

**Міністерство освіти і науки України  
Одеська національна академія харчових технологій  
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНАХТ**



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

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

**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ  
І ТЕХНОЛОГІЙ»**

***14 -15 травня 2021 року***



Одеса - 2021

УДК 621.56/59(03)  
ББК 31.3  
К-14

**Збірник наукових праць** 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** за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**» 14-15 травня 2021 року. – Одеса : ТЕС, 2021 – 116 с.

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

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

©Одеська національна академія харчових технологій  
© 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** - проф. Хмельнюк М.Г.;

**Науковий секретар** - к.т.н. Жихарєва Н.В.

**Члени оргкомітету** - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С., асист. Томчик О.М.

## 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

Рішення поставлених в роботі задач базується на розгляді загальної характеристики типового судна - газовозу і його спеціального обладнання та оснащення. При цьому розглядається устаткування для вантажних трюмів, зберігання і транспортування скрапленого газу, вантажні танки, контрольно - вимірювальне обладнання, та інше. В процесі розгляду аналізується вплив низьких робочих температур газу в танках і усіх елементах системи на конструкційні та монтажні матеріали, можливі зміни їх фізичних параметрів та експлуатаційних характеристик.

Далі аналізуються експлуатаційні характеристики основних елементів грузової системи судна, таких, як компресорні машини, насоси, система виробництва азоту, первинна і вторинна системи ізоляції та інше. Розглядається вплив кліматично - погодних умов регіону плавання судна, якості підготовки і обслуговування обладнання, його відпрацьованого ресурсу та інших факторів на робочі характеристики окремих елементів газової системи судна та її ефективність в цілому.

На базі цього аналізу вивчаються можливості підвищення ефективності роботи окремих елементів системи з метою зниження шкідливих витрат газу в період транспортування, підвищення техніко - економічних показників та екологічної безпечності судна. При цьому розглядаються такі елементи обладнання, як паливна система, система охолодження, система утилізації теплоти, газовипускна система, компресорно - насосна система, трубопроводи та запобіжні клапани. Аналізується вплив на роботу цих елементів зовнішніх факторів, а також якості її технічної експлуатації, управління та контролю.

Проведений аналіз цих факторів та умов експлуатації дає основу для розробки основних напрямків підвищення ефективності функціонування всієї грузової системи судна - газовозу шляхом вдосконалення конструктивних, експлуатаційних та технологічних характеристик її окремих елементів. При цьому одною з основних задач вдосконалення системи вважають забезпечення її високої безпечності для обслуговуючого персоналу та зниження екологічної шкідливості для навколишнього середовища.

Врахування розроблених рекомендацій на практиці дозволить підвищити економічну ефективність, надійність та екологічну безпечність трансатлантичного транспортування скрапленого газу сучасними судами - газовозами.

---

*Науковий керівник . Мілованов В.І. д.т.н., проф. кафедри КПА ОНАХТ*

**УДК 621.5**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОНАГНІТАЧІВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ**

*Шиян Л. , бакалавр факультету НТ і ІМ ОНАХТ*

Високі техніко – економічні показники газотранспортної системи в значній мірі залежать від енергетичної ефективності нагнітачів природного газу для приводу яких застосовуються переважно газотурбінні установки. В свою чергу їх енергетична ефективність суттєво залежить від режимів експлуатації, так як відхилення частоти обертання турбоагрегатів від розрахункового обумовлює зниження внутрішніх коефіцієнтів корисної дії турбомеханізмів. Кількість газу, що перекачується через компресорну станцію можна регулювати

включенням і відключенням числа працюючих газоперекачувальних агрегатів (ГПА), змінною частоти обертання силової турбіни у ГПА з газотурбінним приводом і т.п.

Регулювання пропускної здатності газопроводу відключенням роботи окремих лінійних компресорних станцій при розрахунковій продуктивності газопроводу зазвичай не практикується через перевитрати енерговитрат на стиснення газу при такій схемі роботи. Устаткування і обв'язка компресорних станцій повинні бути пристосовані до змінного режиму роботи газопроводу. Всі нагнітачі умовно можна розділити на два класи: неповнонапірні (одноступінчаті) і повнонапірні. Перші, що мають ступінь стиснення в одному нагнітачі 1,25-1,27, використовуються при послідовній схемі стиснення газу на компресорній станції, другі - повнонапірні, що мають ступінь стиснення 1,45-1,51, використовуються при застосуванні колекторної схемою обв'язки компресорної станції. Кожен тип нагнітача характеризується своєю характеристикою, яка будується при його натурних випробуваннях в заводських умовах.

Під характеристикою нагнітачів прийнято розуміти залежність рівня стиснення, політропного ККД і питомої приведенної потужності від приведенної об'ємної витрати газу. Будуються такі характеристики в залежності від складу природного газу з використанням значення газової постійної, коефіцієнта стиснення газу, показника адіабати, прийнятої розрахункової температури газу на вході в нагнітач в прийнятому діапазоні зміни приведенної відносної частоти обертання. Важливою характеристикою нагнітача є його продуктивність. Стосовно до газопроводу розрізняють об'ємну, (м<sup>3</sup> / хв), масову, (кг / с і комерційну подачу газу, (млн · м<sup>3</sup> / добу). При відповідних розрахунках газу застосовується рівняння Клапейрона-Менделєєва з використанням поправки на коефіцієнт стиснення газу. Об'ємна подача газу та масова подача характеризують кількість газу в м<sup>3</sup>, або кг, що протікає в одиницю часу через перетин всмоктуючого патрубку. Комерційна подача визначається за параметрами стану у всмоктуючому патрубку, приведені до нормальних фізичних умов (= 20 ° С; = 0,101 МПа).

Для визначення комерційної подачі використовується рівняння Клапейрона для "стандартних" умов. Користуються характеристиками в наступній послідовності. Знаючи фактичні значення величин для даних умов, за співвідношенням визначають приведену відносну частоту обертання нагнітача. За визначеним рівнем стиснення знаходять приведену об'ємну витрату газу, а потім по відповідним кривим визначають політропний ККД і приведену внутрішню потужність нагнітача. Розрахункова робоча витрата газу для нагнітачів вибирається приблизно на 10-12% більше крайніх лівих значень витрати, що відповідає помповому режиму роботи нагнітача. Наявність надійних приведених характеристик при експлуатації газоперекачуючого агрегату з газотурбінним приводом дозволяє обслуговуючому персоналу вибирати найкращий режим роботи в залежності від конкретних умов. Для відцентрових нагнітачів з електроприводом також можна користуватися приведеними газодинамічними характеристиками, але тільки для якогось цілком певного значення, так як при застосуванні електроприводу неможливо регулювати частоту обертання. Наявність надійних наведених характеристик з використанням співвідношень дозволяє відносно легко визначати потужність газоперекачуючого агрегату при зміні експлуатаційних умов.

*Науковий керівник Ярошенко В.М., к.т.н., доцент кафедри КПА ОНАХТ*

**СЕКЦІЯ №3 – ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК ТА КОМПРЕСОРНИХ  
СТАНЦІЙ**

**ВПЛИВ ІЗОБУТАНУ З ВКЛЮЧЕННЯМИ НАНОЧАСТОК  $TiO_2$  НА РО-  
БОТУ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ**

*Балашов Д.О., інж, ІХКЕ ОНАХТ*

*Науковий керівник Мілованов В.І. д.т.н., проф. кафедри КПА ОНАХТ.....101*

**ПРИСКОРЕННЯ ПЕРЕВОДУ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА АЛЬТЕРНА-  
ТИВНІ ХОЛОДОАГЕНТИ ЗАСОБОМ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО  
СТАНУ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ**

*Рамазанов Р., магістр ІХКЕ ОНАХТ*

*Науковий керівник . Мілованов В.І. д.т.н., проф. кафедри КПА ОНАХТ.....102*

**АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
РОБОТИ ГРУЗОВОЇ СИСТЕМИ СУЧАСНОГО СУДНА - ГАЗОВОЗУ**

*Василенко С.В., бакалавр ІХКЕ ОНАХТ*

*Науковий керівник . Мілованов В.І. д.т.н., проф. кафедри КПА ОНАХТ.....103*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОНА-  
ГНІТАЧІВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ**

*Шиян Л. , бакалавр бакалавр ІХКЕ ОНАХТ*

*Науковий керівник Ярошенко В.М., к.т.н., доцент кафедри КПА ОНАХТ....104*



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

### **«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

*14-15 травня 2021 року*

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