

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В. С. МАРТИНОВСЬКОГО



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ**

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

27-28 листопада 2020 року



Одеса - 2020

УДК 621.56/59(03)

ББК 31.3

К-14

**Збірник докладів підготовлений під редакцією
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г Науковий секретар - к.т.н.доц.
Жихарєва Н.В.**

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Сучасні проблеми холодильної техніки і технології**» 27-28 листопада 2020 року. – Одеса : ТЕС., 2020. – 175 с.

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

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні машини і установки; теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; системи кондиціонування повітря; Компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки;холодильна технології; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці

©Одеська національна академія харчових технологій,2020

© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Голова - Єгоров Б.В. - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

Поварова Н.М. – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор;

Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, професор;

Потапов В.О. - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарева Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н.доц. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н.доц. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н.доц. Подмазко О.С.

Тематичні напрями:

- холодильні машини і установки
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціонування повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- кріогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

ПАРОГАЗОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА СЛАНЦЕВОМУ ГАЗІ

Репін А.С., магістрант, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Наведені результати дослідження роботи газотурбінної установки на сланцевому газі. Використання сланцевого газу в якості палива при роботі газотурбінної установки UGT 6000 дозволяє частково задовольняти енергетичні потреби сьогодення.

Ключові слова Газотурбінна і парогазова енергетичні установки теплових електростанцій, сланцевий газ, витрата палива, енергетична ефективність

The results of research work on gas turbine shale gas. The use of shale gas as a fuel for gas turbine operation UGT 6000 can partially meet the energy needs of today.

Key words: Gas turbine and combined-cycle power plant thermal power plants, shale gas, fuel, energy efficiency

У будь-якій країні енергетика є базовою галуззю економіки, стратегічно важливою для держави. Від її стану та розвитку залежать відповідні темпи зростання інших галузей господарства, стабільність їх роботи і енергоозброєність. Енергетика створює передумови для застосування нових технологій, забезпечує поряд з іншими факторами сучасний рівень життя населення. Перспективний напрямок розвитку енергетики пов'язаний з газотурбінними (ГТУ) і парогазовими (ПГУ) енергетичними установками теплових електростанцій. Ці установки мають особливі конструкції основного і допоміжного обладнання, режим роботи і управління. ПГУ на природному газі - єдині енергетичні установки, які в конденсаційному режимі роботи здатні виробляти електроенергію з електричним ККД більше 58 %. В зв'язку з цим виникає потреба в розробці сучасних технологій та проведенні організаційно-технічних та економічних заходів. Треба зазначити, що факт вичерпання природних ресурсів, а саме природного газу та нафти, наразі має найбільший стимулювальний вплив на пошук альтернативних шляхів енергозабезпечення. [1,2]

На думку ряду експертів, Україна має значні ресурси сланцевого газу. Зокрема, вельми перспективними представляються ресурси сланцевих товщ української частини Люблінського (Львівсько-Воволинського) вугільного басейну. Передбачається, що "Єврогаз" і його український партнер створять спільне підприємство, в яке українська сторона передасть близько 2 тис. свердловин природного газу, які сьогодні не працюють з різних технічних і економічних причин, тоді як американська корпорація забезпечить нові технології для їх відновлення. За статистикою, зараз в світі майже 15% газу отримують з сланців (ця галузь розвинена в США), а на території нашої держави містяться одні з найбільших родовищ в Європі.

Четвертину сланцевого газу складає негорючий азот, а ще чверть негорючий вуглекислий газ, то теплоти виділяється, в залежності від родовища, в 2-3 рази менше ніж у традиційного природного газу.

Проведено дослідження роботи UGT 6000, яка працює на сланцевому газі.

Об'ємний склад газу:

CH₄ (17 %), C₂H₆ (3 %), C₃H₈ (4 %), C₄H₁₀ (4,9 %), C₅H₁₂ (0,3 %), C₉H₆ (5%), H₂ (35 %), O₂ (1 %), N₂ (25 %).

Нижня межа теплоти згоряння $Q_H = 23000$ кДж/кг.

Теоретична кількість повітря необхідна для згоряння 1 кг палива становитиме:

$$L_0 = [0,5CO + 0,5CH_2 + 2CH_4 + \sum(m + n/4)C_mH_n + 1,5H_2S - O_2] = 8,37 \text{ кг/кг}$$

Питома витрата робочого тіла в камері згоряння становитиме:

$$g_e = 1/(\alpha \cdot L_0) = 1/(5 \cdot 8,37) = 0,024 \text{ кг/кг.}$$

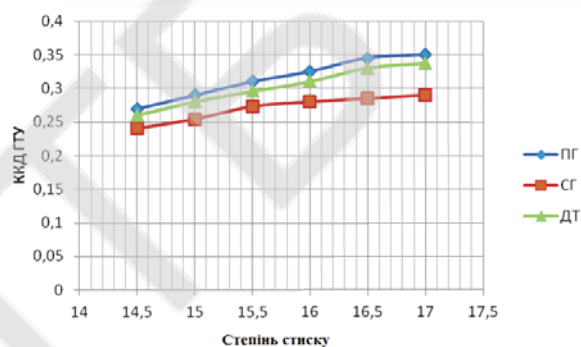
де α – коефіцієнт надлишку повітря на виході з камери згоряння.

Основні характеристики UGT 6000, що працює на сланцевому газі

Номінальна потужність, МВт	2,35
ККД, %	31,9
Степінь підвищення тиску в компресорі ГТД	16,5
Температура газу на виході з камери згоряння, °С	1215
Витрата газу на виході з ГТД, кг/с	30,2
Температура газу за ГТД, °С	410
Вміст NO _x при роботі на газі не більше, мг/м ³	50

В ході даного дослідження були отримані результати впливу зміни різних параметрів ГТД на його експлуатаційні показники. Як відомо, на роботу ГТУ впливають різні фактори, зокрема: степінь стиску повітря в компресорі, вид палива на якому працює газова турбіна, температура навколишнього середовища, ККД окремих елементів ГТУ. Все це слід враховувати при розрахунках установки в певних кліматичних умовах, або ж при заздалегідь визначених параметрах [3].

Залежність параметрів UGT 6000 від степеня стиску і виду палива представлена нижче.



ПГ- природний газ; СГ - сланцевий газ; ДТ – дизельне пальне

Рисунок 1 – Залежність ККД від степеню стиску і виду палива

Зі зростанням степеня стиску в компресорі, ККД збільшується, тим самим підвищуючи загальні показники ефективності установки.

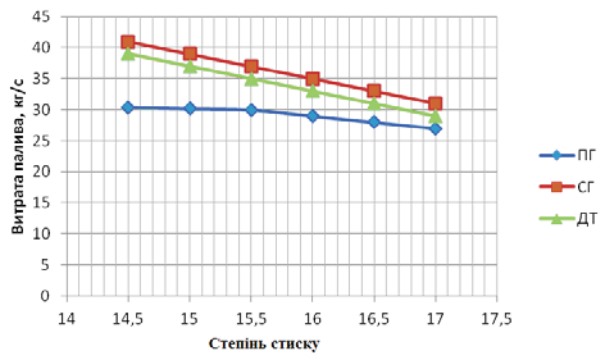


Рисунок 2 - Залежність витрати палива від степеню стиску і виду палива

Однак не слід забувати, що збільшення степеню стиску призводить до підвищення навантаження на елементи установки, в тому числі компресора, збільшує температуру газу за турбіною, все це слід враховувати. Найбільший показник ККД досягається при використанні в якості палива природного газу. Зі збільшенням степеню стиску, витрата палива зменшується, що є позитивним фактором роботи газотурбінної установки. Найменшу кількість палива ГТУ споживає, коли працює на природному газі.

Розглянутий варіант використання для UGT 6000 сланцевого газу в якості палива для вироблення електричної та теплової енергії має наступні конкурентні переваги:

1. Перехід до більш раціонального газокористування.
2. Зниження токсичності вихлопу в пропонуваній схемі установки в порівнянні з спалюванням рідкого палива, за рахунок малої присутності оксидів сірки та азоту в продуктах згоряння.
3. Забезпечення стійкого горіння палива в камері згоряння.

Результати розрахунку і аналізу роботи UGT 6000 на сланцевому газі показали, що використання даного виду палива частково задовольняє енергетичні потреби сьогодення. В найближчому майбутньому будуть проведені більш ретельні дослідження процесів термохімічної газифікації з подальшим удосконаленням складових частин ГТУ.

Інформаційні джерела:

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. СХВАЛЕНО розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071
2. Концепція (проект) Державної науково-технічної програми "Створення промислових газотурбінних двигунів нового покоління для газової промисловості та енергетики" / Б. Патон, А. Халатов, Д. Костенко, Б. Білека // Вісник НАН України. – 2008. – № 4. – С. 3–9
3. Буданов, В. О. Нагнітачі і теплові двигуни. Газодинамічний і конструктивний розрахунок елементів проточної частини нагнітача [Електронний ресурс]: метод. вказівки до індивідуальної роботи / В. О. Буданов; Одеська нац. акад. харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 54 с

Науковий керівник: Буданов В.О., к.т.н., доцент каф. компресорів та пневмоагрегатів

СЕКЦІЯ №3 – ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК ТА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

ТЕХНІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Янковський О.О., магістрант Одеська національна академія харчових технологій, Науковий керівник . д.т.н., проф. Мілованов В.І.....151

ВПРОВАДЖЕННЯ ІЗОБУТАНУ В ХОЛОДИЛЬНУ ТЕХНІКУ В ЯКОСТІ ХОЛОДОАГЕНТА

Рамазанов Р., Одеська національна академія харчових технологій, Одеса Науковий керівник . д.т.н., проф. Мілованов В.І.....152

ДОСЛІДЖЕННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ПАРОГЕНЕРУЮЧОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Григоренко А.В., магістрант ІПЕМ ОНАХТ , . Одеська національна академія харчових технологій

Науковий керівник .: Ярошенко В.М., к.т.н., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ.....153

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ ПРИ РЕГАЗИФІКАЦІЇ СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Дімов А. І., магістрант ІХКЭ ОНАХТ.

Науковий керівник .: Ярошенко В.М., к.т.н., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів ОНАХ..... 156

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА НА СУМІШАХ НАТУРАЛЬНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ПОТРЕБ МЕДИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Жалоба В.Р., магістрант ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник :Подмазко І.О., к.т.н., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ.....157

8. ПАРОГАЗОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА СЛАНЦЕВОМУ ГАЗІ

Репін А.С., магістрант, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Науковий керівник : Буданов В.О., к.т.н., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ.....160

9. ВПЛИВ ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТОК ТІО₂ НА ПОКАЗНИКИ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА

Балашов Д.О., інж, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Науковий керівник : Науковий керівник . д.т.н., проф. Мілованов В.І. кафедри компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ.....163

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В. С. МАРТИНОВСЬКОГО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

27-28 листопада 2020 року

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського