

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

Постол Ю.О., к.т.н.

email: yuliapostol111@gmail.com

Стручаєв М.І., к.т.н.

email: 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.

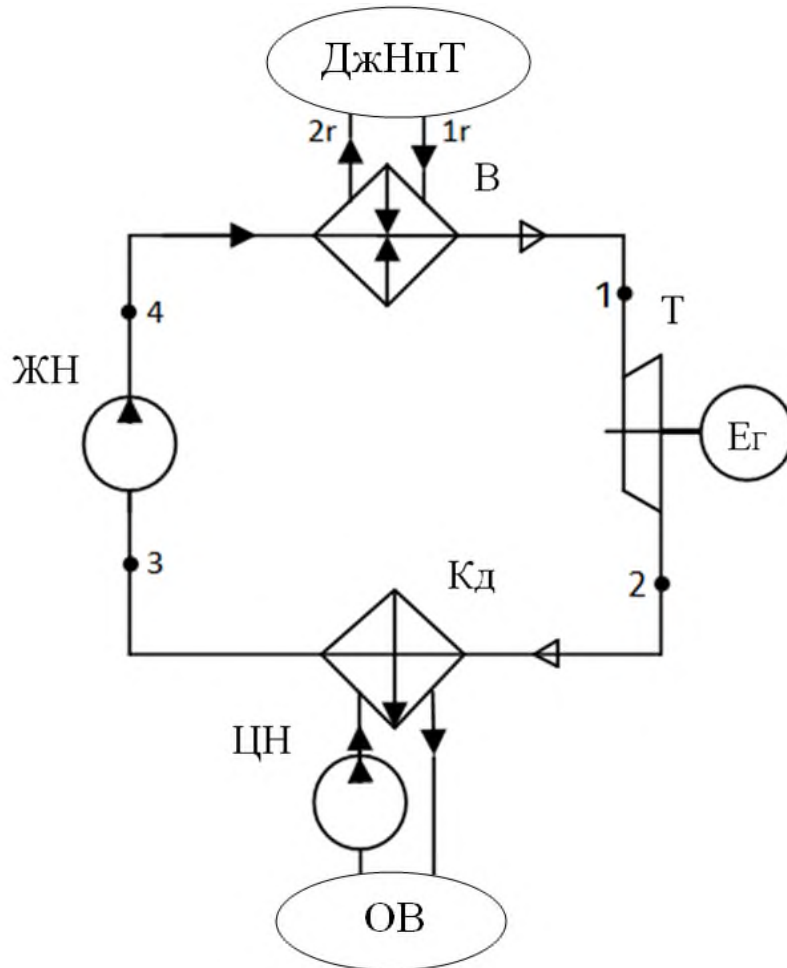


Рисунок 1. Принципова схема установки, яка реалізує органічний цикл Ренкіна: ДжНпТ – джерело низькопотенційної теплоти; В – випарник; Т - турбіна; Ег – електрогенератор; Кд - конденсатор; ОВ - охолоджуюча вода; ЦН - циркуляційний насос охолоджуючої води; ЖН - живильний насос

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.

Висновок. 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. Енергоефективність та енергозбереження. / Трикоз В. Галавур М., Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали I Всеукраїнської інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11751/1/ТРИКОЗ>

2. 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.

3. Носань С.В., Постол Ю.О., Ковальов О.В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. Матеріали II Міжнародна наук.-практ. інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.

4. Чернецький В.А., Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Питання енергозбереження в освітленні. Матеріали I Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції «Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.

5. 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.