



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. ТЕПЛОВІ НАСОСИ		стр.
60.	АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦИКЛІВ ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ Арсеньев В.М., Мелейчук С.С., Проценко М.І.	142
61.	СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГЕНЕРАТОРА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ Георгієш К.В.	144
62.	ОЦІНКА ОБСЯГІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ Басок Б.І., Дубовський С.В.	146
63.	ДО ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КИПІННІ ВОДИ НА ПОРИСТИХ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХНЯХ Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Шаповал І.О.	149
64.	ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ Басок Б.І., Кравченко В.П., Веремійчук Ю.А.	152
65.	ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ ТРИГЕНЕРАЦИИ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Л.И. Морозюк, С.В. Гайдук, Б.Г. Грудка	153
66.	ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК Л. И Морозюк, В. В. Соколовская, А. В. Мошкатюк	155
67.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРОКОМПРЕСІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ НА ОСНОВІ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ І ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ Петраш В.Д., Полунін Ю.М., Висоцька М.В.	157
68.	EXTENDING MAISOSENKO CYCLE APPLICATIONS THROUGH A NEW MATERIAL Levchenko D.A., Yurko I.V.	160
69.	ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ Ярошенко В.М., Подмазко О.С.	162
70.	RADIATIVE COOLING METHOD IN THE AIR CONDITIONING SYSTEM Tsoy A.P.; Tsoy D.A.	165
71.	ТРАНСКРИТИЧНІ ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ У СИСТЕМАХ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ Петренко О.В., Семенюк Д.П.	167
72.	АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ Редунов Г.М., Гожелов Д.П., Тимофеев І.В.	170
СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ		стр.
73.	ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НА ВХОДЕ В РОТОР СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ Ванеев С.М., Т.С. Родимченко	172
74.	ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ Петренко М.А.	175
75.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА, ПРАЦЮЮЧОГО З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК TiO2 ДО МАСТИЛА Балашов Д.О., Мілованов В.І.	177
76.	УЧБОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОХОЛОДЖУВАННОГО ОБ'ЄКТУ Водяницька Н.І., Мельников В.Д.	178
77.	АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ Водяницкая Н.И., Паскаль А.А.	179
78.	ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ КАМЕРИ ЗМІШУВАННЯ РІДИННО ПАРОВОГО СТРУМЕНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА ВЕЛИЧИНУ ТИСКУ ВСМОКТУВАННЯ ПАСИВНОГО ПОТОКУ Арсеньев В.М., Прокопов М.Г., Чех О.Ю.	180

УДК 697.4, 536.7

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРОКОМПРЕССІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ НА ОСНОВІ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ І ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ

Петраш В.Д., д.т.н., професор, Полунін Ю.М., к.т.н., ст.викл., Висоцька М.В., аспірант, Одеська державна академія будівництва та архітектури, petrant@ukr.net

Інтегроване використання теплового ресурсу холодної води, що видаляється і припливного вентиляційного повітря в теплий період для різнопланових складових підсистем теплохолодопостачання дозволить підвищити загальну ефективність енергозабезпечення того ж будівлі. Пристрій запропонованої системи ілюструється на рис. 1.

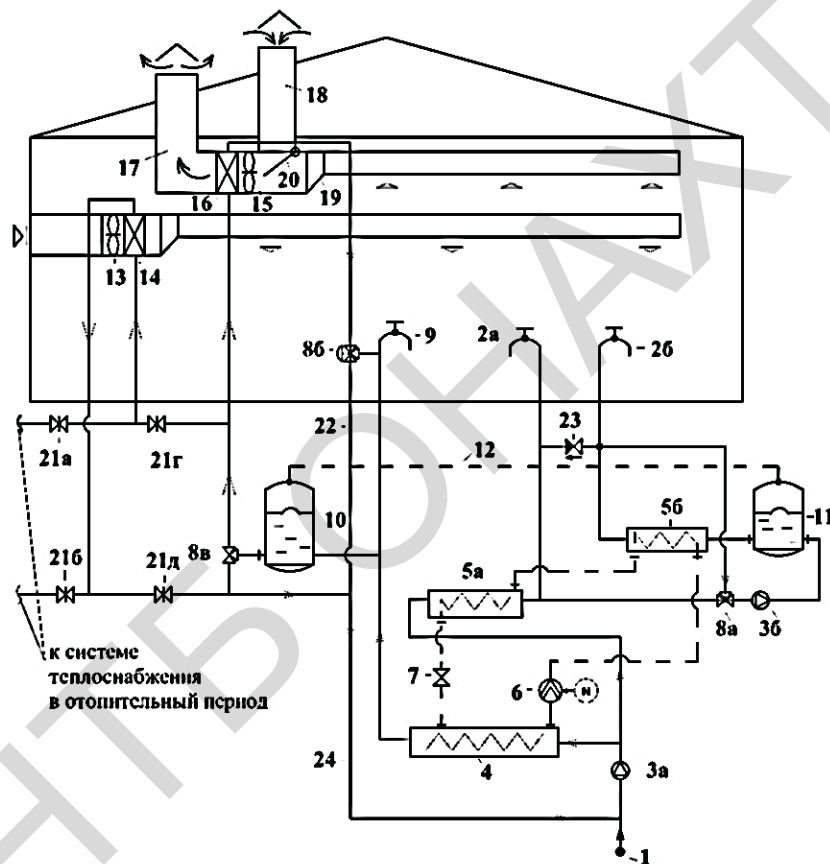


Рис. 1 Система теплохолодопостачання будівлі на основі інтегрованої енергії холодної води і повітряних потоків з пневматичною стабілізацією гідравлічних режимів в теплообмінниках теплонасосної установки. 1 - трубопровід вихідної холодної води; 2а - підсистема розбору гарячої води; 2б - підсистема розбору гарячої води; 3а, 3б - циркуляційний насос; 4 - випарник; 5 - компресор; 5а - основний конденсатор; 5б - форконденсатор; 6 - компресор; 7 - дросельний вентиль; 8а, 8б, 8в - триходові температурні регулятори витрати; 9 - система гарячого водопостачання зниженні температурного рівня; 10, 11 - баки акумулятори; 12 - «повітряний» трубопровід; 13, 15 - вентилятори; 14, 16 - калорифери; 17, 18, 19 - повітроводи; 20 - перекидний автоматизований клапан; 21а, 21б, 21г, 21д - крани; 22 - трубопроводи.

По трубопроводу 1 вихідна холодна вода надходить з розрахунковим сумарною витратою для систем холодного і дворівневого по температурі гарячого водопостачання, а після змішування з теплою водою з трубопроводу 24 і подальшого поділу, надходить під дією циркуляційного насоса 3а в випарник 4 для охолодження, а також в основний конденсатор 5а для нагріву.

Із загального нагрітого потоку води після основного конденсатора 5а підігріта її частина, зазвичай з температурою (40-45) °С, надходить в підсистему розбору теплої води 2а (для басейнів, ванн і т.д.), а інша частина в систему розбору гарячої води 2б, проходячи послідовно бак акумулятор гарячої води 11 і форконденсатор 5б.

Рециркуляційна частина підігрітої води в процесі цілорічного відбору теплоти з повітря, що видаляється в калорифері 16 і припливного повітря в літній період в калорифері 14 в трубопроводі 24 сумісно із загальним потоком вихідної холодної води з трубопроводу 1 для холодного і гарячого водопостачання, утворюють спільний потік теплої води на вході у випарник 4, навіть взимку з температурою більше 10 - 15 °С, в результаті чого забезпечується можливість енергоефективної безперервної роботи теплонасосної установки на протязі року. Тепловий потік, що відбирається у випарнику 4 в процесі роботи теплонасосної установки з тепловим еквівалентом приводної потужності компресора 6 передається для нагріву води в форконденсаторі 5б, а також в основному конденсаторі 5а. Бак акумулятор 10 з гнучкою внутрішньою мембраною на середньому рівні його висоти з'єднаний в нижній частині з трубопроводом охолодженої води для подачі її в калорифер після випарника 4 теплового насоса в контурі з основним конденсатором 5а і форконденсатором 5б, компресором 6 і дросельним вентиляем 7.

Тепловий потік з відпрацьованого і зовнішнього вентиляційного повітря безперервно відбирається циркуляційною водою через калорифер 16. Повітря, що видаляється відводиться воздуховодом 19 або надходить по повітропроводу 18 при заборі більш теплого зовнішнього повітря в літній період року. Для регулювання співвідношення витрат повітря, що надходить по воздуховодам 18 і 19 служить регулюючий клапан 20.

Одним з напрямків економії палива є розробка запропонованих систем теплохолододопостачання промислових і цивільних будівель, що характеризуються значними тепло - і вологонадлишками.

З умови рівності теплового потоку випарника $Q_{и}$ і теплового потоку в роботі традиційної котельні установки визначається відносна економія палива у вигляді наступного співвідношення:

$$\bar{B}_{тн} = \frac{B_{к}}{B_{к}} = \frac{(\varphi - 1) \eta_{к}}{\varphi j} \quad (1)$$

На рис. 2 представлена залежність відносної економії палива, що заміщується від коефіцієнта перетворення в роботі теплонасосної системи теплопостачання. В якості вихідних даних для визначення економії палива, в процесі утилізації теплоти повітря, що видаляється і холодної води були прийняті наступні дані: $T_{у,н} = 295, K$; $T_{у,к} = 278, K$; $T_{у,р} = 285, K$; $\eta_{к} = 0,9$.

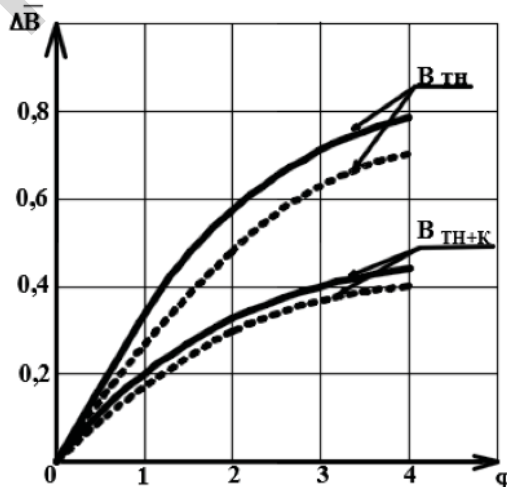


Рис. 2. Залежність економії палива, що заміщується в роботі теплонасосної системи від коефіцієнта перетворення: — $j = 0,7$; ---- $j = 0,9$

На рис. 3 представлена графічна інтерпретація залежності відносної економії палива в

моноенергетичному режимі роботи теплонасосної системи тепlopостачання від температури холодної води на вводі в будинок.

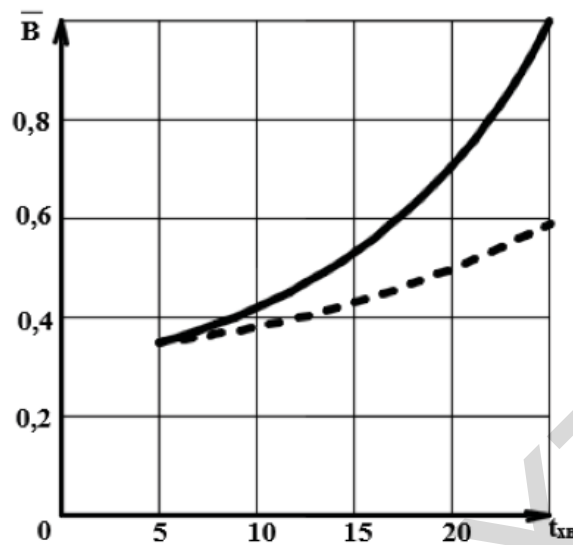


Рис. 3. Зависимость относительной экономии топлива в работе теплонасосной системы тепlopодоснабжения от температуры холодной воды на вводе в здание:

$$\text{—} \frac{B_{тн}}{B_k} ; \text{- - -} \frac{B_{тн+к}}{B_k}$$

Для запропонованої системи, що відрізняється патентної новизною встановлені аналітичні залежності, а також їх графічна інтерпретація, що дозволяє проводити багатофакторний аналіз можливостей економії палива, що замінюється на основі утилізованої теплоти холодної води і вентиляційного повітря, що видаляється, як в моноенергетичному режимі, так і в спільному процесі її експлуатації з додатковим теплогенератором. Робота аналізованої системи в моноенергетичному режимі забезпечує економію палива від 42 до 100% в розрахункових умовах відповідно холодного і теплого періодів року. Зіставлення результатів економії палива в спільній роботі теплонасосної установки і традиційного теплогенератора вказує на істотне зниження ефективності роботи бінарного джерела теплоти в порівнянні з умовами індивідуальної експлуатації теплонасосної установки в моноенергетичному режимі.