

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**

поліепіхлоргідрину і фторовмісних каучуків, термопластичних матеріалів, з яких найбільш часто виготовляють деталі, що контактують з паливом.

Література

1. Вплив добавок аліфатичних спиртів на властивості бензинів: аналітичний огляд / С.В. Бойченко, М.С. Бойченко, С.М. Кабан, О.Г. Личманенко // Наукоємні технології. – 2015. – № 1(25). – С. 86 – 92. Режим доступу: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/17412>
2. Личманенко О.Г. Перспективи реформульованих авіаційних бензинів / С. Бойченко, К. Лейда // Monografia № 6. Seria: Transport. Systemy i srodki transportu samochodowego: wibrane zagadnienia. – Rzesow (Poland), 2015. – P. 251 – 256.
3. Бойченко С.В. Причинно-наслідковий аналіз модифікації складу авіаційних бензинів / С.В. Бойченко, О.Г. Личманенко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. – 2015. – № 2(32). – С. 3–13. Режим доступу: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/17411>
4. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: Справ. изд. / А.М. Данилов. – М.: Химия, 2000. – 232 с.
5. Асяев А.Н. Исследование влияния качества спирта и состава углеводородной фракции на физико-химические и эксплуатационные показатели биоэтанольного топлива E85 / А.Н. Асяев, В.Е. Емельянов, Е.А. Никитина // Технологии Нефти и Газа. – 2010. – № 4. – С. 24–27.
6. Шевченко О.Б. Застосування етанолу як компонента моторного палива / О. Б. Шевченко // Вопросы химии и химической технологии. – 2011. – №6. – С. 132–137.

УДК 622.691.4

ВРАХУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗА УМОВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ГТС ТА ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ CNG СУДНА

Волинський Д. А., канд. техн. наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Розглядається проблема визначення термодинамічних параметрів газу за значень тиску і температури, які коливаються у досить широкому діапазоні, та вплив останніх на шукані параметри. За основну мету ставилося дослідити залежність зміни таких визначальних показників суміші вуглеводнів, що складають природний газ, як коефіцієнт стисливості, густина та ізобарна теплоємність. Обробка отриманих результатів велася за допомогою методів математичного моделювання та динамічного програмування. За результатами виконаної роботи проведено аналіз отриманих даних для трьох визначальних параметрів природного газу та описано спосіб впливу тиску і температури на його властивості за умов транспортування.

Ключові слова: тиск, температура, коефіцієнт стисливості газу, теплоємність, рівняння стану, густина.

Keywords: pressure, temperature, compressibility factor, heat capacity, equation of state, density.

У сучасних умовах розвитку світової газової промисловості існує необхідність для умов ГТС України розроблення одновимірної фізико-математичної моделі і алгоритму розрахунку параметрів однофазного потоку природного газу у магістральних газопроводах з робочим тиском до 25 МПа. В даній роботі розроблено комп'ютерну програму для обчислення термодинамічних властивостей, а саме ентальпії, ізобарної та ізохорної теплоємностей суміші природного газу та її коефіцієнта стисливості на основі рівняння стану AGA8-92DC. Метод було застосовано до типових складів природного газу.

Термодинамічний стан флюїду чи суміші флюїдів можна описати за допомогою рівняння стану. Ідеальне рівняння стану повинне з високою точністю оцінювати термодинамічні властивості рідини чи газу у великому діапазоні температур, тисків та компонентного складу для парової і рідкої фаз. В області тисків (12 - 30) МПа і температур (260 - 340) К для розрахунку коефіцієнта стисливості допускається застосовувати рівняння стану GERG-91 мод. і AGA8-92DC. Похибка розрахунку коефіцієнта стисливості природного газу в зазначеній галузі тисків і температур становить: для рівняння GERG-91 мод. - 3,0% [1], для рівняння AGA8-92DC - 0,5% [2]. В даний час рівняння стану AGA8-92DC [3] та ISO 12213-2 [4] є міжнародним стандартом для прогнозування густини чи коефіцієнта стисливості

природного газу з допустимою похибкою. Проте існують і інші співвідношення, рівняння стану, які застосовуються для обчислення параметрів природного газу [5,6,7].

В останній час в світовій практиці транспортування природного газу значну увагу приділяють CNG суднам, в яких газ транспортується стисненням до високого тиску, як правило 20...25 МПа. Тому у сучасних умовах розвитку світової газової промисловості існує необхідність для умов диверсифікації джерел надходження природного газу в Україну і розробки одновимірної фізико-математичної моделі та алгоритму розрахунку параметрів однофазного потоку природного газу у магістральних газопроводах з робочим тиском до 25 МПа.

В даній роботі обчислення термодинамічних властивостей, а саме ентальпії, ізобарної та ізохорної теплоємностей суміші природного газу та її коефіцієнта стисливості велось на основі рівняння стану AGA8-92DC. Метод було застосовано до типового складу природного газу.

Загальне рівняння стану для реального газу може бути представлено у вигляді

$$Pv = ZRT. \quad (1)$$

З точки зору класичної термодинаміки рівняння стану задає термодинамічну систему. Це означає, що всі термодинамічні характеристики після постановки рівнянь стану будуть однозначно пов'язані один з одним. Якщо задано рівняння стану у вигляді (1), то для молярної ентальпії можна записати:

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P = c_P \\ \left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = v - T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \end{cases}. \quad (2)$$

Після додаткового диференціювання системи (2) для молярної теплоємності за постійного тиску отримуємо:

$$\frac{\partial c_P}{\partial P} = -T\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_P. \quad (3)$$

Знаючи теплоємність $c_{P_i}^{(0)}$ ідеальногазового стану, можна отримати теплоємність c_P в будь-якому стані. З рівняння (3) з урахуванням (1) для відхилення молярної теплоємності за постійного тиску від ідеальногазового стану матимемо:

$$\frac{c_P - c_P^{(0)}}{R} = -T \int_0^P \frac{1}{P} \frac{\partial}{\partial T} \left(Z + T \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_P \right) dP. \quad (4)$$

З першого рівняння системи (2) отримуємо вираз для ентальпії в ідеальногазовому стані:

$$h^{(0)}(T) = \int_0^T c_P^{(0)} dT. \quad (5)$$

Для отримання молярної ентальпії у будь-якому стані необхідно проінтегрувати друге рівняння системи (2) уздовж ізотерми:

$$\frac{h - h^{(0)}}{R} = -T^2 \int_0^P \frac{1}{P} \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_P dP. \quad (6)$$

Молярна внутрішня енергія розраховується за формулою:

$$\varepsilon = h - RTZ. \quad (7)$$

Згідно з AGA8/1992 та ISO 12213-2, рівняння для визначення коефіцієнта стисливості газу має вигляд [4]:

$$\begin{aligned} Z = 1 + B\rho_M - \rho_{II} \sum_{n=8}^{13} C_n^* + \sum_{n=8}^{53} C_n^* (b_n - c_n k_n \rho_{II}^{k_n}) \rho_{II}^{b_n} \times \\ \times \exp(-c_n \rho_{II}^{k_n}) \end{aligned}, \quad (8)$$

де B і C_n^* – коефіцієнти рівняння стану, ρ_M – молярна густина, кмоль/м³. Константи b_n , c_n , k_n визначаються за таблицями.

Для обчислення внутрішньої енергії, ентальпії, ізобарної та ізохорної теплоємностей за вихідну точку було взято фундаментальне рівняння термодинаміки.

Для визначення внутрішньої енергії остаточно рівняння має вигляд:

$$u - u_n = \int_{T_n}^{T_2} C_v dT + \int_{v_n}^{v_2} \left[\frac{RT^2}{v} \cdot \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_v \right] dv. \quad (9)$$

Після знаходження внутрішньої енергії природного газу інтегруванням за рівнянням (9) визначається його ентальпія за виразом:

$$h - h_n = (u - u_n) + (pv - p_n v_n). \quad (10)$$

У таблиці 1 наведений склад природного газу, властивості якого розраховуються в даній роботі.

Таблиця 1 – Склад природного газу

Компонент	Вміст, %
Метан	0,9050
Етан	0,0270
Компонент	Вміст, %
Пропан	0,0180
Бутан	0,0110
Н-Пентан	0,0060
Н-Гексан	0,0048
Н-Гептан	0,0035
Н-Октан	0,0012
Вуглекислий газ	0,0161
Нітроген	0,0074

Рисунок 1 відображає вплив тиску і температури відповідно на коефіцієнт стисливості природного газу із концентрацією метану 90 %. Залежність має чітко виражений мінімум, який при зменшенні частки метану переміщується в зону менших тисків. Крім того зростання температури призводить до вирівнювання кривої. Також зростання температури газу призводить до зростання коефіцієнта стисливості.

Рисунок 2 відображає вплив тиску і температури на густину газу. Цілком зрозуміло зі знань фізики, що при підвищенні значень тиску і температури густина газу загалом збільшується. Але градієнт зростання густини з ростом тиску зменшується і при високих тисках 25 МПа і більше прямує до нуля.

Якщо поле зміни густини природного газу при тисках до 8 МПа фактично паралельне зміні температури, то при високих тисках ці поля зміщуються в зону більших температур незалежно від вмісту метану. Хоча при зменшенні вмісту метану в суміші густина збільшується за рахунок більш важких компонентів. В газі з меншим вмістом метану градієнт зміни густини зменшується. Крім того, поля з однаковою густиною зміщуються в зону збільшення тисків і температур, тобто фактично йде утворення площини з нахилом в сторону більших температур.

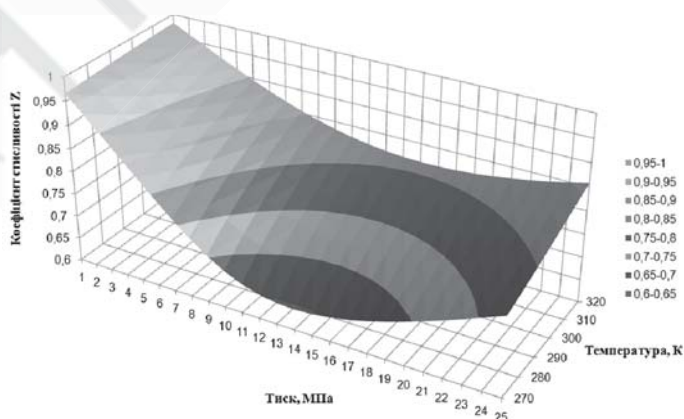


Рис. 1 – Вплив тиску і температури на коефіцієнт стисливості природного газу із концентрацією метану 90 %

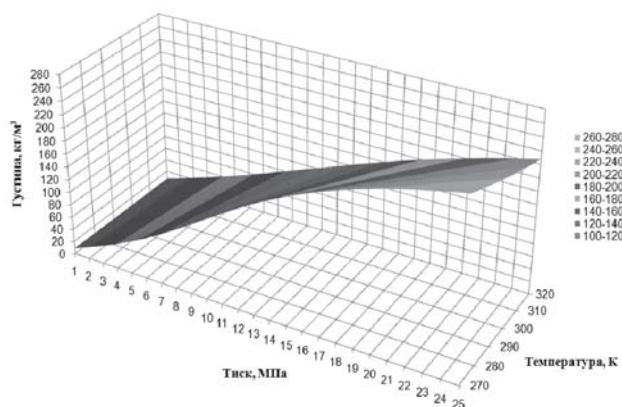


Рис. 2 – Вплив тиску і температури на густину природного газу із концентрацією метану 90 %

Рисунок 3 відображає вплив тиску і температури на ізобарну теплоємність газу.

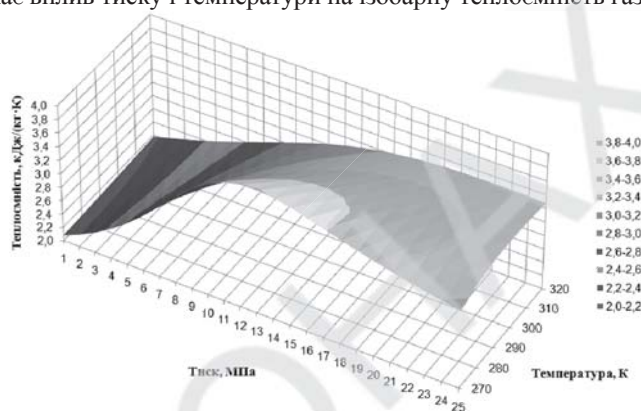


Рис. 3 – Вплив тиску і температури на ізобарну теплоємність природного газу із концентрацією метану 90 %

Висновки

Зміна ізобарної теплоємності природного газу має чітко виражений максимум, положення якого залежить від тиску і температури. В залежності від тиску ізобарна теплоємність спочатку зростає до максимуму, а потім поступово зменшується. Залежно від концентрації метану максимум теплоємності з її збільшенням переходить в зону більш високих тисків, та при концентрації метану 90 %, температурі 270 К максимуму відповідає тиск 13 МПа. Слід зауважити, що за низького тиску ізобарна теплоємність природного газу зростає з ростом температури, а за високого (більше 12 МПа) навпаки спадає. В цілому ізобарна теплоємність природного газу більше залежить від зміни температури, ніж зміни тиску, так при зміні тиску від 13 МПа до 25 МПа при температурі 270 К зменшення теплоємності становить 9 %, а при зміні температури від 270 К до 320 К при тиску 15 МПа зменшення теплоємності становить 16 %. Застосування розробленої методики дає змогу більш точно визначити кількість газу в CNG суднах та об'єм заправленого газу на АГНКС.

Література

1. ISO/TC 193 SC1 № 63. Natural gas - calculation of compression factor. Part 3: Calculation using measured physical properties.
2. ISO/TC 193 SC1 № 62. Natural gas - calculation of compression factor. Part 2: Calculation using a molar composition analysis.
3. AGA 8, 1992, Compressibility and super compressibility for natural gas and other hydrocarbon gases, Transmission Measurement Committee Report No.8, AGA Catalog NO. XQ 1285, Arlington, VA.
4. Natural gas – Calculation of compression factor. Part 2: Calculation using molar-composition analysis. ISO 12213-2.
5. Estela-Uribe, J.F., Trusler, J.P.E., 2001. Extended corresponding states equation of state for natural gas systems. Fluid Phase Equilib. 183–184, 21–29.
6. Estela-Uribe, J.F., De Mondoza, A., Trusler, J.P.E., 2004. Extended corresponding states model for fluids and fluid mixtures II. Application to mixtures and natural gas systems. Fluid Phase Equilib. 216, 59–84.

7. Трубопровідний транспорт газу: монографія / М.П.Ковалко, В.Я.Грудз, В.Б.Михалків, Д.Ф.Тимків. - К.: Агентство з рац. використання енергії та екології, 2002. - 600 с.

ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСТИЛАМИ

Геллер В.З., д-р техн. наук, професор, Губанов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Однією з основних вимог до холодильних мастил є їх сумісність (розчинність та змішуваність) з альтернативними холодоагентами, яка забезпечує кращі умови теплообміну в випарувальній системі, повернення холодоагента в компресор. Цим вимогам відповідають мастила на основі поліестерів (ПОЕ).

Розчинність та змішуваність виявлять при термодинамічній рівновазі рідина – пара (VLE) та рідина-рідина-пара (VLE). У доповіді наводяться експериментальні дані про розчинність та низькотемпературну змішуваність (зона не змішуваності може спостерігатися також при високих температурах) складних холодоагентів R407C (R32/R125/R134a) і R410A (R32/R125) в чотирьох різних поліолефірних мастилах (ПОЕ), виробництва однієї й тієї ж компанії, з різними стандартами в'язкості (ISO 32, ISO 46, ISO 68 і ISO 220). Вони мають різні добавки, які значною мірою впливають на властивості рідини (змішуваність, розчинність, густину та в'язкість). Дані про рівновагу компресорних мастил і складних холодоагентів є особливо важливими у зв'язку з можливістю розчинення окремих компонентів в цих мастилах. Мета роботи - оцінити можливу кореляцію розчинності і змішуваності зі стандартною в'язкістю поліолефірного мастила.

Тиск пари (розчинність) вимірювалася методом постійного об'єму при масових концентраціях мастила 30, 50, 70, 80 і 90% в діапазоні температур від мінус 20 до 100°C і тиску до 5 МПа.

Вимірювання низькотемпературної змішуваності - верхньої критичної температури розчинності (ВКТР) - були виконані з використанням сапфірового осередка високого тиску. Ці дані були отримані для масових часток мастила від 5 до 50% в діапазоні температур від мінус 60 до 0°C шляхом безпосереднього візуального спостереження «молочного помутніння» з подальшим поділом фаз.

Експериментальні дані про рівновагу рідина-пара і рівняння для їх опису наведено в доповіді, а результати вимірювання рівноваги рідина-рідина-пара - в таблиці.

Таблиця. Результати вимірювання рівноваги рідина-рідина-пара

Мас. концентр. мастила, %	Верхня критична температура розчинності, °C							
	R407C				410A			
	ISO 32	ISO 46	ISO 68	ISO 220	ISO 32	ISO 46	ISO 68	ISO 220
5	-51	-41	-25	-15	-	-	-	-
10	-42	-35	-20	-8	-36	-22	-8	1
20	-37	-30	-16	1	-27	-12	0	9
30	-41	-33	-19	0.5	-27	-12	2	10
40	-54	-42	-29	-10	-33	-19	-11	2
50	-	-56	-44	-25	-44	-39	-32	-23

Аналіз отриманих даних показав, що розчинність сумішей холодоагент/мастило майже не залежить від стандартної в'язкості мастила. У той же час, зона незмішуваності набагато більше відрізняється для різних сумішей холодоагент/мастило. Чим менше стандартна в'язкість мастила, тим менша верхня критична температура розчинності суміші холодоагент/мастило. Ці температури для сумішей R407C з мастилами ISO 32 та ISO 220 відрізняються на 30-45 °C.

Отримані дані про рівновагу компресорних мастил і складних холодоагентів та кореляцію для розчинності і змішуваності зі стандартною в'язкістю мастил будуть корисними для оптимального вибору при застосуванні у холодильному обладнанні.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Збірник праць XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Актуальні проблеми енергетики та екології», Одеса, ОНАХТ, 5-8 жовтня 2016 р.

СТРУЙНІЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМАХ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТИ <i>Петухов И. И., Шахов Ю.В.</i>	37
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКЦІЙНОГО КОЕФІЦІЕНТА 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 НАНОФЛЮЇДІ 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 LNG 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 НАНОФЛЮЇДІВ 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 60x84/8. 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