



Івано-Франківський
національний технічний
університет нафти і газу



Hungary-Slovakia-Romania-Ukraine ENI Cross-border Cooperation Programme 2014-2020



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Project title: HUSKROUA/1702/6.1/0022 «Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental Impact of Electrical Installations» - CRIMIGE

Partners: Technical University of Cluj-Napoca (Romania); Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ukraine)

Project start date: 01.03.2020 Project end date: 28.02.2022

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

Міжнародної науково-практичної конференції
**«Вплив виробництва, передачі, розподілу
та використання електроенергії
на навколишнє середовище»**

24 – 25 листопада 2022 р.

Івано-Франківськ - Бая-Маре, 2022 р.

Внесок ЄС: 245373,76 €

Співфінансується
Європейським Союзом



УДК 504.5:621.31
В52

За загальною редакцією професора Я. О. Адаменка
Редакційна колегія: професор Л. М. Архипова, професор О. М. Мандрик

*Рекомендовано до друку Вченою радою Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу
Протокол № 13/644 від 30 листопада 2022 р.*

В52 Вплив виробництва, передачі, розподілу та використання електроенергії на навколишнє середовище [Електронне видання] : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 24-25 листопада 2022 р.) / за заг. ред. проф. Я. О. Адаменка.- Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. – 162 с. – укр., англ. та румун. мовами.

ISBN-978-966-694-415-6

До збірника ввійшли матеріали учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Вплив виробництва, передачі, розподілу та використання електроенергії на навколишнє середовище», у яких науковці розглядають актуальні питання теорії, методології й практики оцінювання впливів підчас виробництва, передачі, розподілу та використання електроенергії на довкілля. Міжнародна науково-практична конференція проведена у рамках проекту «Регіональний центр навчання та моніторингу впливу електроустановок на навколишнє середовище» за програмою транскордонного співробітництва ЄС Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2014-2020. Матеріали збірника можуть бути використані науковцями, практиками, аспірантами, здобувачами вищої освіти в галузі екології, охорони довкілля та дотичних до них наук.

Матеріали викладені в авторській редакції з незначними коректорськими правками. Відповідальність за точність поданих фактів, цитат, цифр і прізвищ несуть автори. Електронна копія збірника розміщується у відкритому доступі на сайті кафедри екології у розділі «Наукова діяльність» Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (<https://cutt.ly/UMEzmoK>) на сайті проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 (<http://crimige.cunbm.utcluj.ro/en/about/>) та у репозитарії НТБ ІФНТУНГ

ISBN-978-966-694-415-6

УДК 504.5:621.31

© Автори статей, 2022
© Редакційна колегія, 2022
© ІФНТУНГ, 2022

Організаційний комітет конференції

Співголови:

Олег Мандрик – доктор технічних наук, професор, перший проректор ІФНТУНГ (Ua);

Петріка Поп-Сітар – доктор наук, професор, проректор Північного університетського центру Бая-Маре, UTCN (Ro).

Заступники голів:

Ярослав Адаменко – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології ІФНТУНГ, менеджер проєкту HUSKROUA/1702/6.1/0022 (Ua);

Міхаела Штец – PhD, доцент кафедри електротехніки, електроніки та комп'ютерної інженерії UTCN, менеджер проєкту HUSKROUA/1702/6.1/0022 (Ro).

Секретарі конференції:

Рамона Демарчек – PhD, доцент кафедри філології та культурології UTCN (Ro);

Тарас Качала – кандидат наук, доцент кафедри екології ІФНТУНГ (Ua).

Члени оргкомітету:

Людмила Архипова – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри туризму ІФНТУНГ (Ua);

Мірча Хоргос – PhD, доцент, заступник декана інженерного факультету UTCN (Ro);

Клаудіу Лунг – PhD, доцент, завідувач кафедри електротехніки, електроніки та комп'ютерної інженерії UTCN (Ro);

Штефан Оніга – доктор наук, професор кафедри електротехніки, електроніки та комп'ютерної інженерії UTCN (Ro);

Марія Орфанова – кандидат наук, доцент кафедри екології ІФНТУНГ (Ua);

Юлія Стахмич – кандидат наук, доцент кафедри філології та перекладу ІФНТУНГ (Ua);

Іван Ковбанюк – завідувач відділу інформації та зв'язків з громадськістю ІФНТУНГ (Ua).

<i>Христина Матіїв</i> Перспективи використання альтернативних джерел енергії у Карпатському регіоні зокрема у Яремчанській міській раді.....	73
<i>Ігор Климчук</i> Гідроенергетичний потенціал річок Карпатського регіону України	76
ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	79
<i>Claudiu Lung</i> Study of RF Radiation Level on Igniş Peak	79
<i>Володимир Чупа, Богдан Герасименко, Ярослав Адаменко</i> Дослідження електромагнітного випромінювання сельбищних зон.....	83
<i>Владислав Яненко, Алла Клепко</i> Сучасні проблеми та перспективи використання альтернативних джерел енергії в Україні.....	87
<i>Тамара Кундельська, Володимир Чупа, Микола Штогрин</i> Результати еколого-геофізичних досліджень урбосистеми міста Яремче.....	91
<i>Тарас Качала, Христина, Масляк, Денис Семкович</i> Визначення шумового забруднення на території ІФНТУНГ	94
<i>Тарас Качала, Василь Петрашук, Богдан Кучерявий</i> Рівень електромагнітного випромінювання на території Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу	97
<i>Тарас Качала, Степан Гарасимів, Ярослав Дзюбак</i> Дослідження встановлення рівня радіаційного фону на території навчальних закладів (на прикладі ІФНТУНГ)	100
ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ	103
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Ігор Васильківський</i> Втрачена іхтіофауна Південного Бугу в результаті будівництва малих ГЕС	103
<i>Valeria Gruzdova, Yuvita Koloshko</i> Caracteristicile biometanului în timpul procesării și a deșeurilor agricole.....	108
<i>Sergey Vambol, Viola Vambol, Yuri Kondratyuk, Ihor Cherepnov, Nastaran Mozaffari, Niloofar Mozaffari</i> Monitoring the Impact of Electromagnetic Fields on Biological Objects Using Vegetative Test Systems.....	110
<i>Галина Крусір, Олена Груздова</i> Дослідження біодеградації ароматичних вуглеводнів.....	115
<i>Nataliia Glibovytska</i> Influence of Electrical Energy Facilities on Vitality of Biological Systems	119
<i>Marharyta Radomska</i> The Interaction Between Urban Avifauna and Renewable Energy Generation Facilities.....	121
<i>Mykola Prykhodko, Kateryna Varaban</i> Analysis of Foreign Experience on Bioreclamation of Disturbed Lands and Spoil Heaps	124
ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА – ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ.....	128
<i>Valeria Gruzdova, Yuvita Koloshko</i> Features of the European Green Deal and its implementation in Ukraine	128
<i>Юлія Постол, Вадим Гулевський</i> Застосування теплонасосних установок для утилізації теплоти вторинних енергетичних ресурсів	132

УДК 621.311

*Юлія Постол – к.т.н., доцент;
Вадим Гулевський – к.т.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д. Моторного,
м. Мелітополь, Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Одним із найбільш ефективних методів скорочення енергоспоживання є застосування теплонасосних установок (ТНУ) для утилізації теплоти вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР). Багаторічні дослідження, а також чисельний досвід експлуатації таких установок показали доцільність їх використання як ефективне та економічне енергетичне обладнання.

Принцип роботи теплового насоса полягає у перетворенні теплової енергії низького температурного рівня на теплову енергію вищого потенціалу, необхідного споживачеві.

Найбільше поширення отримав компресійний тепловий насос, що включає випарник, в якому низькопотенційні джерела, компресор, що здійснює стиснення отриманої пари з підвищення його температури і конденсатор, в якому вивільняється теплота більш високого потенціалу [1,2].

Оскільки на привод компресора витрачається електрична енергія, ефективність застосування теплового насоса характеризує відношення корисного тепла, знятого в конденсатор, до роботи, витраченої на стиск. Це ставлення називають коефіцієнтом перетворення, і для парокомпресійних ТНУ він становить 3 і більше.

Іншим, не менш важливим фактором, що визначає доцільність використання ТНУ, є наявність джерела низькопотенційного тепла з більш менш високою температурою. На численних промислових та енергетичних підприємствах значна кількість середньо- та низькопотенційної теплоти скидається з димовими газами котлів, потоками відпрацьованих у технологічних процесах води та водяної пари, шахтними водами, вентиляційними викидами, побутовими стоками та може бути утилізовано за допомогою ТНУ.

Основною сферою застосування теплонасосних установок є використання їх як альтернативне джерело тепlopостачання. Традиційні системи тепlopостачання мають безліч недоліків, серед яких їх низька енергетична та економічна ефективність. І насамперед це пов'язано з наявністю протяжних теплотрас, що вимагають значних капітальних вкладень, необхідних для їх обслуговування та ремонту, а також з великими тепловими втратами, у тому числі і в результаті витоків теплоносія. Крім того, у централізованих системах тепlopостачання велику питому вагу мають витрати на транспорт і розподіл тепла. Тепlopостачання із застосуванням ТНУ дозволить наблизити теплові потужності до місць споживання та тим самим зменшити довжину теплових мереж [3].

Теплонасосні установки знайшли широке застосування там. Якщо 1980 р. США працювало близько 3 млн. ТНУ, у Японії 0.5 млн., у Європі 0.15 млн., а 1993 р.

загальна кількість працюючих ТНУ у розвинених країнах перевищила 12 млн., то нині у світі працює близько 20 млн. теплових насосів різної потужності. Згідно з прогнозами Світового енергетичного комітету (WEC), до 2025 року 75% теплопостачання (комунального та виробничого) у розвинених країнах здійснюватиметься за допомогою теплових насосів.

Незважаючи на ті обставини, що собівартість тепла, що виробляється ТН, порівняно з традиційним теплопостачанням нижче в 1,5-2 рази, а термін окупності більшості ТНУ не перевищує двох років, масового виробництва та застосування ТНУ поки що не спостерігається. Впровадження таких установок зводиться до появи одиничних ТНУ, які переважно використовують як низькопотенційне джерело теплоти воду з температурою 4-40 °С при максимальній температурі теплоносія в робочому циклі 55- 70 °С [4].

Прикладом такої ТНУ може бути парокомпресійна установка, яка використовує скидне тепло вторинних енергоресурсів металургійних агрегатів. Джерелом низькопотенційного тепла є вода з температурою 30 °С існуючої на заводі прямоточної системи охолодження печей.

Система теплопостачання складається з теплового насоса тепловою потужністю 3 МВт із гвинтовим компресором, укомплектованого всім необхідним обладнанням; баків-акумуляторів теплової енергії для систем опалення та гарячого водопостачання; блоку регулювання, що включає систему захисту теплового насоса та автоматизації теплового режиму теплопостачання; системи водоводів, теплових мереж та ін.

Використання ТНУ є доцільним у теплофікаційних системах теплопостачання для збільшення електричного ККД ТЕЦ з урахуванням сезонної зміни теплового навантаження. Принципова схема використання ТНУ як мережного підігрівача нижнього ступеня представлена на рисунку 1.

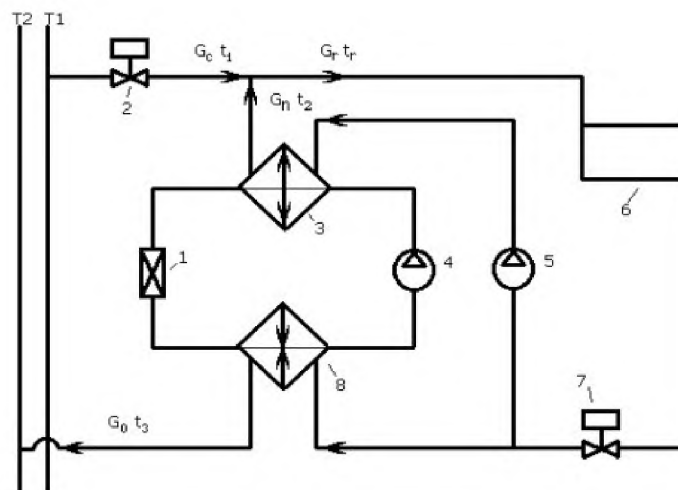


Рис. 1 – Принципова схема використання ТНУ як мережного підігрівача

ТНУ складається з конденсатора 1, компресора 2, випарника 3 і дроселя 5. Водяна пара, що відпрацювала в турбіні 4, надходить у випарник 3, де тепло конденсації пари сприймається робочим тілом теплового насоса. Потужність електродвигуна компресора 2 перетворюється в тепло, яке передається в

конденсаторі 1 мережній воді, що нагрівається разом з теплом відводиться в випарники при конденсації водяної пари. Мережевий підігрівач верхнього 6 ступеня, піковий водогрійний котел 7, тепловий споживач 8 і мережевий насос 9 є стандартними елементами теплофікаційної системи тепlopостачання [5].

Проведений енергетичний аналіз показав, що для робочого тіла R142 з температурою випаровування $T_{и}=298\text{K}$, температурою конденсації $T_{к}=278\text{K}$ та коефіцієнтом, що враховує ступінь досконалості термодинамічного циклу ТН, $\eta=0,8$ коефіцієнт перетворення ϕ становить 3,78.

Тепловий насос може працювати спільно з бінарною термодинамічною системою, що є газотурбінною установкою, надбудованою паросиловою частиною. Оскільки цикл теплового насоса менш ефективний, ніж цикл Карно, і в теплових насосах неминучі втрати внаслідок незворотності процесів в окремих елементах, практично досяжні значення коефіцієнта перетворення дещо менші за розрахункові. Проте в реальних теплових насосах його значення досягає 3-5 і вище, що свідчить на користь таких систем.

За допомогою ТНУ можна підвищити ефективність діючих систем централізованого тепlopостачання, знизивши питомі витрати мережної води на одиницю приєднаного навантаження. У цьому випадку ТНУ підключається до зворотних трубопроводів. На рис. 2 наведено схему приєднання теплоспоживчих систем до теплової мережі з установкою змішувального насоса та ТНУ на перемичці для підмішування охолодженої води.

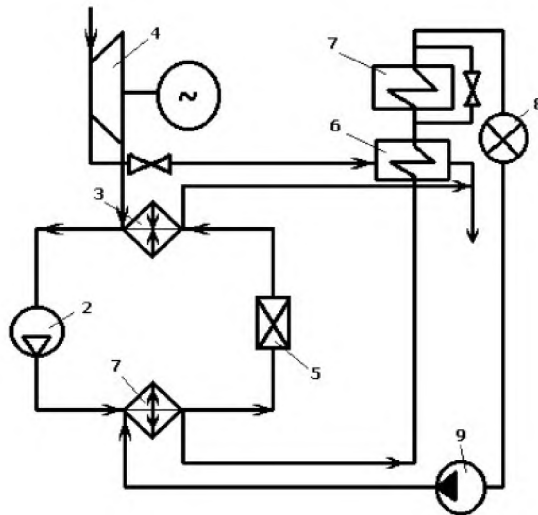


Рис. 2 – Теплова схема приєднання теплоспоживчих систем до теплової мережі з установкою змішувального насоса та ТНУ

Тепловий насос реалізований за класичною схемою. Джерелом низькопотенційного тепла, що відводиться у випарнику 8, є мережна вода, що охолоджується. Отриманий пар стискається в компресорі 4, в якому відбувається перетворення потужності електродвигуна в тепло, яке потім в конденсаторі 3 передається мережній воді, що нагрівається. Змішувальний насос 5 використовується замість елеватора. Для підтримки заданих параметрів теплоносія, що надходить до системи опалення, встановлені регулятори температури 2 та

витрати 7 (1 – дросель, 6 – опалювальний прилад) [6].

З урахуванням того, що коефіцієнт перетворення парокompресійного теплового насоса приймається більше ніж 3, проведений розрахунок показав, що витрата мережної води скоротиться в 1,47 рази.

При використанні ТНУ спільно з конденсаційними електростанціями (КЕС) відбувається утилізація теплоти пари КЕС, що відпрацювала. Мінімальний коефіцієнт перетворення такої системи становить 4,6.

Як приклад наведено установку для спільної роботи КЕС та теплового насоса, призначеного для регенеративного підігріву поживної води (рис. 3).

Джерелом низькопотенційної теплоти ТН є пар, що відпрацював у турбіні, теплота конденсації якого не викидається в навколишнє середовище, як у звичайній схемі, а використовується для підігріву поживної води. У схемі на рисунку потужність електродвигуна компресора 1 перетворюється в тепло, яке в конденсаторі 4 передається нагрівається поживній воді разом з теплом, що відводиться у випарнику 2 від відпрацьованого в турбіні пари при його конденсації.

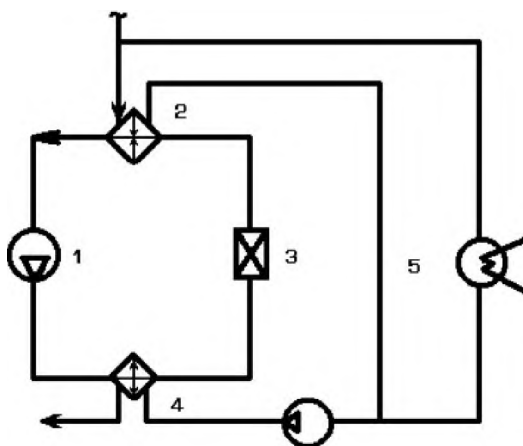


Рис. 3 – Теплова схема установки для спільної роботи КЕС та теплового насоса

Випробування підтвердили економічну доцільність утилізації тепла, що раніше скидалося, і поліпшення екологічної обстановки на прилеглих територіях за рахунок зниження навантаження на промислові котельні.

Завдяки такому конструктивному рішенню ексергетичний ККД конденсатора може бути підвищений на 3-6%, і, як наслідок, КД всієї установки збільшиться на 2-4%.

Таким чином, використання теплонасосних установок для утилізації вторинних енергетичних ресурсів є одним із найефективніших методів скорочення енергоспоживання, яке в даний час забезпечується в основному за рахунок спалювання органічного палива в установках різних потужностей та конструкцій. Парокompресійні ТНУ, які реалізують прогресивну енергозберігаючу технологію виробництва теплоти, дозволяють підняти на якісно новий рівень системи теплопостачання. Багато закордонних фахівців вважають, що ТНУ у найближчій перспективі займуть основне місце у низькотемпературних системах теплопостачання.

Література

1. Постол Ю.О., Закревський Д. Реалізація політики з енергозбереження. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів*: матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції за підсумками наукових досліджень 2018 року. Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.17-20.
2. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Енергоефективність та енергозбереження. Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукраїнської інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
3. Бурцева С.О., Клик А.В., Постол Ю.О. Використання низькопотенційної енергії ґрунтів як спосіб підвищення енергоефективності будівель. Матеріали II Міжнародна наук.-практ. інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 657-661.
4. Бурцева С.О., Постол Ю.О. Ефективність теплових насосів. Матеріали I Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції «Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 33-34.
5. Пат. 125727, Україна, МПК: F24D 1/00(2006.01). Рекуперативний опалювальний пристрій / Стручаєв М.І., Гричана А.В., Постол Ю.О.; заявник і патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – № у 2017 11925; заявл. 05.12.2017; опубл. 25.05.2018. Бюл. №10.
6. Пат. 137123, Україна, МПК (2006): F03D 9/00. Термоповітроенергетична установка утилізації теплих стоків/ Стручаєв М.І., Постол Ю.О., Вороновський І.Б., Лисенко О.В., Зенюхов І.О: заявник і патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – № у 2019 01695; заявл. 18.02.2019; опубл. 10.10.2019. Бюл. №19/2019.



PARTNERSHIP
WITHOUT BORDERS

Дана публікація підготовлена за фінансової підтримки Європейського Союзу. За її зміст несе відповідальність виключно Технічний університет Клуж-Напока Північний університетський центр Бая Марє (Румунія) разом з Івано-Франківським національним технічним університетом нафти і газу (Україна), і в жодному разі не може розглядатися як така, що відображає погляди Європейського Союзу.