

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

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

© Колектив авторів, 2021

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ І ПЕРЕТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ



ЩЕРБАКОВ С. В., СТРУЧАЄВ М. І., ПОСТОЛ Ю. О. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	6
ОБЛЕЩЕНКО А. Д., ПОСТОЛ Ю. О. ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ.....	8
БІЛЯЄВА А. С., ПОСТОЛ Ю. О. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ.....	10
ПЄРОВА Н. П. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	12
КРЕСТОВ В., СТРУЧАЄВ М. І. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ПРИСТРІЙ КОНДЕНСАЦІЇ АТМОСФЕРНОЇ ВОЛОГИ.....	13
БРАТКОВСЬКА К. О. АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	16
КЕСАРІЙСЬКИЙ О. Г., ПОСТОЛ Ю. О. ЛАЗЕРНО-ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	18
ЩЕРБАКОВ С. В., ПОПОВА І. О. ОБГРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ПРЕСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ МАКАРОННОГО ПРЕСУ ЗА ТЕХНІЧНИМИ ДАННИМИ.....	20
САВОЙСЬКИЙ О. Ю. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ СУШІННЯ.....	22
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. НОВИЙ МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ СВІТЛА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ.....	24
НЕМИКІНА О. В., МУХОМЕДЬЯРОВА В. В. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЛАМП У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЕЛЕКТРОВОЗОРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ.....	26

СЕКЦІЯ 2. ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ



СОМОВА А. С., КУШЛИК Р. В. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЬНОГО ДЛЯ ДИЗЕЛІВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ	28
КУШЛИК Р. В., КУШЛИК Р. Р., СТРУЧАЄВ М. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ В'ЯЗКОСТІ БІОПАЛЬНОГО ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ.....	30
БІЛЯЄВА А. С., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТІВ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МОРОЗИВА.....	32
ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. НОВА КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗБИРАЄ ТА ВИКОРИСТОВУЄ ТЕПЛОВУ СОНЯЧНУ ЕНЕРГІЮ.....	35
НІКУЛЬЧА М. В., СТРУЧАЄВ М. І., ПОСТОЛ Ю. О. ЕФЕКТИВНІСТЬ АБСОРБЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ НАКОПИЧЕННЯ ВОЛОГИ.....	37
КУШЛИК Р. В., КУШЛИК Р. Р. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	39
ОБЛЕЩЕНКО А. Д., ГУЛЕВСЬКИЙ В. Б. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПІВ ВОДОНАГРІВАЧІВ.....	41
КУШЛИК Р. Р., КУШЛИК Р. В. АНАЛІЗ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ МАГНІОСТРИКЦІЙНОЇ КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	43
ДІДЕНКО О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ В РИЦИНОВІЙ ОЛІЇ З РІЗНИМ ПИТОМИМ ОПОРОМ ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ.....	45
ЛУЖАНСЬКА Г. В., ЛЯШЕНКО В. І., КЛИМЧУК Ш. О., КУШНІРУК В. В. ВДОСКОНАЛЕННЯ	

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., СЕРГЄЄВ Д. І., КОТЯШ Д. І., ЧЕБАН К. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ МЕТОДАМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	88

ВДОВІН Б. В., ПОСТОЛ Ю. О. ДЕТЕКТОР ПОЛОЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ.....	90
КОВАЛЬ С. Д., ПОСТОЛ Ю. О. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ	92

СЕКЦІЯ 4. ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ



СТЬОПІН Ю. О. ПИТАННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	93
СТЬОПІН Ю. О. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З КОНЦЕНТРАТОРОМ СОНЯЧНОГО СВІТЛА.....	94
ГЛАЗИРІН І. М., ПОСТОЛ Ю. О. ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	96
СІЛІ І. І. ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ДОМАШНЬОГО СТАЦІОНАРНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІТРОГЕНЕРАТОРА.....	98
ІКОННИКОВ В. Л., НАЗАРЕНКО І. П. ВИРОБНИЦТВО ПОНОВЛЮВАЛЬНОГО ПАЛИВА (ВОДНЮ) МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОЛІЗУ.....	101
ЩЕРБАКОВ С. В., ПОСТОЛ Ю. О., СТРУЧАЄВ М. І. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ.....	103
ІКОННИКОВ В. Л., НАЗАРЕНКО І. П. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПАЛИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ.....	106
ДАНИЛЕВСЬКИЙ Б., КУШЛИК Р. Р. ВИРОБНИЦТВО ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	108
СИРОТЮК С. В., СИРОТЮК В. М., КОРОБКА С. В., ЧИЖЕВСЬКИЙ Н. В., ВІЗНИЙ В. М. ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....	110
СИРОТЮК С. В., СИРОТЮК В. М., ЧИЖЕВСЬКИЙ Н. В., ЦАРЮК С. В., ВІЗНИЙ В. М. ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОПАТЕЙ ТА РОТОРІВ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК.....	112

УДК 628.8:621.311

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ**Щербаков С. В., студент****Постол Ю. О., к.т.н.****Стручаєв М. І., к. т. н.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного***e-mail:** serjik347555@gmail.com;**e-mail:** yulia.postol@tsatu.edu.ua;**e-mail:** mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

Актуальність та постановка проблеми. В даний час тарифи на теплову і електричну енергію постійно підвищуються. Це пояснюється існуючими способами їх генерації і недостатнім виробництвом палива з місцевої сировини. Одним з варіантів зниження витрат на опалення є перехід на автономні котельні і розвиток відновлюваної енергетики. У структурі споживання теплової енергії сільської місцевості домінує опалення будівель. На це доводиться до трьох чвертей всього споживання тепла. В окремих населених пунктах ця частка може досягати 85%, де питома витрата теплової енергії на опалення житлового фонду досягає 0,25-0,90 Гкал / м² на рік при середньому значенні 0,18 Гкал / м² на рік. Необхідно робити капітальний ремонт і термомодернізацію наявного фонду будівель, встановлення приладів обліку тепла у споживачів. У програмах з підвищення ефективності теплопостачання реалізуються проекти з модернізації котельень, перекладки теплових мереж на попередньо ізольовані труби, по установці індивідуальних теплових пунктів в багатоквартирних будинках і будівлях соціальної сфери, по утепленню житлових будинків, оснащенню по-будинковими і квартирними приладами обліку [1].

Основні матеріали дослідження. Підвищення енергоефективності це завдання зниження споживання тепла та ліквідації його дефіциту. За рахунок заходів по підвищенню ефективності використання теплової енергії і зниження теплових втрат можна забезпечити необхідні параметри системи теплопостачання [2] та відмовитися від необхідності використовувати електрообігрівачі. Тут треба відмітити, що при високій ефективності самих електрообігрівачів (їх ККД звичайно понад 90%), ККД електростанцій не перевищує 36%, тому застосовувати електрообігрівачі можна тільки в спеціальних випадках. Автономні котельні для теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства на сучасному етапі можуть розглядатися як найбільш раціональне інженерне рішення [3], що забезпечує централізовану подачу теплової енергії при відсутності додаткового споживання електричної.

Використовуючи когенерацію на котельнях можна підвищити енергоефективність за рахунок перетворення частини теплової енергії в електричну, яка покриє як власні потреби котла та котельні, так і потреби в електроенергії всієї системи опалення [4]. Для отримання з теплової енергії електричну існує п'ять технологій: 1 - двигуни Стірлінга; 2 - мікроцикл Ренкіна; 3 - цикл Каліни; 4 - термоелектричні перетворювачі; 5 - органічний цикл Ренкіна.

Двигун Стірлінга має високу ефективність і знайшов своє застосування при температурах 650-800 °С і вище, але при температурі мережної води 95 °С його не застосовують. Мікроцикл Ренкіна ефективний тільки для спільного вироблення тепла і електрики, що не вимагається в даному випадку. Цикл Каліни для температури парів аміаку перед турбіною 90 °С, тиску 25 бар, ступеня сухості 0,8 має електричний ККД 8,7%. Термоелектричні перетворювачі мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Органічний цикл Ренкіна. Відмінністю органічного циклу Ренкіна від звичайного циклу Ренкіна є те, що робочим тілом є не вода, а органічні сполуки (наприклад фреон) з більш низькою температурою кипіння [5], в порівнянні з водою. Схема котельні з використанням циклу Ренкіна представлена на рис. 1.

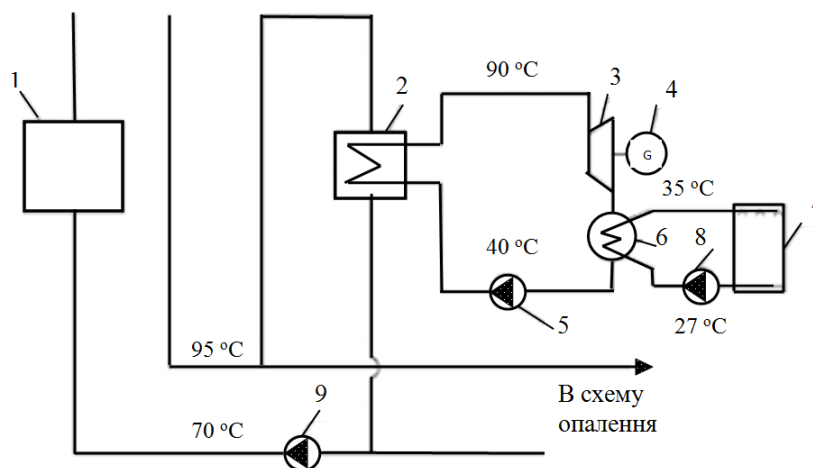


Рисунок 1. Схема котельні з використанням органічного циклу Ренкіна: 1 - котел; 2 - випарник; 3 - турбіна; 4 - електрогенератор; 5 - живильний насос; 6 - конденсатор; 7 – градирня; 8 - циркуляційний насос; 9 – насос системи опалення

Для температур джерела теплоти 91-149 °С в якості робочого тіла рекомендується приймати фреон R245fa завдяки його добрим термодинамічним властивостям. Для котельні з використанням органічного циклу Ренкіна на фреоні R245fa можливий електричний ККД 10,2%. Фреон R245fa можна замінити на фреон з подібними властивостями R142b.

Двигуни Стірлінга мають ефективність до 30 %, але для цього необхідна температура джерела теплоти 650-850 °С. Мікроцикл Ренкіна потребує ще вищі температури джерела теплоти 750-950 °С. Термоелектричні перетворювачі, як вже відзначалось, мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Проведемо порівняння можливостей реалізації двох з існуючих п'яти технологій підвищення енергоефективності систем опалення. Найбільш важливі технічні та економічні параметри органічного циклу Ренкіна та циклу Каліни представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння технологій підвищення енергоефективності систем опалення

Параметри	Органічний цикл Ренкіна	Цикл Каліни
Робоче тіло	R142b	Водо-аміачна суміш
Тиск робочого тіла, МПа	P=1,0	P=2,5
Температура робочого тіла, °С	T=90	T=90
Використане тепло, кВт	98	115
Потужність, кВт	10	10
Відпущена теплова потужність, МВт	2,902	2,885
Електричний ККД, %	10,2	8,7
Собівартість виробленої електроенергії, грн./(кВт*ч)	1,1376	1,2895
Капітальні вкладення, млн.грн.	0,660	0,750
Витрати, млн. грн./рік	0,887	1,006
Термін окупності, років	2	3

З таблиці видно, що серед технологій підвищення енергоефективності систем опалення

найбільш вигідною є органічний цикл Ренкіна. Термін його окупності складає 2 роки.

Установки, які працюють на органічному циклі Ренкіна малої потужності діляться на: дуже малі (менше 10 кВт) та середньо малі (10-100 кВт). В органічному циклі Ренкіна дуже малої потужності використовуються турбіни спірального і гвинтового типу. В органічному циклі Ренкіна середньо малої потужності використовуються турбіни осьового типу.

Висновки. Впровадження автономних котелень на базі твердопаливних котлів і надбудовою установкою, працюючої за органічним циклом Ренкіна, дозволить:

- 1) будівництво котелень незалежно від розміщення ліній електропередачі;
- 2) створити альтернативу дизельним електростанціям для отримання електроенергії в сільських районах шляхом комбінованого виробництва теплової і електричної енергії на автономних котельнях;
- 3) стимулювати впровадження відновлюваної енергетики в комбінації з автономними котельнями для великих населених пунктів;
- 4) стимулювати виробництво паливних пеллет та брикетів з відходів сільськогосподарського виробництва, а саме з лузги соняшника, соломи і таке інше;
- 5) підвищити енергоефективність систем опалення за рахунок впровадження когенерації виробництва теплової та електричної енергії;
- 6) стимулювати розвиток технології з використанням органічного циклу Ренкіна;
- 7) розвивати турбобудування дуже малої (менше 10 кВт) та середньо малої потужності (10-100 кВт).

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. 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.
3. Котельні установки в сільському господарстві / Л. І. Грачова, М. І. Стручаєв, С. О. Кислий, О. П. Вербицький. Київ: Урожай, 1991. 167 с.
4. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 28-29.
5. Ялпачик В. Ф., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 1. С. 3-8.