

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної

конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Замісники:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: Тітлов О.С., завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології / Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

ББК 31:20.1

ISBN 978-966-930-137-6

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

СЕКЦІЯ 1:

**НЕТРАДИЦІЙНІ І ПОНОВЛЮВАНІ
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**

**ТЕПЛОВІ НАСОСИ ТА ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧІ
ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ І АГРЕГАТИ**

Для цього всі агрегати обладнуються рекуперативними або регенеративними теплообмінними апаратами. Температура димових газів за ними дорівнює 400 – 500 °С, основними втратами тут є втрати з теплою газів, що йдуть, та через огороження. Для більш глибокого використання теплоти продуктів згоряння застосовуються багатоступінчасті утилізаційні схеми, що включають в себе додатково рекуперативні теплообмінники, водяні економайзери, котли-утилізатори, підігрівачі шихти. Але незважаючи на це, рівень температури газів перед димарем складає 200 – 300 °С. Тобто існує значний енергетичний потенціал, який можна використати шляхом впровадження додаткових енергозберігаючих заходів. Це вимагає розробки компактних і ефективних теплообмінників-теплоутилізаторів з урахуванням особливостей роботи основного агрегату – скловарної печі.

Як відомо, одними з найбільш ефективних теплообмінників для утилізаційних систем при такому рівні температур є пластинчасті теплообмінні апарати із сітчасто-поточною формою гофр. Ці апарати відрізняються високою ефективністю теплообміну, їхні габарити й питома витрата металу набагато менше, ніж у традиційних апаратах трубчастої конструкції. Дані обставини дають можливість запропонувати теплообмінники даного типу для утилізації потоків димових газів низького температурного рівня. Умовам експлуатації в утилізаційних системах скловарних печей при наявності слабкозапиленого газового потоку найбільш відповідають пластини з синусоїдальною формою перетину бічної стінки. В даній конструкції передбачено можливість формування каналів, призначених для охолодження газів, що відходять (більші об'єми теплоносіїв і малі втрати тиску) із площею поперечного (прохідного) перетину значно більшою, ніж необхідно для рідких середовищ. З комбінацій спеціальних і базових пластин можливо формувати оптимальні порожнини різних прохідних перетинів (для відповідних середовищ, що обмінюються теплою). Така комбінація гофрування пластин дозволяє спроектувати досить ефективний теплообмінник у повній відповідності із заданими параметрами та технічними вимогами.

Для одержання каналу з поверхнею складної форми (сітчасто-потокового типу) дві пластини зварюють між собою. Зварювання проводиться по колекторних отворах і по зовнішньому контуру. Пластини під зварювання збирають таким чином, щоб вершини гофр, контактуючи між собою, утворювали безліч точок взаємного обпирання пластин при їх накладанні, що необхідно для забезпечення заданої твердості форм проточних порожнин і міцності всієї конструкції утилізатора. Дві секції (чотири пластини) зварюються по зовнішньому контуру. Для набору сумарної поверхні збирають блок із двох пакетів пластин, встановлених паралельно. Пакети пластин розміщують у сталевому корпусі, окантованому прокатом.

Застосування таких уніфікованих пластинчастих блоків дає можливість ефективно використовувати теплообмінники даної конструкції для підігріву води на технологічні потреби або при генерації водяної пари в багатоступінчастих системах утилізації теплоти скловарного виробництва.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Остапенко О. П., канд. техн. наук, доцент
Вінницький національний технічний університет**

В дослідженні проаналізовано енергоефективність систем енергозабезпечення (СЕ) на основі комбінованих парокompресійних когенераційно-теплонасосних установок (КТНУ) та пікових джерел теплоти (ПДТ) в порівнянні з альтернативними джерелами теплозабезпечення. Схеми СЕ на основі КТНУ та ПДТ наведені в [1-2]. Здійснено аналіз енергоефективності системи «Джерело приводної енергії КТНУ – СЕ на основі КТНУ та ПДТ – споживач теплоти від СЕ» з метою визначення ефективних режимів роботи СЕ, в порівнянні з альтернативними джерелами теплозабезпечення. В [3] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергоефективності СЕ на основі КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергоефективності:

$$K_{CE} = (1 - \beta) \cdot K_{ПДТ} + \beta \cdot K_{КТНУ}, \quad (1)$$

де β – частка навантаження (теплової потужності) КТНУ у складі СЕ з [4-7]; $K_{ПДТ}$ – безрозмірний критерій енергоефективності пікового джерела теплоти у складі СЕ (водогрійного паливного котла (ПК), електрокотла (ЕК), сонячних колекторів тощо) з [8-9]; $K_{КТНУ}$ – безрозмірний критерій енергоефективності

комбінованих КТНУ у складі СЕ з [3, 8-9].

Безрозмірний критерій енергоефективності альтернативних джерел теплозабезпечення, на основі дослідження [3], визначається:

– для електрокотла у випадку споживання електричної енергії з енергосистеми:

$$K_{EK}^a = \eta_{EC} \cdot \eta_{ЛЕП} \cdot \eta_{ЕК}, \quad (2)$$

де η_{EC} – усереднене значення ККД електростанцій в Україні або альтернативних джерел електричної енергії з дослідження [8], $\eta_{ЛЕП}$ – ККД розподільчих електричних мереж в Україні з [8], $\eta_{ЕК}$ – ККД електричного котла (електричної котельні);

– для паливного котла:

$$K_{ПК}^a = Q_{ПК} / Q_n = \eta_{ПК}, \quad (3)$$

де $Q_{ПК}$ – теплова потужність водогрійного паливного котла, Q_n – потужність, витрачена для вироблення теплової енергії від спалювання палива в котлі, $\eta_{ПК}$ – ККД водогрійного паливного котла або паливної котельної;

– для випадків використання альтернативних джерел теплоти (наприклад, сонячних колекторів), значення безрозмірного критерію енергоефективності альтернативного джерела теплоти (АДТ) $K_{АДТ}^a$ дорівнюватиме ККД альтернативного джерела теплоти $\eta_{АДТ}$ або ККД додаткової системи з альтернативним джерелом теплоти $\eta_{АДТ}^c$.

В [3] визначено, що значення безрозмірного показника енергоефективності альтернативних варіантів джерел теплозабезпечення становлять: $K_{EK}^a = 0,302 \dots 0,318$ для електрокотла у разі використання електроенергії з енергосистеми; $K_{ПК}^a = 0,8 \dots 0,9$ для паливного котла; для джерел теплозабезпечення на основі сонячних колекторів, в залежності від обраного ПДТ, значення показника $K_{АДТ}^a$ буде нижчим, ніж для електричних чи паливних котлів.

Дослідження енергоефективності СЕ проведено для режимів енергоефективної роботи КТНУ з $K_{КТНУ} = 1,1 \dots 2,1$ за умови зміни частки навантаження КТНУ в діапазоні $\beta = 0,1 \dots 1,0$. Для СЕ з КТНУ малої потужності, зі споживанням електроенергії піковим електрокотлом з енергосистеми України, значення комплексного критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{СЕ} = 0,396 \dots 1,92$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{СЕ} = 2,1$ за умови $\beta = 1$. Для СЕ з КТНУ малої потужності, зі споживанням електроенергії піковим електрокотлом від КТНУ, значення критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{СЕ} = 0,31 \dots 1,92$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{СЕ} = 1,6 \dots 2,1$ за умови $\beta = 1$. Для СЕ з КТНУ великої потужності та піковим паливним котлом значення безрозмірного критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{СЕ} = 0,83 \dots 1,98$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{СЕ} = 2,1$ за умови $\beta = 1$.

Висновки

Визначено, що для випадків $K_{КТНУ} > 1$ та $K_{СЕ} > K^a$, запропоновані СЕ на основі КТНУ та ПДТ можуть бути рекомендовані як вискоефективні системи енергозабезпечення, оскільки їх енергоефективність значно перевищує енергоефективність сучасних вискоефективних електричних та паливних котлів та джерел теплозабезпечення на основі сонячних колекторів. За умов $K_{КТНУ} > 1$ та $K_{СЕ} > \eta_{ПК}$ (або $K_{СЕ} > \eta_{ЕК}$, $K_{СЕ} > \eta_{АДТ}$, $K_{СЕ} > \eta_{АДТ}^c$) [3] за результатами досліджень [3] визначаються області енергоефективної роботи зазначених СЕ з КТНУ та ПДТ. Досліджені СЕ можуть бути рекомендовані як вискоефективні системи енергозабезпечення, оскільки їх ефективність більш, ніж в два рази перевищує енергоефективність сучасних вискоефективних електричних та паливних котлів.

Література

1. Ткаченко С. Й. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах тепlopостачання. Монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2009. – 176 с.
2. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.
3. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок та пікових джерел теплоти [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/462/460>.
4. Остапенко О. П. Комплексна оцінка енергетичної ефективності парокомпресійних теплонасосних станцій з когенераційним приводом [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 3. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/2/2>.
5. Остапенко О. П. Методичні основи комплексного оцінювання енергетичної ефективності парокомпресійних теплонасосних станцій з електричним та когенераційним приводом / О. П. Остапенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2015. – Вип. 47. – Т. 2. – С. 157 – 162.
6. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph / O. P. Ostapenko. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 64 p.
7. Остапенко О. П. Енергоефективність систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками та піковими джерелами теплоти в системах тепlopостачання [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – №2. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/472/470>.
8. Остапенко О. П. Енергетична ефективність парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/421/419>.
9. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/454/452>.

НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

Остапенко О. П., канд. техн. наук, доцент
Вінницький національний технічний університет

Розроблено наукові основи та запропонований підхід із оцінювання енергоефективності систем енергозабезпечення (СЕ) на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок (КТНУ) та пікових джерел теплоти (ПДТ) з метою визначення областей енергоефективної роботи та енергоефективних режимів роботи СЕ з КТНУ та ПДТ з урахуванням комплексного впливу змінних режимів роботи СЕ з різними варіантами ПДТ та джерелами приводної енергії для КТНУ різних рівнів потужності, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Зважаючи на актуальність поставленого питання, нами за останні роки проведено низку досліджень із визначення енергоефективності СЕ на основі комбінованих КТНУ в теплових схемах джерел енергопостачання [1-6]. В дослідженнях [2-6] здійснено аналіз енергоефективності СЕ з КТНУ та ПДТ. Зазначені СЕ можуть повністю або частково забезпечувати власні потреби в електричній енергії та забезпечувати потреби опалення та гарячого водопостачання споживачів. Схеми СЕ на основі КТНУ та ПДТ наведені в роботах [7-8].

В дослідженнях [2-6] здійснено аналіз енергоефективності системи «Джерело приводної енергії КТНУ – СЕ з КТНУ та ПДТ – споживач теплоти від СЕ» на прикладі СЕ з парокомпресійними КТНУ та ПДТ. З метою визначення енергоефективних режимів роботи та схем СЕ на основі КТНУ та ПДТ, в дослідженнях [1-6, 9-10] проаналізовано та враховано втрати енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії в КТНУ та ПДТ. В роботах [2-6] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергетичної ефективності СЕ з КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергетичної ефективності. Дослідження проведено для режимів енергоефективної роботи КТНУ зі значеннями

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії теплові насоси та тепловикористовуючі холодильні машини і агрегати	3
СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ГРУНТОВОГО КОЛЕКТОРА <i>Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К.</i>	4
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ, ЩО ВМІЩУЮТЬ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ (ПЕТФ) <i>Клименко В.В., Кравченко В. І., Личук М.В., Солдатенко В.П.</i>	7
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ <i>Стоянов П.Ф., Лагутин А.Е.</i>	9
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ <i>Кошельнік О.В.</i>	11
СИСТЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ <i>Кошельнік О.В., Долобовська О.В.</i>	12
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ <i>Остапенко О. П.</i>	13
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК <i>Остапенко О. П.</i>	15
ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ПОДОГРЕВА МАЗУТА <i>Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф.</i>	17

СЕКЦІЯ 2

Процеси тепломасообміну і тепломасообмінні апарати. Нанотехнології в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні. Теплофізичні властивості теплоносіїв і робочих тіл	19
СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ <i>Бутовский Е. Д., Козут В. Е., Бушманов В. М., Хмельнюк М. Г.</i>	20
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ТРУБЧАТОМУ УТИЛІЗАТОРІ ТЕПЛОТИ ГАЗІВ, ЩО ВІДХОДЯТЬ З ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Ганжа А. М., Засць О. М.</i>	22
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛЬНИХ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛООБМІНУ <i>Ганжа А. М., Марченко Н. А., Підкопай В. М.</i>	24
КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ МИКРОВОЛНОВОГО ЭКСТРАКТОРА <i>Георгиев Е.В.</i>	26
ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС У КОНВЕКТИВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОМІРКАХ З ПАРАБОЛІЧНИМ ПРОФІЛЕМ ДНА І ТВЕРДИМИ ГРАНИЧНИМИ УМОВАМИ <i>Іванюк М. І., Андрєєва О. Л., Кулик О. П.</i>	28
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ <i>Колесниченко Н.А., Волгушева Н. В., Бошкова И.Л.</i>	30
ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАСООБМЕНА МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ГТД <i>Михайленко Т. П., Петухов И.И., Лисица А. Ю., Немченко Д. А., Дуаиссия Омар Хадж Аисса</i>	33

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

**XVI Всеукраїнської
науково-технічної конференції**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса

Підписано до друку 28.09.2016 р.
Формат 60x84/8. Папір Офс.
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011