

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
Одеський національний політехнічний університет  
Приазовський Державний Технічний Університет  
Львівський національний аграрний університет  
Сумський національний аграрний університет  
Лабораторія комплексних технологій

# Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії



*Матеріали*

*II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції  
5-25 квітня 2021 р.*

*Мелітополь  
2021*

Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Мелітополь, 05 - 25 квітня 2021 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, О. А. Єременко, І. П. Назаренко [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 114 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції за результатами досліджень щодо сучасних проблем інноваційного розвитку електричної інженерії.

Збірник тез є частиною науково-дослідної теми Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного «Розробка електротехнологічного комплексу очищення рослинних олій та продуктів їх переробки» (номер держреєстрації 0121U109979).

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить інноваційний розвиток електричної інженерії.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

**Редакційна колегія:** Кюрчев В. М. д.т.н., професор, член-кореспондент НААН України, ректор ТДАТУ; Єременко О. А. д.с-г.н., професор, проректор з наукової роботи; Назаренко І. П. д.т.н., професор ТДАТУ; Діордієв В. Т. д.т.н., проф., академік МААО ТДАТУ; Постол Ю. О. к.т.н., доцент ТДАТУ; Червінський Л. С. д.т.н., професор НУБіП; Яковлев В. Ф. к.т.н., професор СНАУ; Сиротюк С. В. к.т.н., доцент ЛНАУ, завідувач кафедри енергетики; Кесарійський О. Г. к.т.н, завідувач лабораторією лазерно-голографічних досліджень ТОВ «Лабораторія комплексних технологій»; Азархов О. Ю. д.м.н., професор ПДТУ, завідувач кафедри «Біомедична інженерія»; Шрам О. А. к.т.н., доцент НУЗП, завідувач кафедри «Електропостачання промислових підприємств»; Баласанян Г.А. д.т.н., професор ОНПУ, завідувач кафедри теплових електростанцій та енергозберігаючих технологій.

*Адреси для листування:*

**72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18**

**E-mail: [ettp.conference@gmail.com](mailto:ettp.conference@gmail.com)**

**Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/ettp/internet-konferencia/>**

© Колектив авторів, 2021

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

ТЕПЛОУТІЛІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ МІКРОКЛІМАТУ.....	47
КЛИМЧУК О. А., БОРОВИК А. О., ГРІГОР'ЄВ В. Ю., ГУСАК А. Г. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛО АКУМУЛЯТОРІВ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	48
КЛИМЧУК О. А., ЛУЖАНСЬКА Г. В. УЗГОДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ГЕНЕРАЦІЇ ТА СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ.....	49
СІЛІ І. І., АЗАРХОВ О. Ю. РОЗРАХУНОК УСЕРЕДНЕНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В РОСЛИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ КАРТОПЛІ.....	51
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, ЯКА ПЕРЕТВОРЮЄ СОНЯЧНЕ СВІТЛО НА ТЕПЛО І ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ.....	52
КЛИМЧУК О. А., РАДЧЕНКО М. В., ХУДЯК Е. В., ВАСИЛЬЧЕНКО О. І. ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	55
ПОПРЯДУХІН В. С. ВИЗНАЧЕННЯ БІОТРОПНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ТВАРИН.....	56
ДІДЕНКО О. В. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИЩЕННЯ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ.....	58
БОРОХОВ І. В., РЕПЕШКО В. С. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНІВАННЯ.....	60
ПОПРЯДУХІН В. С. ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА ШВИДКІСТЬ І СТУПІНЬ ПРОРОЩЕННЯ НАСІННЯ РОСЛИН.....	63
БОРОХОВ І. В., ЮЩЕНКО А. С., РЕПЕШКО В. С. ДО ПИТАННЯ ПО ОБҐРУНТУВАННЮ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ УЗ ХВИЛЬ В ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	65
БОРОХОВ І. В., РЕПЕШКО В. С., ВЛАСОЙ І. Д. ІНТЕНСИВІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЕМУЛЬГУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДІАПАЗОНУ.....	67
ПОПРЯДУХІН В. С. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ.....	70
ШКВИРЯ В. В., СТРУЧАЄВ М. І., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УСТІЛОК З ПІДГРІВОМ.....	72
ПОСТОЛ Ю. О., СТРУЧАЄВ М. І. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЦИКЛІ РЕНКІНА.....	74
СИРОТЮК С. В., КОРОБКА С. В., СИРОТЮК В. М. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОГО ДЗЕРКАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ.....	77

### СЕКЦІЯ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ



ЧУБИК Р. В. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІБРОМАШИН ІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ УПРАВЛІННЯМ.....	80
ЯКОВЛЄВ В. Ф. БЛОК КОРЕКЦІЇ ГЕНЕРАТОРА ПРЯМОКУТНИХ ІМПУЛЬСІВ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БІОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР.....	82
ЗУБКОВА К. В., БОРОДІН Є. В. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО РЕЛЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	84
KVITKA S., ZHARIKOVA A. IMPROVEMENT OF ENERGY AND DYNAMIC INDICATORS OF ELECTRIC DRIVES OF AGRICULTURAL MACHINES WITH HEAVY STARTING CONDITIONS.....	86
ЛУЖАНСЬКА Г. В., СЕРГЕЄВ Д. І., КОТЯШ Д. І., ЧЕБАН К. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ МЕТОДАМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	88

УДК 621.316

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЧНОМУ ЦИКЛІ РЕНКІНА

Постол Ю. О., к.т.н.

e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Стручаєв М. І., к.т.н.

e-mail: mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Актуальність та постановка проблеми.** Актуальність даного напрямку обґрунтовується найважливішим напрямком Енергетичної програми - енергозбереження у всіх галузях промисловості. По-перше, енергозбереження [1] передбачає впровадження нових технологічних процесів, в основі яких закладена менша енергоемність по порівняно з існуючими технологіями. По-друге, використання низькопотенційної енергії, яка на сучасному рівні розвитку енергетики ще мало застосовується, що призводить до зниження коефіцієнта використання теплоти згорання палива в різних технологіях, заснованих на застосуванні органічного палива як джерела теплової енергії.

**Основні матеріали дослідження.** Використання низькопотенційної енергії як фактор енергозбереження - одне з народногосподарських завдань. Основні напрямки енергозбереження: використання низькопотенційної енергії; створення енергетичних установок на місцевих видах палива; підвищення коефіцієнта використання теплоти палива при забезпеченні тепловою енергією ЖКГ країни [2]. Внаслідок збільшення вартості електроенергії вигідним є використання низькопотенційної теплоти. Цю теплоту можна застосовувати для опалення [3], отримання холоду (наприклад, в абсорбційних холодильних машинах) або механічної роботи (наприклад, в циклі Ренкіна або Стірлінга) з подальшою електрогенерацією. Для утилізації теплоти краще використовувати цикл Ренкіна, бо цикл Стірлінга вимагає великих капітальних витрат та дорогі робочі тіла.

Використання циклу Ренкіна можливе не тільки для електрогенерації але і для когенерації, тобто для одночасного вироблення електричної і теплової енергії та навіть тригенерації: вироблення електричної, теплової енергії і холоду. До особливостей циклу Ренкіна можна віднести те, що підключення турбогенератора є оптимальним рішенням у тих випадках, коли пріоритет віддається виробленню електроенергії [4], а теплота від когенерації використовується в меншій мірі.

Особливістю, яка вигідно відрізняє цикл Ренкіна від інших термодинамічних циклів є те, що в ньому використовується кипіння рідини, а значить ентальпія робочого тіла при фазовому переході рідина - пар в кілька разів вище, ніж теплоємність газу при звичайному теплообміні тобто, при одному і тому ж рівні температури кількість теплоти, що підводиться до одного кілограму киплячого агента, буде значно більше, що знизить його витрату.

При використанні низькопотенційної теплоти для реалізації циклу Ренкіна необхідно підібрати робоче тіло з низькою температурою кипіння, як і у теплових насосах [5]. До таких робочих тіл відносяться **вуглеводні** бензин, пентан, ізопентан, бутан, пропан, а також хладони R-11, R-113, R-123, аміак, толуол і таке інше. Цикл Ренкіна, в якому в якості робочого тіла використовуються **вуглеводні** (тобто органічні сполуки) або хладони, отримав назву «органічний цикл Ренкіна» (organic Rankine cycle - ORC).

При виборі робочих тіл для органічного циклу Ренкіна треба враховувати ряд вимог: дешевизна, хороші теплофізичні властивості, вони повинні бути безпечні і екологічно чисті.

Принцип роботи установки, яка реалізує органічний цикл Ренкіна ілюструє схема приведена на рис. 1.

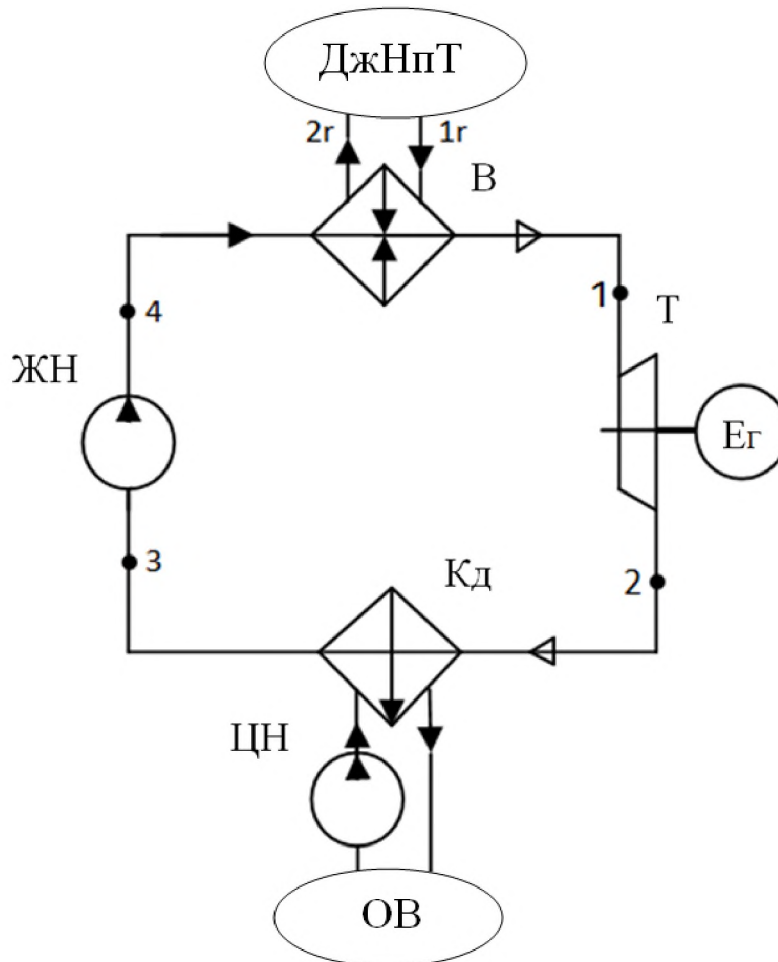


Рисунок 1. Принципова схема установки, яка реалізує органічний цикл Ренкіна: ДжНпТ – джерело низькопотенційної теплоти; В – випарник; Т - турбіна; Ег – електрогенератор; Кд - конденсатор; ОВ - охолоджуюча вода; ЦН - циркуляційний насос охолоджуючої води; ЖН - живильний насос

Теплота джерела низькопотенційної теплоти (ДжНпТ) використовується для випаровування робочого тіла у випарнику В. Далі робоче тіло у стані пари надходить у турбіну Т (або у турбодетандер ТД), де тиск пари знижується і вона виконує механічну роботу приводячи в дію електрогенератор Ег. Після турбіни Т, або турбодетандера ТД робоче тіло надходить у конденсатор Кд, де відбувається конденсація пари за рахунок відведення теплової енергії охолоджуючою водою ОВ, яку переміщує циркуляційний насос охолоджуючої води ЦН. Конденсат робочого тіла в рідкому стані нагнітається живильним насосом ЖН назад у випарник В. Далі цикл повторюється.

Головна перевага органічного циклу Ренкіна, тобто циклу Ренкіна в якому в якості робочого тіла використовують низкокипячі органічні сполуки, це можливість його адаптації до різних джерел теплової енергії. За рахунок підбору робочих тіл з необхідними параметрами його можна використовувати в широкому діапазоні температур і тисків, пристосовуючи його до параметрів джерела низькопотенційної теплоти (ДжНпТ).

Останнім часом, в першу чергу в Європі, велику увагу приділяють впровадженню ТЕС з органічним циклом Ренкіна надходження теплоти в які забезпечується за рахунок спалювання біомаси: відходів деревини, сільського господарства, наприклад соломи, і ін., а також органічного сміття.

Одним з перспективних варіантів практичного використання енергії Сонця для виробництва електроенергії є сонячні ТЕС з органічним циклом Ренкіна, що мають певні переваги в порівнянні з фотоелектричними установками. Так вони комплектуються більш

простими сонячними концентраторами і системою трансформації електричного струму до необхідних параметрів; включення в схему акумулятора теплоти забезпечує цілодобове функціонування станції (вночі за рахунок теплоти, запасеної днем).

Впровадження на водогрійних котельнях бутанового контуру дозволяє створити когенерацію - одночасне вироблення теплової та електричної енергії. Залежно від споживача міні-ТЕЦ може перемикатися між режимами вироблення як в сторону електроенергії, так і в бік тепла за рахунок зміни витрати води на випарник бутану і подачу тепломережі.

**Висновки.** Застосування органічного циклу Ренкіна дозволяє використовувати низькопотенційну теплову енергію джерел з відносно невисокою температурою. Забезпечує належну утилізацію низькопотенційної теплової енергії, сприяє підвищенню енергоефективності та енергозбереження підприємств.

#### Список використаних джерел

1. Трикоз В. Галавур М., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Енергоефективність та енергозбереження. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.
2. Бурцева С. О., Клик А. В., Постол Ю. О. Використання низькопотенційної енергії ґрунтів як спосіб підвищення енергоефективності будівель. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 657-661.
3. Носань С. В., Постол Ю. О., Ковальов О. В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.
4. Чернецький В. А., Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Питання енергозбереження в освітленні. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.
5. Бурцева С. О., Постол Ю. О. Ефективність теплових насосів. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*. матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 33-34.