

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**83 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**ВИКЛАДАЧІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**Одеса 2023**

## Наукове видання

Збірник тез доповідей 83 наукової конференції викладачів університету  
25 – 28 квітня 2023 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  
Одеського національного технологічного університету,  
протокол № 13 від 16.05.2023 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: Іванченкова Л.В., д.е.н., професор

Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

### Члени колегії:

Агунова Л.В., к.т.н., доцент

Артеменко С.В., д.т.н., професор

Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Бордун Т.В., к.т.н., доцент

Верхівкер Я.Г., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Гаркович О.Л., к.б.н., доцент

Добрянська Н.А., д.е.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., професор

Філіпенко О.І., к.філ.н., доцент

Згадова Н.С., к.е.н., доцент

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Капустян А.І., д.т.н., доцент

Коваленко О.О., д.т.н., професор

Косой Б.В., д.т.н., професор

Котлик С.В., к.т.н., доцент

Козак К.Б., д.е.н., професор

Лагодієнко В.В., д.е.н., професор

Лебеденко Т.Є., д.т.н., професор

Ломовцев П.Б., к.т.н., доцент

Макаринська А.В., д.т.н., професор

Ніколюк О.В., д.е.н., професор

Немченко В.В., д.е.н., професор

Осадчук П.І., д.т.н., доцент

Павлов О.І., д.е.н., професор

Солоницька І.В., к.т.н., доцент

Седікова І.О., д.е.н., професор

Сергеева О.Є., д.ф.-м.н., професор

Семенюк Ю.В., д.т.н., професор

Симоненко Ю.М., д.т.н., професор

Скрипніченко Д.М., к.т.н., доцент

Соловей А.О., к.т.н., доцент

Струк Б.І., к.п.н., доцент

Тітлов О.С., д.т.н., професор

Тележенко Л.М., д.т.н., професор

Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Ткачук Г.О., д.е.н., професор

Фесенко О.О., к.т.н., доцент

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

# ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ГАЗИФІКАЦІЇ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Грудка Б.Г., к.т.н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

У зв'язку із спостережуваною тенденцією постійного збільшення цін на природний газ, для його постачань в Україну потрібне інше незалежне джерело. Таким джерелом може бути зріджений природний газ (ЗПГ), що закопується у ряді інших країн. Актуальним у зв'язку з цим у майбутньому являється розробка і будівництво в акваторії Чорного моря терміналу по прийому імпортного ЗПГ.

Розвиток ЗПГ-індустрії в Україні ускладнюється тим, що в країні немає досвіду виробництва і експлуатації необхідних об'єктів, відсутня сучасна нормативно-технічна база, не проводяться наукові дослідження в області ЗПГ-установок. В той же час за кордоном в цій сфері накопичений великий досвід. Тому для розвитку ЗПГ-технологій в Україні потрібне його вивчення і аналіз.

Зріджений природний газ – криогенна рідина, що є багатокомпонентною сумішшю вуглеводнів ряду  $C_1...C_8$ , а також азоту  $N_2$  і діоксиду вуглецю  $CO_2$  з переважаючим змістом метану  $CH_4$ , температура нормального кипіння якого 111,66 К. Для виробництва, зберігання і відвантаження ЗПГ створені великі заводи, що у більшості випадків розміщуються в прибережних морських або океанських зонах. Можлива їх споруда і на морських платформах.

Сировинний газ до зрідження має бути очищений від водяної пари,  $CO_2$  і сірчистих з'єднань. Первинне видалення вуглекислих газів здійснюється з використанням тієї ж технології, що і при традиційній обробці природного газу. Остаточне очищення зазвичай робиться найчастіше при пропусканні газу через багаточарові молекулярні сита. Відділення  $CO_2$  і сірчистих з'єднань відбувається у промивній колоні.

При тривалій експлуатації газових родовищ якість природного газу, що добувається, постійно погіршується. Тоді як вимоги до його якості, навпаки, постійно ростуть, особливо, в тих випадках, коли він прямує на зрідження. Тонке очищення газу від слідових домішок, наприклад, від  $CO_2$ , ртуті, набуває все більшого значення, разом із завданням осушення і очищення, що давно стоїть, від  $H_2S$  і  $CO_2$ . Після видалення домішок природний газ має бути стиснутий, охолоджений і зріджений.

Зниження внутрішньої енергії при охолодженні здійснюється одним з двох способів: або стиснутий газ піддається дроселюванню і його температура знижується внаслідок прояву ефекту Джоуля-Томсона, або він розширюється із здійсненням зовнішньої роботи в турбодетандері-двигуні. Зрідження газу можливе лише при охолодженні його до температури насичення, що відповідає тиску отриманого ЗПГ.

Комплекси зрідження природного газу, зрідження газу, що включають установки, ізотермічні сховища і регазифікатори, спочатку розглядалися як ефективний засіб регулювання пікових навантажень газоспоживання. Уперше такі комплекси з'явилися в США і Канаді:

- стандартний каскадний з використанням декількох етапів зовнішнього охолодження;
- модифікований каскадний, передбачаючий комбіноване охолодження в зовнішньому контурі і самоохолодження;
- розширювальний, при якому охолодження відбувається в процесі розширення газу, що знаходився під високим тиском, при проходженні його через турбодетандер із здійсненням роботи.

Виробництво СПГ безпосередньо на родовищі природного газу повинне забезпечити менші витрати, ніж у разі транспортування природного газу на далеко віддалену установку, що знаходиться на суші, для його зрідження.

У 1996 р. компанія «Shell» провела дослідження по розміщенню установки по зріджуванню газу на плавучій баржі. Концепція розробки газових родовищ називається «FLNG» (Floating Liquid Natural Gas – «Плавучий зріджений природний газ»). Технологія «FLNG» створена на основі накопиченого досвіду експлуатації установок ЗПГ на суші і морських плавучих судах по видобуванню, зберіганню і відвантаженню продукції («FPSO»), а також транспортування ЗПГ. Компанія «Shell» включилася в роботи по проектуванню і експлуатації ЗПГ- установок на суші більше 40 років тому. Концентрація уваги на альтернативних схемах зрідження природного газу привела до розробки компанією «Shell» процесу «Dual MR» (Dual Mixed Refrigerant – «Двокомпонентний змішаний холодоагент»).

У 2002 р. проектувалася установка потужністю 5 млн. т в рік. За пропозицією «Shell» газ оброблятиметься, зріджуватиметься і зберігатиметься на плавучій установці, а потім перевантажуватиметься на метановози і вирушатиме на експорт, оминаючи сушу.

Інший напрям використання ЗПГ – задоволення пікового попиту в тих випадках, коли створюються запаси ЗПГ на зиму. Новий сектор ринку ЗПГ – транспортне паливо. Установки зрідження природного газу для транспортних засобів такі ж як і для забезпечення пікових навантажень, але місткості ЗПГ для транспорту значно менше, і газ з них частіше відвантажується в зрідженому вигляді, ніж в газоподібному компримованому.

ЗПГ-установки для покриття пікових навантажень і отримання палива для транспортних засобів схожі за схемою очищення і зрідження, але мають відмінності в секціях зберігання і відвантаження продукту. Так, ЗПГ в них зберігається в низькотемпературних ізотермічних резервуарах при атмосферному тиску. У разі потреби видається насосом високого тиску через випарник в газопровід.

Технологія експорту – імпорту ЗПГ полягає в наступному. Природний газ видобувається на родовищі, очищається від кислих компонентів і подається в установку зрідження, в якій є резервуари для зберігання ЗПГ. За допомогою насосів зріджений природний газ через систему вантаження-розвантаження перекачується на морський транспорт – танкери-метановози і доставляється споживачеві. На приймальних терміналах встановлені великі резервуари зберігання ЗПГ і спеціальне устаткування, яке дозволяє випарувати ЗПГ і далі газ закачати в розподільну трубопровідну систему і доставити споживачам.

УДК 621.574:629.122

## **ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ УСТАНОВКИ ПОВТОРНОГО ЗРІДЖЕННЯ ЕТИЛЕНУ ПРИ ЗАМІНІ ДРОСЕЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НА ЕЖЕКТОРИ**

**Морозюк Л.І, д.т.н., професор, Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент,  
Мошкатюк А.В, доктор філософії, асистент  
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Морський транспорт є основою міжнародної торгівлі та світової економіки. Понад 80 % обсягу міжнародної торгівлі товарами здійснюється морем, а більшості країн цей відсоток ще вище. COVID-19, військові конфлікти, зміна клімату та геополітика вплинули на життя людей і призвели до глобальної енергетичної кризи. Ключову роль у пом'якшенні удару сьогодні грають зріджені гази, як альтернативне паливо. На далекі відстані зріджені гази транспортуються танкерами-газовозами. В залежності від виду вантажів, що транспортуються, вони поділяються на різні групи. Значний енергетичний потенціал має зріджений етилен. Транспортна класифікація таких зріджених газів – LEG (Liquefied Ethylene Gas). У процесі транспортування частина вантажу (0.08-0.3 %) випаровується кожен день, що призводить до підвищення тиску і температури у вантажних танках.

|   |     |
|---|-----|
| НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА УТИЛІЗАЦІЯ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН НА БАЗІ ПОВІТРЯНОГО ТУРБОХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ              |     |
| <b>Ярошенко В.М.</b> .....  | 298 |
| ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ГАЗИФІКАЦІЇ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ   |     |
| <b>Грудка Б.Г.</b> .....  | 300 |
| ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ УСТАНОВКИ ПОВТОРНОГО ЗРІДЖЕННЯ ЕТИЛЕНУ ПРИ ЗАМІНІ ДРОСЕЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НА ЕЖЕКТОРИ |     |
| <b>Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Мошкатиук А.В.</b> .....                                      | 301 |
| КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ТРИГЕНЕРАЦІЇ  |     |
| <b>Басов А.М.</b> .....   | 303 |

### **СЕКЦІЯ «НАФТОГАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»**

|   |     |
|---|-----|
| РОЗРАХУНОК ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА-ВОДОНАГРІВАЧА   |     |
| <b>Волгушева Н.В., Бошков Л.З.</b> .....  | 305 |
| МОДЕЛЮВАННЯ КОМПАКТНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ З ДВОФАЗНИМИ ТЕПЛОНОСІЯМИ                                      |     |
| <b>Альтман Е. І., Потапов М.Д.</b> .....  | 307 |
| ПРИЙНЯТТЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕГАЮЧИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВІДІВ                       |     |
| <b>Кологривов М. М.</b> .....   | 309 |
| РОЗРОБКА АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ                        |     |
| <b>Березовська Л.В., Тітлов О.С.</b> .....  | 311 |
| ЕНЕРГОЗБЕРЕГАЮЧА СУШАРКА ДЛЯ ЗЕРНА НА ОСНОВІ МІКРОХВИЛЬОВОГО НАГРІВУ                                  |     |
| <b>Бошкова І.Л., Капауз К.О.</b> .....  | 313 |
| ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОПРІСНЕННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ                             |     |
| <b>Василів О.Б., Рамазанов Р.І., Проць Б.М., Вовченко А.І.</b> .....                                  | 315 |
| ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КОНДЕНСАЦІЇ ВУГЛЕВОДНІВ У ПРИРОДНОМУ ГАЗІ                                      |     |
| <b>Волчок В.О., Світлицький В.М.</b> .....  | 316 |
| ВИДИ І ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ І СИНТЕТИЧНИХ ЦЕОЛІТІВ ДЛЯ АКУМУЛЯЦІЇ ТЕПЛОТИ                            |     |
| <b>Гречановський А.П., Бондаренко О.С.</b> .....  | 317 |
| НАФТОГАЗОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ. СПРОБИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ГАЗОПОСТАЧАННЯ                               |     |
| <b>Дьяченко Т.В., Гаранін Є.В., Тишко Д.П.</b> .....  | 319 |
| РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ |     |
| <b>Морозов А.О.</b> .....   | 322 |
| ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОХВИЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СПІКАННЯ                                    |     |
| <b>Кравченко Є.О.</b> .....   | 324 |
| ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БІОДИЗЕЛЮ, В ЯКОСТІ ЗАМІННИКА МІНЕРАЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО        |     |
| <b>Пономарьов К.М.</b> .....  | 326 |
| АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ                              |     |
| <b>Сагала Т.А.</b> .....  | 328 |
| ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ БЕНТОНІТОВИХ ГЛИН ДЛЯ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ                   |     |
| <b>Фелонюк О.І.</b> .....   | 330 |

### **СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

|  |     |
|--|-----|
| ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕМБРАННОГО РОЗДІЛЕННЯ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ                      |     |
| <b>Бондар С.М.</b> .....   | 332 |
| ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ЛАКОФАРБОВИХ ВИРОБНИЦТВ              |     |
| <b>Шевченко Р.І., Бондар С.М., Мадані М.М., Гаркович О.О., Таранець В.І.</b> ..... | 333 |
| АЛІЗ СТАНУ ТА ФІТОНЦИДНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ КУЛЬТУР В УРБОЕКОСИСТЕМАХ        |     |
| <b>Мадані М.М.</b> .....   | 335 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ БІОДЕГРАДАЦІЇ ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ           |     |
| <b>Лазеба О.В., Попова О.О., Гаркович О.Л.</b> .....                               | 336 |
| МЕТОДИ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ   |     |
| <b>Лазеба О.В., Попова О.О., Гаркович О.Л.</b> .....                               | 338 |
| ТЕХНОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ                        |     |
| <b>Кузнецова І.О.</b> .....  | 340 |