

REFERENCES

- [1] Yakobson V.B. Malyye kholodil'nyye mashiny [Small refrigeration machines] / V.B Yakobson. – M: Food Industry, 1977. – 368 p.
- [2] Redkozub B.D. Issledovanie vliyaniya dinamicheskikh faktorov na harakteristiki kholodil'nykh germetichnykh porshnevnykh kompressorov: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 194 [Study of the influence of dynamic factors on the characteristics of refrigeration hermetic reciprocating compressors: Ph.D. dis. cand. tech. Sciences: 194] / B.D Redkozub; OTIKhP. – Odessa, 1970. – 32 p.
- [3] GOST 11828–86. Mashiny elektricheskie vrashchayushchiesya. Obshchie metody ispytaniy (s Izmeneniyami № 1,2). [Rotating electrical machines. General test methods (with Amendments No. 1, 2).] / M: Standards Publishing House, 1986. – 43 p.

УДК 621.57

**ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПРОБЛЕМИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
РЕСОРБЦІЙНИХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ****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. Ресорбційні термотрансформатори, що працюють на розчинах зі змінною температурою в апаратах можуть значно підвищити термодинамічну ефективність процесів охолодження наближенням циклу до трикутного. Зменшення стиску пари дає можливість використання вискоефективних турбокомпресорів або тепла ВЕР невисокої температури. Для практичного застосування основною проблемою є досягнення еквідистантності зміни температур між потоками в процесах теплообміну.

Ключові слова: ресорбційний термотрансформатор, охолодження, трикутний цикл, ступінь, еквідистантність зміни температур.

Ресорбційна ступінь, в якій конденсатор і випарник замінено відповідно на ресорбер і дегазатор, вперше була запропонована в 1913 році Озенбрюком для зменшення тиску в аміачній холодильній машині з механічним компресором [1, с.157]. Разом з компресором ця ступінь утворює термотрансформатор, який отримує при дегазації тепло холодного джерела і віддає його при ресорбції з вищою температурою охолоджуючої води, наприклад, для опалення. Альтенкірх замінив механічний компресор «термохімічним», який використовує теплову енергію [2, с. 135].

Мартиновський В.С. і Шнайф І.М. довели, що трикутний цикл Лоренца одною умовою якого є змінна температура охолоджуючого робочого тіла від низької до навколишнього середовища, а другою - постійна при відведенні тепла в навколишнє середовище збільшують коефіцієнт перетворення в два рази порівняно з циклом Карно [3, с.12-17]. Схема ж ресорбційної ступені Озенбрюка містила теплообмінник міцного і слабого розчинів, тому інтервал температур охолоджуючого розчину в дегазаторі був обмежений.

Ресорбційна ступінь без теплообмінника розчинів дозволяє повністю виконати першу умову. Для виконання другої умови, тобто зменшення інтервалу температур відведеного тепла і збільшення таким чином термодинамічної ефективності циклу (наближенням до трикутного) запропоновано після ресорбера, тепло від якого відводиться в навколишнє середовище,

продовжити процес ресорбції при змінній температурі нижче навколишнього середовища в послідовно включених ступенях протитоків ресорбційно-дегазаторних теплообмінників. В кожному з них частка розчину відбирається з теплового перерізу ресорбційної порожнини і дроселюється в холодний переріз дегазійної порожнини. На рис. 1, *а* приведено ідеальний цикл (1-2-3'-4''-1), в якому 4'-4'' - охолодження ступінею 1'-2-3'-4'-1, а 1-2-3-4-1 – без ступені. На рис. 1, *б* - принципова схема реалізації термотрансформатора з одною ступінею підвищення концентрації розчину [4].

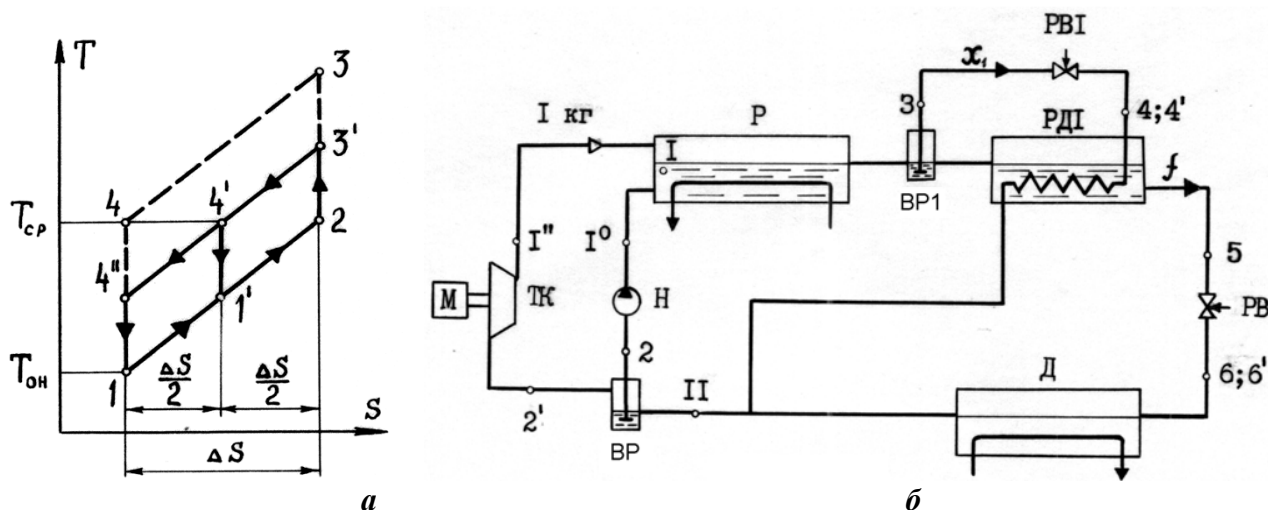


Рис. 1. Ідеальний одноступінчастий цикл (*а*) та принципова схема його реалізації (*б*): Р – ресорбер; Д – дегазатор; РДІ – ресорбер-дегазатор ступені 1; Н – насос; ТК – турбокомпресор; РВ – регулюючий вентиль

За таким принципом донасичення розчину агентом кількість ступенів не обмежується. При збільшенні їх кількості цикл наближається до трикутного при одночасному зниженні стиску пари в компресорі.

В ресорбційних термотрансформаторах з абсорбційно-генераторним контуром зменшення ступеню стискання пари дозволить використовувати для кипіння розчину в генераторі теплову енергію, наприклад ВЕР невисокої температури, що може дати значний економічний ефект і сприятиме енергозбереженню.

У деяких країнах ресорбційні термотрансформатори уже знайшли використання. Так у Франції в інституті нафти розроблені блочні водоаміачні абсорбційно-ресорбційні термотрансформатори, які використовують тепло ВЕР з температурою 75...100°C [5, 6].

Але в Україні ще не знайшли використання ресорбційні термотрансформатори з-за ряду технічних проблем, які необхідно вирішити.

Метою дослідження є виявлення і аналіз основних науково-технічних проблем, які необхідно вирішити для практичного використання ресорбційних охолоджуючих термотрансформаторів.

Так, при випробуваннях охолоджуючого водоаміачного термотрансформатора з поршнеvim компресором виявлено конденсацію пари в картері прямооточного компресора. Причиною конденсації була низька його концентрація і недостатньо низька температура. Для усунення цього розроблено методику теплового розрахунку циклу і конструкцію дегазатора з відбором пари із холодного перерізу дегазатора з протитоком пари і розчину. У верхній переріз вертикального дегазатора дроселювався міцний розчин і з цього ж перерізу холодна пара направлялася в компресор щоб її температура була нижче температури конденсації її в картері. Це незначно зменшило холодопродуктивність циклу, але не дало можливості конденсації пари в картері компресора з-за її не охолодження, а підігріву.

Другою причиною нестабільної роботи термотрансформатора були зриви в роботі насоса для подачі розчину в ресорбер. Розчин після дегазаторів має температуру нижче навколишнього середовища, тобто температури деталей самого насоса, тому в насосі слабкий розчин підігрівається, а окрім цього на його робочих елементах виникають розрідження. Під дією розріджень і теплоти деталей насоса розчин періодично закипає, що призводить до зривів подачі слабого розчину з дегазаторів у ресорбер.

Усунути цей недопiк можна охолодженням насоса паром, який направляється з холодного перерізу дегазатора в компресор.

Третя, ще не вирішена причина порушення режиму роботи термотрансформатора є нееквідистантність потоків в протитоккових теплообмінних апаратах. Розрахункові температурні напори вибрані на кінцях апаратів можуть змінюватися по довжині апаратів до від'ємних величин, в результаті чого установка на практиці не буде працювати в заданому режимі. Причина тому, що теплота пароутворення і ресорбції розчину залежить не тільки від тиску, а й від параметру, який вибирається вільно – концентрації розчину, що впливає на характер зміни температури від переданої теплоти.

На еквідистантність потоків у протитоккових апаратах можуть впливати вибір агентів і абсорбентів, вибір концентрації міцного розчину і числа ступенів насичення розчину та відношення тиску ресорбції до тиску дегазації. Всі ці фактори потребують подальших досліджень для вирішення проблем впровадження ресорбційних термотрансформаторів. Однією з перспектив досягнення результату є збільшення числа ресорбційно-дегазаторних ступенів до зменшення відношення тисків ресорбції і дегазації, яке буде відповідати мінімальним змінам температурного напору залежно від переданого тепла.

Таким чином вирішення проблем з температурним напором буде сприяти наближенню термодинамічного циклу охолоджуючого термотрансформатора до найбільш ефективного – трикутного і дозволить використовувати для стиску пари в ньому високоефективні турбокомпресори або теплоту джерел низького температурного потенціалу, що сприятиме енергозбереженню в сучасних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Блиер Б.М., Вургафт А.В. Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов. М.: Пищевая промышленность, 1971. 203 с.
- [2] Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. М. : Пищевая промышленность, 1966. 356 с.
- [3]. Мартыновский В.С., Шнайд И.М. Термодинамический анализ обратного цикла Лоренца // Холодильная техника и технология. К. : Техника, 1966. Вып. 3. - С. 12-17.
- [4] А.с. СССР №1103054, кл. F25B 1/00, F25B 15/12. Холодильная установка / Одесский технолог. ин-т холод. пром-ти; В.Я. Ошовский, А.Г. Дергачёв. - Заявл. 20.05.83; Опубл. 15.07.84, Бюл. № 26. – 3 с.
- [5] Cohen G., Salvat J., Rojey A. Entopie 84, 1978. PP.31-37.
- [6] Cohen G., Salvat J., Rojey A. Proceedings of the 14th International Energy Conversion Conference, Boston, Vol.2, 1979. PP.1720-1724.

Efficiency and problems of practical application of resorption thermal transformers

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of National Shipbuilding University named after admiral Makarov.

Abstract. Resorption thermotransformers working on solutions with a variable temperature in devices can significantly increase the thermodynamic efficiency of cooling processes by bringing the cycle closer to a triangular one. A reduction in steam compression makes it possible to use highly

efficient turbocompressors or low-temperature HPP heat. For practical application, the main problem is achieving equidistant temperature changes between flows in heat exchange processes.

Keywords: resorption thermotransformer, cooling, triangular cycle, degree, equidistant temperature change.

УДК 621.517: 62-717

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТАКТНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ СУДНОВИХ ДВЗ

Кобалава Галина Олександрівна

к.т.н., доцент кафедри теплотехніки,

Херсонський навчально-науковий інститут

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

g.lavamay@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-5814

Анотація. В роботі проведено аналіз систем водорозпилення та розроблено схему удосконалення систем повітряного охолодження суднових двигунів, що полягає у використанні упорскування води в термопресор. Ця схема дозволяє знизити температуру наддувного повітря до 50...67 градусів, збільшити відносний приріст тиску повітря на виході з термопресора на 2...10% і відповідно знизити потужність турбокомпресора двигуна.

Ключові слова: термопресор, питома витрата палива, охолодження повітря.

На двигунах з наддувом одним з шляхів підвищення потужності є охолодження наддувного повітря, яке тим ефективніше, чим вищий рівень підвищення тиску в компресорі p_c . Поряд із зниженням теплових втрат та підвищенням механічного ККД (підвищення потужності без підвищення рівня тиску) охолодження наддувного повітря також сприяє зниженню питомої витрати палива [1, 2].

Для охолодження наддувного повітря в сучасних дизелях можуть застосовуватись різні способи охолодження: поверхневе, випарне, водоконтактне, турбодетандерне, охолодження із застосуванням вихрового ефекту.

Для підвищення ефективності поршневого циклу ДВЗ застосовують різні схеми безпосереднього впорскування води. В конструкціях фірми Wärtsilä використовувалася система Combustion Air Saturation System (CASS) для насичення повітря для горіння. Це рішення забезпечило зниження NOx до 3г/(кВт·год) [3].

Щоб зменшити викиди NOx, компанія MAN досліджувала можливість зволоження наддувного повітря. Для цього німецька компанія Munters Euroform розробила систему Humid Air Motor (HAM), що дозволяє підвищити вологість повітря до 99%. Тестування системи показало, що у робочому режимі NOx знижується на 70–80%. Автори пояснюють це тим, що підвищений вміст пари в наддувному повітрі знижує температурні піки в камері згоряння [2].

Для цілей контактної охолодження наддувного повітря (до входу в компресор і при стисканні в компресорі), а також екологічного зволоження наддувного повітря на вході в циліндри ДВЗ (з метою зменшення емісії оксидів азоту NOx) запропоновано спосіб тонкого розпилення води в наддувному повітрі термопресором, тобто безпосередньо у теплообміннику – термопресорі, завдяки турбулізації потоку при високих швидкостях потоку (число Маха $M = 0,60...0,85$) і зменшення розмірів крапель у результаті випаровування. Це виключає необхідність застосування складних систем розпилення форсунками, розміщеними в усьому перерізі потоку.