

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
молодих учених та студентів
**«Еколого-енергетичні
проблеми сучасності»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.577

ББК 31.3

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-3-41 технічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «Еколого-енергетичні проблеми сучасності» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 52 с.

ISBN 978-617-7829-80-4

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: Теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.577

ББК 31.3

ISBN 978-617-7829-80-4

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

чи пізно частина ВМ знову почнуть надходити у ґрунтовий розчин, а звідти у живі організми. Саме тому дуже важливо об'єднувати методи ремедіації для того, щоб удосконалити способи очищення ґрунтів від ВМ. Наприклад, можна застосовувати фітормедіацію із поєднанням з компостом, оскільки компости лише іммобілізують метали, не видаляючи їх. Фітормедіація – як один із способів методу біологічної очистки ґрунту видаляє з нього ВМ, вбираючи їх у коріння та пагони гіперакумуляторних рослин, тому в комбінації ці два методи можуть продемонструвати кращі результати щодо дезактивації рухливих форм іонів ВМ.

Щодо удосконалення методу іммобілізації ВМ в ґрунті, нами рекомендовано внесення ґрунтових добавок із різними властивостями (вміст органічних речовин, фосфатів, та ін.), що в результаті буде проявляти іммобілізуючу дію на іони ВМ.

Список літератури

1. Ginn T.R. Processes in microbial transport in the natural surface. *Wat. Res.* 2002. Vol. 25. P.1017-1042.

2. Jaanssen C.R., Heijerick D.G., DeShamphelaere K.A.C., Allen H.E. Environmental risk assessment of metals: tools for incorporating bioavailability. *Environ. Int.* 2003. Vol. 28. P.793-800.

Науковий керівник Гаркович О.Л. к.б.н, доц.

Одеська національна академія харчових технологій

УДК 622.692

УТИЛІЗАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ОБРОБКИ ПАЛИВНОГО ГАЗУ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ

Журавльова М. В, магістр

Одеська національна академія харчових технологій

На компресорних станціях магістральних газопроводів є два виду джерел енергії для утилізації: потенційна енергія паливного газу та теплова енергія газів, що відходять при роботі газотурбінного двигуна.

Паливний газ потрібен для роботи газотурбінного двигуна. Він відбирається з технологічних трубопроводів компресорної станції при тиску рівним тиску газу в магістральному трубопроводі перед станцією. Це тиск 3,7÷5,6 МПа, що значно перевищує тиск паливного газу 1÷2,5 МПа перед камерою згоряння газотурбінного двигуна. На існуючих компресорних станціях надлишкова потенційна енергія паливного газу втрачається в блоці редукування на регуляторі тиску.

При роботі газотурбінного двигуна тільки 30 ÷ 35% теплової енергії газів, які утворюються при згорянні паливного газу, корисно використовується. Продукти згоряння, що відходять у атмосферу, мають температуру 370 ÷ 550⁰С в залежності від пори року.

Екологічно чисту потенційну енергію тиску природного газу на газорозподільних станціях добре утилізують за допомогою турбодетандерів. Ця расширительная машина призначена для зниження тиску газового потоку до заданого значення шляхом здійснення зовнішньої роботи, наприклад обертання ротора електрогенератора. Пропонується аналогічно використовувати турбодетандер для зниження тиску паливного газу на компресорних станціях. На рис. 1 показаний процес розширення газу в турбодетандере.

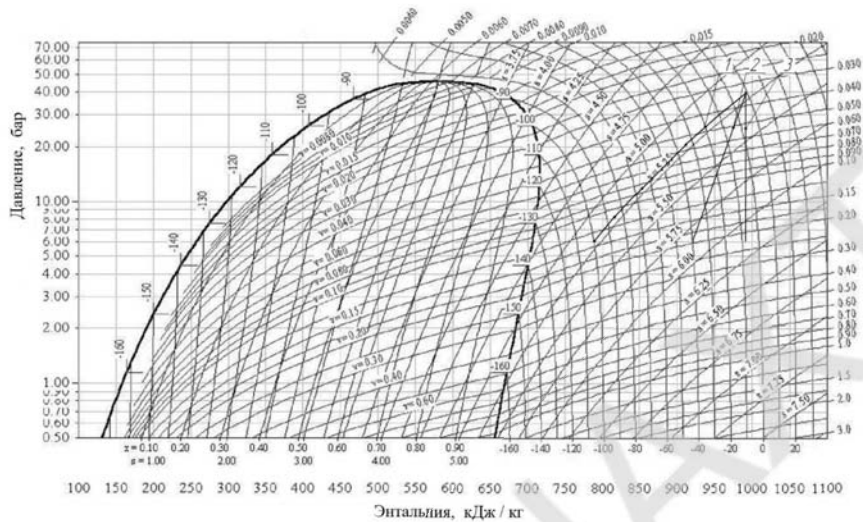


Рис. 1 Діаграма стану метану (CH₄) в координатах «логарифм тиску -ентальпія»:
 1 - процес в ідеальному турбодетандері (ізоентропний); 2 - процес в реальному турбодетандері;
 3 - процес в регуляторі тиску (ізоентальпійний).

У доступних джерелах інформації не знайдено використання утилізації надлишкового тиску паливного газу. Розглянемо на прикладі роботи установки типу ГПУ 16 / 56-1,44 корисний ефект від утилізації надлишкової потенційної енергії паливного газу і корисний ефект від його підігріву за рахунок йдуть продуктів згоряння.

До складу газоперекачувальної установки входить газотурбінний двигун типу ДЖ-59 і нагнітач природного газу - компресор типу 324 ГЦ 2-540 / 38-57М1.

Деякі характеристики газотурбінного двигуна ДЖ-59:

Потужність - 16300 кВт; ККД - 30%; Витрата повітря - 98,5 кг / с; Температура відхідних газів - 360⁰С; Частота обертання силової турбіни - 3000 об / хв; Компресор - осьовий зі ступенем стиснення - 12,7: 1 Витрата паливного газу - 4940 м³ / год (при 0⁰С і 0,1013 МПа); Двигун ДЖ-59 призначений для приводу нагнітачів компресорних станцій. Можлива робота двигуна з паровим теплоутилізуючим контуром.

Деякі характеристики нагнітача 324 ГЦ 2-540 / 38-57М1:

Продуктивність по компрімуемому природному газу - 29,9 млн. ст..м³ / добу (при 20⁰С і 0,1013 МПа) ; Тиск газу на всасі - 3,73 МПа; Тиск газу на виході - 5,59 МПа; ККД- 86%; Число оборотів - 5200 об / хв; Нагрівання газу при компримування на 35⁰С.

На рис. 2 представлена схема пропонованої системи утилізації непридатної енергії на компресорній станції.

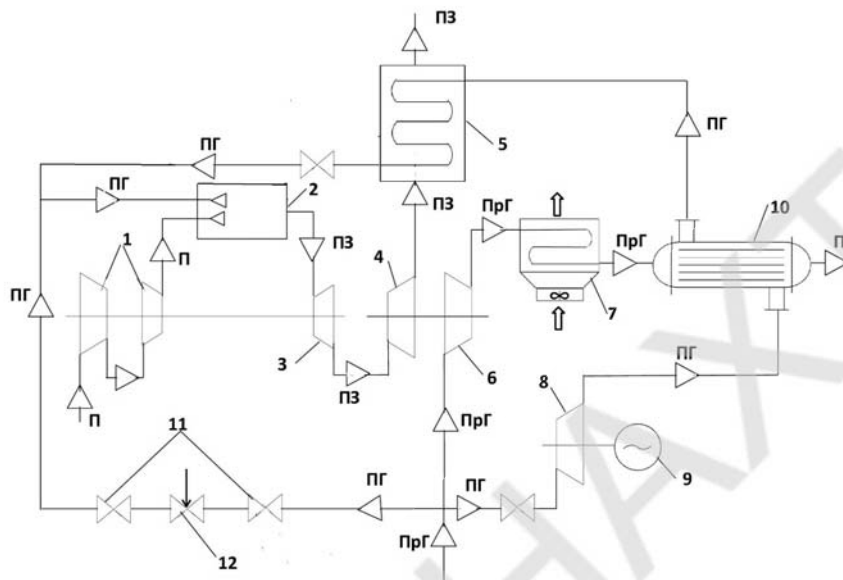


Рис.. 2 Система утилізації непридатної енергії для обробки паливного газу

На схемі, яка представлена на малюнку 2, можна виділити два технологічних блоку. Перший відноситься до газотурбінного двигуна, а другий до нагнітача.

На існуючих станціях до першого блоку відносять: повітряний компресор (1), камеру згоряння (2), турбіну високого тиску (3), силову турбіну (4), запірні клапани (11), регулюючий клапан (12). До другого блоку відносять: нагнітач (6), АВО (7).

У запропонованій новій схемі до першого блоку відносять повітряний компресор (1), камеру згоряння (2), турбіну високого тиску (3), силову турбіну (4), турбодетандер (8), електрогенератор (9), теплообмінник (10), котел-утилізатор (5), запірні клапани (11). До другого блоку відносять: нагнітач (6), АВО (7), теплообмінник (10). Слід зазначити, що теплообмінник (10) відноситься до обох блоків.

Розглянемо призначення кожного елемента схеми. Осьовий багатоступінчастий повітряний компресор (1) призначений для підвищення тиску навколишнього повітря до заданого тиску воздушно-опівної суміші в камері згоряння. Камера згоряння (2) призначена для спалювання воздушно-опівної суміші з отриманням продуктів згоряння заданої температури і тиску. Турбіна високого тиску (3) є приводом повітряного компресора (1). Силову турбіну (4) є приводом нагнітача (6). Котел-утилізатор (5) призначений для нагріву паливного газу продуктами згоряння що відходять. Нагнітач (6) призначений для підвищення тиску технологічного природного газу до заданого на виході з компресорної станції. Апарат повітряного охолодження (7) призначений для охолодження технологічного природного газу до температури не вище 40⁰С на виході з компресорної станції. Турбодетандер (8) призначений для зниження тиску паливного газу до тиску повітрянопаливної суміші в камері згоряння (2) шляхом здійснення роботи як привід електрогенератора (9). Теплообмінник (10) призначений для додаткового охолодження технологічного природного газу за рахунок холодного потоку паливного газу. Запірні клапани (11) призначені для відсічення потоку газу. Регулюючий клапан (12) призначений для заданої зміни витрати та тиску паливного газу.

Розглянемо роботу схеми по потокам. Всього є чотири потоки: повітряний; потік паливного газу; потік продуктів згоряння; потік технологічного природного газу.

Багатоступінчастий осьовий компресор (1) засмоктує навколишнє повітря і підвищує його тиск до заданого тиску ($1,2 \div 2$ МПа) в камері згоряння (2).

Паливний газ відбирається з магістрального газопроводу на взоді в компресорну станцію. Початковий тиск паливного газу до 5,6 МПа, що істотно перевищує його тиск в камері згоряння (2). Тому необхідно застосовувати пристрої для зниження тиску паливного газу.

В існуючій схемі зниження тиску паливного газу здійснюється за допомогою регулюючого клапана (12). При цьому відбувається зниження температури газу на кілька градусів за рахунок ефекту Джоуля-Томсона. Після зниження тиску газ надходить в камеру згоряння (2).

У запропонованій схемі паливний газ з магістрального газопроводу надходить на турбодетандер (8). У турбодетандері потенційна енергія надлишкового тиску паливного газу використовується для здійснення механічної роботи - обертання ротора електрогенератор. При розширенні потоку паливного газу в турбодетандері відбувається зниження його тиску до заданого. Одночасно температури газу знижується на десятки градусів (до мінус $40\div 70^{\circ}\text{C}$). Холодний потік паливного газу надходить в теплообмінник (10), в якому нагрівається до позитивних температур за рахунок теплого потоку технологічного газу. Далі потік паливного газу підігрівається в котлі-утилізатори (5) до температур $200 \div 300^{\circ}\text{C}$, а потім надходить в камеру згоряння (2).

Потік продуктів згоряння утворюється в камері (2) при згоранні повітрянопаливної суміші. На виході з камери продукти згоряння знаходяться під заданим тиском і при температурі 1000°C . З камери (2) продукти згоряння потрапляють в турбіну високого тиску (3). Потік розширюється в турбіні, частина знижуючи свій тиск і температуру. Енергія потоку переходить в механічну енергію - роботу приводу осьового компресора (1). Після турбіни (3) потік прямує в силову турбіну (4), в якій відбувається остаточне його розширення. Тиск потоку практично зменшується до атмосферного, а температура падає до $360 \div 500^{\circ}\text{C}$. Енергія потоку переходить в механічну енергію - роботу приводу нагнітача (6). Продукти згоряння, що відходять потрапляють в котел-утилізатор (5), в якому нагрівають потік паливного газу, а потім вони викидаються в атмосферу. Слід зазначити, що існуюча схема не передбачає використання котла-утилізатора (5).

Потік технологічного природного газу з магістрального трубопроводу надходить в нагнітач (6), в якому підвищується тиск газу до заданого. При стисненні газу в нагнітачі (6) підвищується його температура понад 40°C . Після нагнітача (6) газ охолоджують повітрям в апаратах АВО (7). В існуючій схемі газ далі направляється в магістральний трубопровід. У запропонованій схемі газ далі охолоджується в теплообміннику (10) холодним потоком паливного газу, а потім направляється в магістральний газопровід.

Розглянемо результати орієнтовного розрахунку показників утилізаційної системи для обробки паливного газу. Як приклад природного газу взято газ з Дашавського родовища з вмістом метану 98,9%. Прийнято в якості вихідних даних: один ГПУ 16 / 56-1,44; витрата технологічного газу - 29,9 млн.ст.м³ / добу; витрата паливного газу - 4940 нм³ / добу; тиск газу на вході - 3,7 МПа; тиск газу на виході з КС - 5,6 МПа; тиск газу на виході з турбодетандера - 1,27 МПа; температура газу на вході в КС - 14°C ; температура газу на виході з КС - 49°C , а після АВО (7) - 40°C ; ККД турбодетандера - 75%; температур паливного газу після теплообмінника (10) - 30°C , після котла-утилізатора (5) - 250°C ; температура самозаймання повітрянопаливної суміші - 530°C .

Результати позитивних ефектів від утилізації непридатної енергії:

- досягається потужність електрогенератора (9) - 228 кВт;
- охолодження технологічного газу в теплообміннику (10) на $0,3^{\circ}\text{C}$;
- економія паливного газу за рахунок його підігріву до 250°C - 1,3% (64 нм³ / год) від його витрати.

Висновки. Додаткова електроенергія в 228 кВт істотна для роботи електричного обладнання на компресорній станції (КС). Подохладження технологічного газу в теплообміннику (10) в $10 \div 30$ разів менше ефекту Джоуля-Томсона і теплообміну газу з

грунтом в магістральному трубопроводі. Регеративний підігрів паливного газу в котлі-утилізатори (5) істотний для економії паливного газу.

Слід ртветіть на питання: «Чому утилізація низькою енергії для обробки паливного газу не застосовується?». Відповідь полягає в розробці техніко-економічного обґрунтування. Для утилізації непридатної енергії слід використовувати нетипове для компресорної станції обладнання турбодетандер, електрогенератор, кожухотрубні теплообмінники. Це обладнання не дешево і вимагає кваліфікованого обслуговування. Можливий термін окупності від впровадження системи утилізації перевищує рекомендовані значення.

Інформаційні джерела:

1. Кологривов М.М., Сагала Т.А., Бузовський В.П. Котли – утилізатори / Одеська національна академія харчових технологій, 2015. – 83 с.
2. ПАО «Сумское НПО». Технический каталог. Компрессорное оборудование и газоперекачивающие агрегаты. – Сумы: Изд. центр ПАО «Сумское НПО», 2019.-148с.
3. Цих А. Д. Термодинамический расчёта турбодетандера// Наукові праці ДонНТУ, серія «Гернічо-геологічна №2 (19), 2013. – С. 95-106.
4. Иоффе Й. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991.-352 с.
5. Кологривов М. М. Расчёты при проектировании магистрального газопровода и компрессорной станции: Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование газонефтепроводов, насосных и компрессорных станций» для студентов специальности 185 «Нефтегазовая инженерия и технологии» / . Одесская национальная академия пищевых технологий, 2017. – 41 с.

*Науковий керівник Кологривов М.М. к.т.н, доц.
Одеська національна академія харчових технологій*

УДК 504.05:622

ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИЙ МОНИТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Лось О.О., студентка
Одеська національна академія харчових технологій**

Головним завданням біологічного моніторингу є визначення стану біотичної складової біосфери, її реакції на антропогенний вплив, вивчення залежності “доза-ефект”, відповідні реакції організмів, пошук критеріїв допустимого навантаження на природне середовище з урахуванням регіональних особливостей і визначенням критичних ланок у біосфері, які зумовлюють це навантаження.

Особливе місце в біологічному моніторингу займає генетичний моніторинг, який включає широкомасштабне вивчення генетичних наслідків забруднення навколишнього середовища на різних рівнях організації живих організмів, включаючи людину [1].

У зв'язку з забрудненням навколишнього середовища і впливом несприятливої екологічної ситуації на здоров'я населення виникла необхідність розроблення уніфікованого методичного підходу до інтегральних оцінок стану довкілля за токсико-мутагенним фоном і генетичної безпеки для людини від дії мутагенів навколишнього середовища [2].

У даній методиці пропонується структурна схема комплексного еколого-генетичного моніторингу довкілля, яка дозволяє оцінити стан природних об'єктів за токсико-мутагенним фоном, що є необхідним для визначення рівня загальної екологічної та генетичної безпеки

ЗМІСТ

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ «ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ» ОДЕСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, 29-30 ВЕРЕСНЯ 2020 р.....	1
ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗШИРЕННЯ СТРУМЕНЮ РОЗПИЛУ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ <i>Пакош Д.З.....</i>	3
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ БЕРЕГОВОЇ БЕЗГРЕБЕЛЬНОЇ ЕС НА РІЧЦІ БОРЖАВА <i>Гладишева Т.В.</i>	5
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ БУДІВНИЦТВІ БЕРЕГОВОЇ БЕЗГРЕБЕЛЬНОЇ ЕС <i>Глеба Ю.В.....</i>	6
СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ СУДНОВИХ ВІДХОДІВ НА СУДАХ І НА ТЕРИТОРІЇ МОРСЬКОГО ПОРТУ «ПІВДЕННИЙ» <i>І. О. Баранова.....</i>	7
МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ VRF СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ <i>Басов А.М., Соловійова П.В.....</i>	8
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТІВ, КОНТАМІНОВАНИХ ВААЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ЗА ВИКОРИСТАННЯМ ГРУНТОВИХ ДОБАВОК <i>Зайцева Е.Ю.....</i>	10
УТИЛІЗАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ОБРОБКИ ПАЛИВНОГО ГАЗУ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ <i>Журавльова М. В.....</i>	11
ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА <i>Лось О.О.....</i>	15
МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГЕТИКИ <i>Чефтелов І.О., Климчук І.О.....</i>	16
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ <i>Статєва Євгенія.....</i>	17
УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ОБОРОТНИХ ВОД РИБНИЦЬКИХ ГОСПОДАРСТВ <i>Пашиняк А. В.....</i>	19

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми сучасності»

29-30 вересня 2020 року

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 3,02. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/1

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

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