, загрязненной наночастицами, что качественно согласуется с результатами других авторов [5,6].

Выводы

По результатам проведенного исследования можно сформулировать вывод о том, что в случае, когда материал нагревателя является гидрофильным по отношению к базовой жидкости нанофлюида, влияние осажденных наночастиц на краевой угол смачивания теплопередающей поверхности не следует рассматривать как фактор, влияющий на характеристики кипения.

Литература

1. Железный, В.П. Комплексное экспериментальное исследование теплофизических свойств нанофлюидов изопропиловый спирт/ Al_2O_3 на линии кипения [Текст] / В.П. Железный и др. // XIV российская конференция по теплофизическим свойствам веществ. – Казань. – 2014. – С. 313 -317.
2. Железный, В.П. Методические особенности экспериментального изучения процессов кипения нанофлюидов в свободном объеме [Текст] / В.П. Железный, Ю.В. Семенюк, А.Г. Никулин, Н.Н. Лукьянов // Вестник МАХ. – 2014. – №.3. – С. 4-9.
3. Peng, H. Heat transfer characteristics of refrigerant-based nanofluid flow boiling inside a horizontal smooth tube [Text] / H. Peng at al. // Int. J. of Refrigeration. – 2009. – Vol. 32. – P. 1259 – 1270.
4. Железный, В.П. Методические особенности изучения процессов кипения в свободном объеме нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 [Текст] / В.П. Железный и др. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Вып.68. – С. 39 - 45.
5. Kim, S.J. Effects of nanoparticle deposition on surface wettability influencing boiling heat transfer in nanofluids [Text] / S.J. Kim, I.C. Bang, J. Buongiorno, L.W. Hu // Appl. Phys. Lett. – 2006. – Vol.89(15). – P. 153107-1-3.
6. Phan, H.T. Surface wettability control by nanocoating: The effects on pool boiling heat transfer and nucleation mechanism [Text] / H.T. Phan [et. al.] // Int. J. Heat Mass. Transfer. – 2009. – Vol.52. – P. 5459-5471.

УДК 536.24

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ НАНОФЛЮИДОВ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ

Семенюк Ю.В., д-р. техн. наук, доцент, Никулин А.Г., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе приводятся результаты обобщения данных о коэффициенте теплоотдачи при кипении в свободном объеме хладагента R11, изопропанола и нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 . В качестве базовой была принята полумпирическая модель разделения тепловых потоков RPI (Rensselaer Polytechnic Institute). Отклонения эмпирических данных о коэффициенте теплоотдачи и расчетной информации по модели RPI в основном лежат в поле $\pm 5\%$ и не превышают 10% .

Ключевые слова: нанофлюид, кипение, моделирование.

This paper presents the results of pool boiling heat transfer coefficient data generalization for refrigerant R11, isopropanol, and nanofluid isopropanol/ Al_2O_3 . A semi-empirical heat flux partitioning model RPI (Rensselaer Polytechnic Institute) was used. Deviation of empirical and calculated by RPI model data on the heat transfer coefficient basically belong to the field of $\pm 5\%$ and does not exceed 10% .

Keywords: nanofluid, boiling, modeling.

Анализ работ, посвященных моделированию коэффициента теплоотдачи (КТО) при кипении нанофлюидов в свободном объеме, показывает, что предложенные модели в основном носят эмпирический характер [1,2,3] и могут быть использованы только для исследованных авторами нанофлюидов и условий проведения эксперимента. Обоснованность распространения таких корреляций на другие жидкости и термодинамические условия требует экспериментального подтверждения.

В настоящей работе для обобщения данных о КТО при кипении в свободном объеме хладагента R11, изопропанола и нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 , приведенных в [4,5], в качестве базовой была принята полуэмпирическая модель RPI (Rensselaer Polytechnic Institute), предложенная Kurul и Podowski [6]. Эта модель, основанная на схеме Bowring [7] раздельного учета различных механизмов переноса теплоты при кипении, была адаптирована [6] для пузырькового кипения в свободном объеме. При этом авторы использовали собственную экспериментальную информацию о КТО при кипении воды в свободном объеме, количестве центров парообразования, отрывном диаметре пузырьков, частоте отрыва пузырьков и времени их роста. Результаты выполненного в работе [4] сопоставления экспериментальных данных о КТО со значениями, рассчитанными по модели RPI, показали их хорошее согласование (особенно при низких тепловых потоках - до 100 кВт/м^2).

В рамках модели RPI рассматриваются следующие механизмы переноса теплоты: передача теплоты за счет испарения - теплота, расходуемая на образование пузырьков - q_u ; расход теплоты на восстановление теплового пограничного слоя после отрыва пузырька - q_{nc} ; передача теплоты к жидкости посредством конвекции за пределами области влияния пузырьков - q_k .

Таким образом, суммарный передаваемый тепловой поток определяется по формуле

$$q_{\text{сум}} = q_u + q_{nc} + q_k. \quad (1)$$

Для каждой составляющей теплового потока можно записать расчетные выражения, располагая информацией об отрывном диаметре пузырьков D_0 , частоте отрыва пузырьков f , количестве действующих центров парообразования N и теплофизических свойствах кипящей жидкости. Для величины q_u такое

$$q_u = \frac{\pi}{6F} \rho_n r N (f D_0^3), \quad (2)$$

где F – площадь поверхности теплообмена; ρ_n – плотность пара кипящей жидкости; r – теплота парообразования; N – количество действующих центров парообразования.

Используя предположение Han и Griffith [8], что отрывающийся пузырек возмущает область теплового пограничного слоя, размер которой принимается равным $2D_0$, выражение для величины q_{nc} можно записать следующим образом:

$$q_{nc} = \frac{2\pi\lambda(T_{cm} - T_n)}{F\sqrt{\pi a}} N \left(f D_0^2 \sqrt{1/f} \right). \quad (3)$$

Следует отметить, что в данной работе при расчетах использовались значения КТО и размера D_0 , определявшиеся по экспериментальной информации [4,5], а частота отрыва пузырьков f рассчитывалась по формуле Толубинского [9]

$$f = \frac{2\theta \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho - \rho_n)}}}{D_0}, \quad (4)$$

где ρ – плотность жидкости; θ – краевой угол смачивания, принимается равным 30° вне зависимости от жидкости.

Теплота, передаваемая свободной конвекцией от области нагревателя, не возмущенной пузырьками, принималась равной

$$q_k = \left[1 - \left(\frac{\pi}{4F} N D_0^2 + F_c \right) \right] \alpha_k (T_{cm} - T_n), \quad (5)$$

где T_{cm} , T_n – температуры стенки и насыщения, соответственно; F_c – доля площади нагревателя, возмущаемая пузырьками, соскальзывающими с нижней части нагревателя. Эта доля площади рассчитывалась по формуле

$$F_c = \frac{\pi D_0 d N}{8F}, \quad (6)$$

где d – диаметр нагревателя.

Коэффициент теплоотдачи при свободной конвекции рассчитывался по формуле [10]

$$\alpha_k = \frac{\lambda}{d} \left[0,52 Pr^{0,3} - 0,02 Pr^{-0,33} \right] Gr^{0,25}, \quad (7)$$

где λ – теплопроводность жидкости; Pr – число Прандтля; Gr – число Грасгофа.

В настоящей работе при расчете составляющих теплового потока по приведенным выше уравнениям использовались следующие источники информации о теплофизических свойствах: для чистого изопропанола и R11 – базы данных [11] и [12], соответственно; для нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 – данные о теплопроводности, вязкости, и теплоемкости [13]. Необходимо отметить, что в работах [4] и [13] использовались идентичные образцы нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 (CAS 70-21-29), не отличались также и технологии приготовления нанофлюидов различных составов.

Количество действующих центров парообразования N было определено из условия $q = q_{\text{сум}}$, где q – теплота, выделяющаяся нагревателем в эксперименте [4,5].

Результаты расчета количества действующих центров парообразования для чистого изопропанола и хладагента R11 показаны на рис. 1.

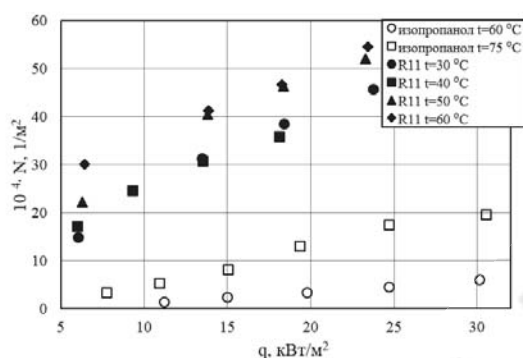


Рис. 1 – Результаты расчета количества действующих центров парообразования при кипении изопропанола и R11 в зависимости от плотности теплового потока и температуры

Как видно, увеличение температуры кипящей жидкости и плотности теплового потока приводит к увеличению количества действующих центров парообразования.

Результаты расчета количества действующих центров парообразования для чистого изопропанола и нанофлюидов изопропанол/ Al_2O_3 показаны на рис. 2. Из рисунка видно, что величина N очень сильно (в несколько раз) изменяется в зависимости от температуры кипения, плотности теплового потока и концентрации наночастиц.

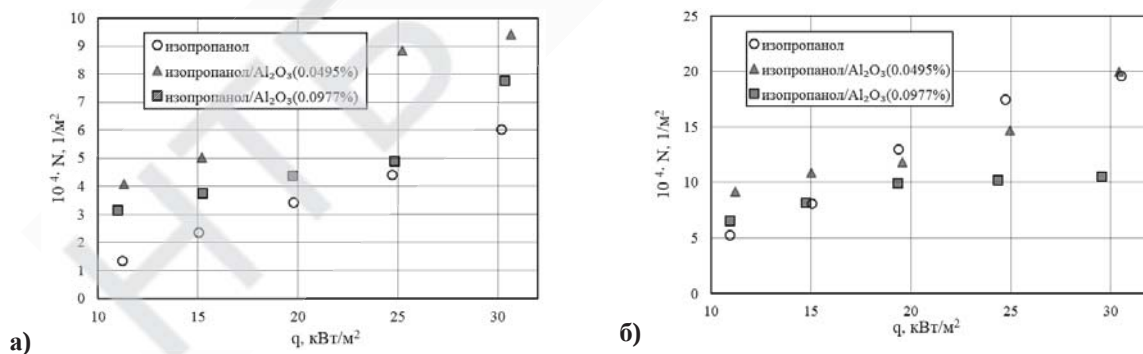


Рис. 2 - Результаты расчета количества действующих центров парообразования при кипении изопропанола и нанофлюидов изопропанол/ Al_2O_3 : а) $t=60$ °C; б) $t=75$ °C

Проведенный анализ полученных экспериментальных [4,5] и расчетных данных позволяет сделать вывод, что зависимость комплекса $\Delta t \cdot D_0/q \equiv D_0/\alpha$ от количества действующих центров парообразования N является в достаточной степени общей для изопропанола, нанофлюида изопропанол/ Al_2O_3 и хладагента R11 (см. рис. 3а).

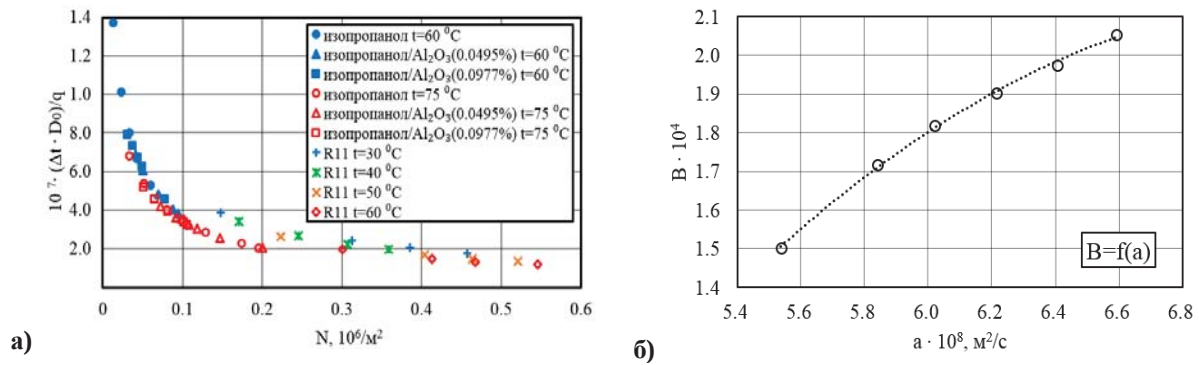


Рис. 3 – Зависимости: а) комплекса $\Delta t \cdot D_0/q$ от количества действующих центров парообразования N ; б) коэффициента B уравнения (8) от температуропроводности кипящей жидкости

Эта зависимость аппроксимирована уравнением

$$\frac{\Delta t \cdot D_0}{q} = A + \frac{B}{N^{0.5}}, \quad (8)$$

где A и B – коэффициенты, $A = -1,33922 \cdot 10^{-7}$. Было установлено, что коэффициент B зависит от температуропроводности кипящей жидкости (см. рис. 3б) и может быть рассчитан по аппроксимационному уравнению

$$B = -2.113 \cdot 10^{11} a^2 + 3.076 \cdot 10^4 a - 9.044 \cdot 10^{-4}. \quad (9)$$

Отклонения эмпирических данных о КТО при кипении исследованных в [4,5] жидкостей от значений, рассчитанных по уравнениям (8) и (9) с использованием экспериментальной информации об отрывном диаметре пузырька D_0 и расчетной информации о количестве центров парообразования N , в основном лежат в поле $\pm 5\%$ и не превышают 10% (см. рис. 4), что свидетельствует о приемлемой точности предлагаемых корреляций.

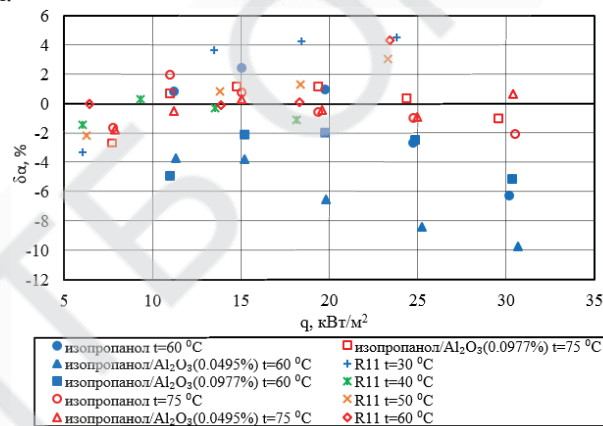


Рис. 4 – Относительные отклонения эмпирических данных о КТО при кипении исследованных жидкостей от значений, рассчитанных по уравнениям (8) и (9)

Выводы

При моделировании процессов кипения наноплюидов в свободном объеме следует учитывать изменение морфологии поверхности нагрева, влияющей на количество центров парообразования и размер отрывных диаметров пузырьков. С учетом изложенных результатов наиболее приемлемой для прогнозирования КТО при кипении является базовая модель разделения тепловых потоков.

Впервые показано, что зависимость комплекса $\Delta t \cdot D_0/q$ от плотности центров парообразования N носит универсальный характер для различных классов веществ. Применение предлагаемой корреляции позволяет значительно сократить объем экспериментальных исследований КТО при кипении чистых веществ и наноплюидов в свободном объеме.

Литература

1. Das, S.K. Pool boiling characteristics of nano-fluids [Text] / SK. Das, N. Putra, W. Roetzel // Int. J. Heat Mass. Transf. – 2003. – Vol.46. – P. 851-862.
2. Bang, I.C. Boiling heat transfer performance and phenomena of Al_2O_3 -water nanofluids from a plain surface in a pool [Text] / I.C. Bang, Chang S. Heung // Int. J. Heat Mass. Transf. – 2005. – Vol.48. – P. 2407-2419.
3. Peng, H. Effect of surfactant additives on nucleate pool boiling heat transfer of refrigerant-based nanofluid [Text] / H. Peng, G. Ding, H. Hu // Exp. Thermal Fluid Sci. – 2011. – Vol.35. – P. 960-970.
4. Железний, В.П. Методические особенности экспериментального изучения процессов кипения нанофлюидов в свободном объеме [Текст] / В.П. Железний, Ю.В. Семенюк, А.Г. Никулин, Н.Н. Лукьянов // Вестник МАХ. – 2014. – №3. – С. 4-9.
5. Никулин, А. Г. Экспериментальная установка для исследования процессов кипения чистых жидкостей и растворов в свободном объеме [Текст] / А.Г. Никулин, Ю.В. Семенюк, Н.Н. Лукьянов // Холодильная техника и технология. – 2013. – № 4(144). – С. 12–18.
6. Gerardi, C. Study of bubble growth in water pool boiling through synchronized, infrared thermometry and high-speed video / C. Gerardi, J. Buongiorno, L. Hu, T. McKrell // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 53. – P. 4185–4192.
7. Bowring, R.W. Physical model based on bubble detachment and calculation of steam voidage in the subcooled region of a heated channel [Text] / R.W. Bowring // OECD Halden HPR-10. – 1962.
8. Han, C.Y. The mechanism of heat transfer in nucleate pool boiling [Text] / C.Y. Han, P. Griffith // Int. J. Heat Mass Transfer. – 1965. – Vol. 8. – P. 887–914.
9. Толубинский, В.И. Теплообмен при кипении [Текст] / В.И. Толубинский. – Киев: Наук. думка. – 1980. – 316 с.
10. Кутателадзе, С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие [Текст] / С.С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат. – 1990. – 367 с.
11. VDI Heat Atlas [Text] / ed. by P. Stephan, S. Kabelac, M. Kind, H. Martin, D. Mewes, K. Schaber – Second edition. – Berlin: Springer – Verlag, 2010. – 1584 p.
12. NIST Thermodynamic properties of refrigerants and refrigerants mixtures database (REFPROP) Version 7.1/ M.O. McLinden, S.A. Klein, E.W. Lemmon, A.P.G. Peskin. – Gaithersburg: NIST. – 2003.
13. Железний, В.П. Комплексное экспериментальное исследование теплофизических свойств нанофлюидов изопропиловый спирт/ Al_2O_3 на линии кипения [Текст] / В.П. Железний и др. // XIV российская конференция по теплофизическим свойствам веществ. – Казань. – 2014. – С. 313 -317.

УДК 536.715; 621.564.27

ПЛАВЛЕНИЕ И СВОЙСТВА СОСУЩЕСТВУЮЩИХ ФАЗ МЕТАНА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Якуб Л.Н., д-р техн. наук, профессор; Бодюл Е.С.

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В представленной работе линия плавления метана предсказана с использованием двух теоретических уравнений состояния: для твердой и жидкой фаз. Уравнения состояния обеих фаз получены в рамках теории возмущений, в которой кристалл или жидкость, состоящие из сферических молекул, выступают в качестве опорной системы, а октуполь-октуполь взаимодействие молекул метана является возмущением.

Ключевые слова: метан, линия плавления, термодинамическая теория возмущения, каноническое уравнение состояния, скачок объема.

The melting line of methane was predicted by two theoretical equations of state: for the solid and liquid phases. Equations of state developed within the framework of perturbation theory, in which the crystal or liquid consisting of spherical molecules is a support system, and octupole-octupole interaction of methane molecules is a perturbation.

Keywords: methane, melting line, thermodynamic perturbation theory, canonical equation of state, volume jump.

Поиск новых энергоёмких систем на основе углеродных материалов, пригодных для хранения и лёгкого извлечения из них молекулярного водорода как топлива, обнаружение метана в конденсированном состоянии на некоторых планетах Солнечной системы, например, на спутнике Сатурна Титане [1] – это основные направления интереса к свойствам метана в области высоких давлений, определяющие актуальность их исследования.

СТРУЙНЫЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМАХ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТИ <i>Петухов И. И., Шахов Ю.В.</i>	37
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКЦІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ Й ВТРАТ НАПОРУ ПРИ ВИМУШЕНОМУ РУСІ НАНОХОЛОДОНОСІЯ НА ОСНОВІ ПРОПІЛЕНГЛІКОЛЮ В ТРУБИ <i>Рябікін С.С., Хлієва О.Я.</i>	41
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ У НАНОФЛЮІДІ ІЗОПРОПІЛОВИЙ СПИРТ / НАНОЧАСТИНКИ Al_2O_3 <i>Лозовський Т. Л., Железний В. П., Мотовой И. В., Гордейчук Т.В.</i>	42
АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ <i>Хлієва О.Я.</i>	43
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ПОСДНАННЯ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ З АЛІФАТИЧНИМИ СПИРТАМИ <i>Бойченко С.В., Кондакова О.Г.</i>	45
ВРАХУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗА УМОВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ГТС ТА ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ CNG СУДНА <i>Волинський Д. А.</i>	46
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСТИЛАМИ <i>Геллер В.З., Губанов С.Н.</i>	50
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ЛИОФОБНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО СЕЛИКАГЕЛЯ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i>	50
УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕТЕРОГЕННИХ ЛІОФОБНИХ СИСТЕМ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i>	52
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ РІДКОЇ ФАЗИ РОЗЧИНІВ ДИМЕТИЛОВОГО ЕТЕРУ (DME) З ТРИЕТИЛЕНГЛІКОЛЕМ (TEG) <i>Івченко Д.О., Мотовой І.В., Лозовський Т.Л.</i>	54
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ НАНОФЛЮІДІВ ІЗОПРОПАНОЛ / Al_2O_3 <i>Лозовський Т.Л., Полюганіч М.П., Швидюк Г.О.</i>	55
ЕКСПЕРИМЕНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ФУЛЕРЕНІВ C_{60} НА В'ЯЗКІСТЬ КОМПРЕСОРНОГО МАСЛА ХФ16-12 І РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТУ R600a / МАСЛО ХФ16-12 <i>Мороз С.О., Лозовський Т.Л., Лук'янов Н.Н.</i>	57
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ Й РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ ТА В'ЯЗКОСТІ ТРИКОМПОНЕНТНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СПИРТІВ <i>Полюганіч М.П., Хлієва О.Я., Нікуліна А.С.</i>	59
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХЛОДОГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСЛАМИ <i>Романенко В.С.</i>	61
ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАНОФЛЮИДАМИ ПРИ ИХ КИПЕНИИ <i>Семенюк Ю.В., Никулин А.Г.</i>	62
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ НАНОФЛЮИДОВ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ <i>Якуб Л.Н., Бодюл Е.С.</i>	65
ПЛАВЛЕНИЕ И СВОЙСТВА СОСУЩЕСТВУЮЩИХ ФАЗ МЕТАНА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ	69
СЕКЦІЯ 3	
Енергоресурсозбереження в нафтогазовому комплексі	72
ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ <i>Андерсон А.Ю., Кологривов М.М.</i>	73
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСЧЁТЕ ВРЕМЕНИ СЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС <i>Бузовский В.П., Кологривов М.М.</i>	77
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ТИСКУ В ЛІНІЙНІЙ ЧАСТИНІ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ПРИ ЗАПУСКАХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ <i>Григорський С. Я., Середюк М. Д.</i>	81

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса

Підписано до друку 28.09.2016 р.
Формат 60х84/8. Папір Офс.
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011