

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
79 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2019

Наукове видання

Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів академії
16 – 19 квітня 2019 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 9 від 02.04.2019 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., доцент

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Коваленко О.О., д.т.н., ст.н.с.

Косой Б.В., д.т.н., професор

Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор

Мардар М.Р., д.т.н., професор

Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор

Осипова Л.А., д-р техн. наук, доцент

Павлов О.І., д.е.н., професор

Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент

Станкевич Г.М., д.т.н., професор,

Савенко І.І., д.е.н., професор,

Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор

Ткаченко Н.А., д.т.н., професор,

Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор,

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДІЛОГО МЕТАНУ ПРИ ВИСОКИХ ТИСКАХ. ТЕОРІЯ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

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

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. Завдяки своїй простоті та високій симетрії, метан привертає увагу багатьох дослідницьких груп.

Обмежені можливості експериментальних досліджень в області низьких температур і високого тиску роблять актуальним проведення розрахунково-теоретичних досліджень властивостей метану і його галоїдопохідних, 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 методом Монте-Карло.

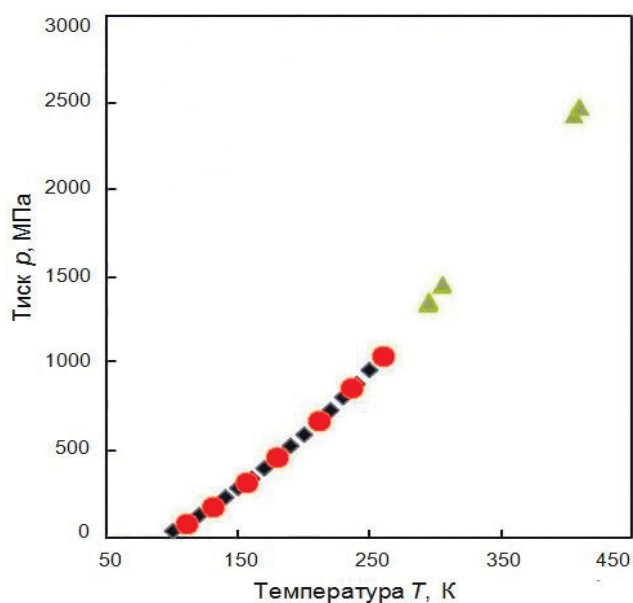
Було використано потенціальну модель взаємодії молекул, у якій потенціал Леннард-Джонса доповнено нецентральною октуполь-октупольною взаємодією молекул метану. Для аналітичного представлення було використано точний вираз октуполь-октупольної взаємодії молекул метану, отриманий в роботі [1]. У роботах [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 за розробленим рівнянням стану полягає у виборі параметрів потенціалу Леннард-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 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 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.

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

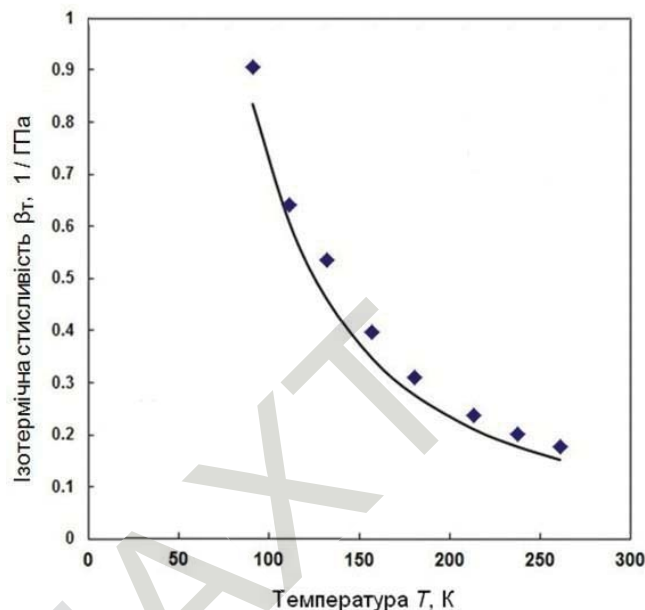
T, К	P, ГПа	V, см ³ /моль		δ, %
		Метод Монте-Карло	Рівняння стану	
90.7	-0.008	32.87	32.81	-0.18 %
111.3	0.087	31.75	31.80	-0.16 %
131.8	0.186	30.92	30.88	-0.13 %
156.97	0.323	29.97	29.87	-0.03 %
180.36	0.465	29.09	29.04	-0.17 %
212.85	0.677	28.16	28.02	-0.50 %
237.58	0.866	27.47	27.33	-0.51 %
260.85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

Дані машинного експерименту за тиском порівнюються з наявними небагатьма експериментальними даними на лінії плавлення. Оцінка достовірності результатів машинних експериментів виконана шляхом порівняння даних розрахунку тиску методом Монте-Карло з експериментальними даними з робіт Ченга [5] і Абрамсона [6] (рисунки 1, 2). Можна відзначити узгодженість в рамках точності експериментальних даних.



● – метод Монте-Карло, ▲ – дані роботи [5],
◆ – дані роботи [6]

Рис. 1 – Порівняння результатів розрахунку тиску методом Монте-Карло



◆ – моделювання Монте-Карло,
— – рівняння стану

Рис. 2 – Лінія плавлення твердого метану. Порівняння результатів розрахунку за рівнянням стану з даними Монте-Карло

Висновки

Термодинамічні властивості CH_4 , було розраховано на лініях сублімації 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, – P. 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. B*11, 3972-3975.
6. Abramson, E. H. (2011). *High Pressure Research*, 31(4), 549-554.

ВЗАЄМОДІЯ ІСЛАМСЬКОГО ТА ІНДУЇСТСЬКОГО СУСПІЛЬНО-КУЛЬТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ДЕРЖАВІ ВЕЛИКИХ МОГОЛІВ	
Польова С.Є., Польовий С.С.	213
ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ СХЕМИ ПАРОКОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ	
Іваненко Є.В.	214

СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ В NGN З УРАХУВАННЯМ САМОПОДІБНОСТІ ТРАФІКУ	
Князева Н.О., Шестопапов С.В.	216
ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ МАРШРУТИЗАТОРІВ В РІЗНИХ ОБЛАСТЯХ ДІЇ ПРОТОКОЛУ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ <i>OSPF</i>	
Бобрікова І.С., Барабаш Т.М.	218
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ	
Бондаренко В.Г.	221
«РОЗУМНИЙ БУДИНОК» І ЙОГО КОМПОНЕНТИ	
Бондаренко В.Г.	223
АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЧАС РЕНДЕРІНГУ ТРИВИМІРНОЇ СЦЕНИ	
Жуковецька С.Л.	225
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ	
Кальмус Н.В.	226
ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТАЛЬНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	
Філоненко К.М., Лисенко Н.О.	227
ЕМПІРИЧНА ОЦІНКА КІЛЬКОСТІ ШЛЯХІВ У НЕОРІЄНТОВАНИХ ВИПАДКОВИХ ГРАФАХ	
Ненов О.Л., Лисенко Н.О.	229
АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ARDUINO ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА	
Сахарова С.В., Барабаш Т.М., Рибалов Б.О.	231

СЕКЦІЯ «ТЕПЛОФІЗИКА ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ З ДОБАВКАМИ НАНОЧАСТИНОК TiO_2	
Хлісва О.Я., Лук'янова Т.В., Желєзний В.П., Семенюк Ю.В.	233
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КИПІННІ НАНОХОЛОДОАГЕНТУ R141b/НАНОЧАСТИНКИ TiO_2 НА ПОВЕРХНЯХ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ЗМОЧУВАННЯ	
Лук'янова Т.В., Хлісва О.Я., Желєзний В.П., Семенюк Ю.В.	235
ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛОРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ДИМЕТИЛОВОГО ЕФІРУ (DME) В ТРИЕТИЛЕНГЛІКОЛІ (TEG)	
Івченко Д.О., Мотовой І.В., Желєзний В.П.	236
НОВИЙ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ІНДИКАТОР ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	
Хлісва О.Я.	238
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ ГАЛУЗІ ХЛІБОПРОДУКТІВ	
Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.	240
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДІЛОГО МЕТАНУ ПРИ ВИСОКИХ ТИСКАХ. ТЕОРІЯ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	
Якуб Л.М., Бодюл О.С.	242
РОЗЧИННІСТЬ ХОЛОДОАГЕНТУ R290 В ПОЛЕФІРНИХ ТА АЛКІЛБЕНЗОЛЬНИХ МАСТИЛАХ	
Корнієвич С.Г.	244

СЕКЦІЯ «КОМПРЕСОРИ І ПНЕВМОАГРЕГАТИ»

ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИПАРНИКА ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ НАНОЧАСТОК	
Мілованов В.І., Балашов Д.О.	245