

найнижчого сумарного критерію екологічного забруднення при використанні теплового насосу для теплопостачання будівлі, що може вважатися екологічно безпечною технологією тому може використовуватися для опалення в майбутньому.

Література

[1]. Концентрація CO₂ вполовину перевищила показники доіндустріальної епохи. – Режим доступу: <https://ua-energy.org/uk/posts/kontsentratsiia-co2-vpolovynu-perevyshchyla-pokaznyky-do-industrialnoi-epokhy>.

[2]. Konovalov, D., Kobalava, H., Radchenko, M., Gorbov, V., Kalinichenko, I. Development of the Gas-Dynamic Cooling System for Gas Turbine Over-Expansion Circuit. In: Ivanov, V., Pavlenko, I., Liaposhchenko, O., Machado, J., Edl, M. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing V. DSMIE 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp 249–258. Springer, Cham (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-06044-1_24.

ENERGY-EFFICIENT AND ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES OF BUILDING HEAT SUPPLY WITH HEAT PUMPS

Kalinichenko I.V.

candidate of technical sciences,

associate professor of the department of heat engineering

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

ivan.kalinichenko@nuos.edu.ua

Abstract. One of the sources of pollution by harmful substances is the use of thermal power plants as heat supply systems. To reduce harmful emissions, the method of alternative heat supply based on a heat pump is considered in the work. Also, to determine the environmentally safe technology of heat supply systems of residential and administrative buildings, it was proposed to use the total criterion of environmental pollution, which includes pollution by greenhouse gases and thermal pollution during the operation of the heat supply system.

Key words: hydrocarbon fuel, carbon dioxide, greenhouse effect, heat supply systems, heat pollution, heat pump.

УДК 621.57

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНО-РЕСОРБЦІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УМОВАХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Ошовський В.Я.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування

Первомайського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова

м. Первомайськ, Україна

oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Абсорбційно-ресорбційні теплові насоси, що працюють на розчинах зі змінною температурою в апаратах можуть значно підвищити термодинамічну ефективність процесів теплозабезпечення.

Зменшений стиск пари в них дає можливість використовувати в генераторі теплоту альтернативних джерел меншої температури, що підвищить ефективність енергозбереження.

Стиск пари пропонується зменшувати продовженням процесу ресорбції в ступенях протитокових ресорберів-дегазаторів, в яких тепло відводиться киплячим розчином відібраним з входу в їх ресорбер.

Ключові слова: абсорбційно-ресорбційний тепловий насос, теплозабезпечення, тепло ВЕР, термотрансформатор, трансформація тепла.

В умовах енергетичних і екологічних проблем виникає необхідність створення і розвитку енергозберігаючих і екологічно чистих способів і об'єктів для теплозабезпечення. Одним з напрямків наукових досліджень є пошук і розробка методів трансформації високо потенційних і низькопотенційних викидів тепла ВЕР та природних ресурсів у теплоту необхідну для опалення та промислових технологій.

У світі все ширше впроваджуються для теплозабезпечення термотрансформатори у вигляді теплових насосів, що працюють за зворотними циклами зі стисканням пари в механічному компресорі або в абсорбційно-генераторному контурі (АГК, або термічному компресорі).

Такі термотрансформатори зазвичай використовуються як холодильні машини, але за інших термічних і теплових параметрах робочих тіл або і виборі останніх, за таким же принципом служать для отримання заданих параметрів теплової енергії. Робота цих машин на чистих агентах, що мають одну ступінь вільності (тиск), у заданих режимах легко регулюється не тільки в автоматизованому, а і в ручному режимах, що сприяло їх використанню з самого початку впровадження холодильних машин.

Останнім часом, в сучасних умовах розвитку теплоенергетики, все більша увага привертається дослідженням ресорбційних теплових насосів, що працюють на розчинах агентів в абсорбентах. В цих машинах конденсатор замінено на ресорбер, а випарник на дегазатор. Всі апарати працюють на змінних температурах робочого тіла, що додає ще один параметр вільності – концентрацію агента в абсорбенті. Це дещо ускладнює регулювання режимів та потребує виконання певних вимог розробки і проектування, а тому не досягло широкого впровадження раніше. При впровадженні сучасних систем автоматизації в регулюванні режимів та врахуванні особливості роботи за змінними температурами ресорбційні теплові насоси можуть сприяти значному техніко-економічному і екологічному ефекту теплозбереження.

Останнім часом активізуються дослідження ресорбційних термотрансформаторів. Все більша увага приділяється ресорбційним тепловим насосам, які можуть трансформувати теплоту вищої або нижчої температури в тепло необхідне для опалення та технологічних потреб при вищій термодинамічній ефективності [1-7]. При необхідності можливі схеми термотрансформаторів, що можуть служити для одночасного отримання тепла і холоду на різних температурних рівнях.

Ресорбційні теплові насоси мають меншу ступінь стискання пари і змінну температуру робочого тіла в процесах теплообміну з джерелами тепла, а тому можуть відбирати тепло від зовнішнього джерела, яке має нижчу температуру порівняно з тепловими насосами, що працюють на чистих агентах. Перевагою зменшення ступеню стиску пари є можливість в компресорних машинах здійснювати стиск у високоефективних турбокомпресорах. В абсорбційно-ресорбційних теплових насосах (АРТН), що використовують теплову енергію для стиску пари є можливість використовувати теплоту меншої температури, яку неможливо було використати раніше з ВЕР та природних джерел.

Широко впроваджено використання теплових насосів в Німеччині, Франції, США та інших розвинутих країнах. Є також ряд розробок і досліджень АРТН, які можуть трансформувати теплові ВЕР та природні джерела для теплозабезпечення, технологічних потреб та кондиціонування повітря.

Так, в роботі [3] досліджено і запропоновано аміачно-водний АРТН, який порівняно з традиційним абсорбційним при відношенні високого/низького тиску 1,5/0,44 МПа дозволяє

зменшити температуру необхідного джерела тепла зі 150°C до 115°C для генератора і підвищити COP на 8% при температурі низькопотенційного джерела 5°C і температурі ресорбції 40°C .

В роботі [4] запропоновано аміачно-водний АРТН для опалення житлових приміщень, який має COP 1,51 при відношенні високого/низького тиску 1,50/0,48 МПа при температурі гарячого джерела 95°C , а температурі вихідного теплоносія $43,4^{\circ}\text{C}$, що достатньо для опалення приміщень підігрівом підлоги. Відзначено, що у двохступеневому абсорбційно-ресорбційному насосі температуру гарячого джерела можна знизити до 73°C , при температурі навколишнього середовища, як джерела до -15°C [3].

Ряд винаходів [5-7] підтверджують вищу порівняно з абсорбційними техніко-економічну ефективність АРТН на аміачно-водних розчинах, що працюють в режимах, як холодильних машин, так і теплових насосів з-за зниженого відношення високого/низького тиску, а таким чином і зменшення температури гріючого джерела тепла.

Пропонується аміачно-водний термотрансформатор для АРТН зі ступенем «ресорбер-дегазатор» [6], який зменшує відношення тисків високого/низького. Принципова схема АРТН приведена на рис. 1.

АРТН для генератора використовує, наприклад тепло ВЕР у вигляді гарячої води, пари, відпрацьованих газів та інших джерел і містить абсорбційно-генераторний контур (АГК) прямого циклу (генератор Г, теплообмінник розчинів ТО, абсорбер А) і ресорбційно-дегазаторний контур (РДК) зворотного циклу (дегазатор Д, ступень «ресорбер-дегазатор» РД, ресорбер Р).

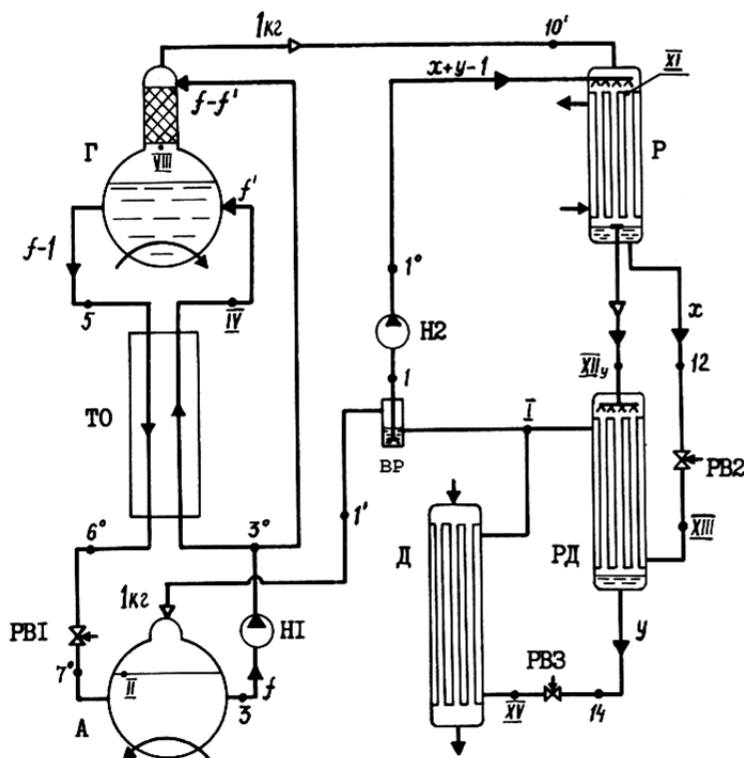


Рис. 1. Схема АРТН з одним ступенем РД для зменшення відношення тисків високого/низького:

А – абсорбер; ТО – теплообмінник розчинів; Г – генератор; Д – дегазатор; Р – ресорбер;

PB1, PB2, PB3 – регулюючі вентилі; Н1, Н2 – насоси розчину

Ресорбер-дегазатор РД призначений для підвищення концентрації розчину, що дроселюється через PB3 в дегазатор Д. Протитоковий РД утворює ступень продовження процесу ресорбції при відведенні теплоти киплячим розчином, який відібраний зі входу в ресорбційну ступень і дроселюється через PB2 у вхід дегазаційної порожнини РД.

Це зменшує відношення тисків високого/низького в АРТН. В результаті зменшується тиск в генераторі, а таким чином і температура потрібного для нього джерела тепла.. Збільшення числа ступенів РД дозволяє зменшити необхідну температуру в генераторі до температури наявного джерелом тепла, а також підвищити концентрацію розчину, що дроселюється в дегазатор.

Таким чином включення після ресорбера послідовно одного або декількох ступенів РД у аміачно-водному АРТН дозволить: використовувати для генератора АГК гріюче тепло ВЕР або альтернативних джерел нижчої температури, що може значно підвищити ефективність енергозбереження в сучасних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Морозюк Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов / Т. В. Морозюк. Одесса : Студія «Негоціант», 2006. 712 с.
- [2] Арсеньев В. М. Теплонасосна технологія енергозбереження : навчальний посібник / В. М. Арсеньев. Суми : СумДУ, 2011. 283 с.
- [3] Thermodynamic analysis of an ammonia-water solution cross-type absorption-resorption heat pump system / Lijie Feng, Zhenghao Jin, Runfa Zho Mengkai Xu, Luwen Qin, Shuhong Li. Applied Thermal Engineering, Volume 198.5 November 2021. Page 117460. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431121008942>
- [4] T. Jia et al. Development of a novel unbalanced ammonia-water absorption-resorption heat pump cycle for space heating / Energy. Volume 161,15 October 2018, Pages 251-265. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054421831>
- [5] А.с. СССР №1067310, кл. F25B 15/12. Абсорбционно-резорбционная холодильная установка / Одесский технолог. ин-т холод. пром-ти; В.Я. Ошовский. - Заявл. 11.10.82; Опубл. 15.01.84, Бюл. № 2. – 2 с.
- [6] А.с. СССР №1092336, кл. F25B 15/12. Абсорбционно-резорбционная холодильная установка / Одесский технолог. ин-т холод. пром-ти; В.Я. Ошовский, А.Г.Дергачев, Н.Г. Шмуйлов. - Заявл. 11.10.82; Опубл. 15.05.84, Бюл. № 18. – 6 с.
- [7] FR №2557963-A1, Int CI* : F 25 B 29/00. Pompe à chaleur tritherme fonctionnant suivant un cycle à absorption-résorption / Institut national - de la propriete industrielle, Paris; Henri Rodie-Talbere. - Date de depôt : 5 janvier 1984.; Date de la mise à disposition du public de la demanda : BOPI с Brevets №28, 12.07.85. - 9 p.

Increasing the efficiency of absorption-resorption heat pumps in conditions of energy saving

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov national university of shipbuilding.

Abstract. Absorption-resorption heat pumps operating on solutions with a variable temperature in devices can significantly increase the thermodynamic efficiency of heat supply processes.

The reduced vapor pressure in them makes it possible to use heat from alternative sources of lower temperature in the generator, which will increase the efficiency of energy saving.

It is proposed to reduce the vapor pressure by continuing the resorption process in countercurrent resorber-degasser stages, in which heat is removed by boiling solution taken from the inlet to their resorber.

Keywords: absorption-resorption heat pump, heat supply, SER heat, thermotransformer, heat transformation.