

УДК 629.4.048

СИСТЕМА ДВОСТУПЕНЕВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ МАШИННИХ ВІДДІЛЕНЬ АВТОНОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПІДПРИЄМСТВ

Грич А.В.

*к.т.н., доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації;
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв,*

Анотація. Виконано аналіз ефективності кондиціювання припливного повітря машинного відділення газових двигунів автономної теплоелектростанції. Розглянуто систему двоступеневого кондиціювання повітря із застосуванням комбінованої каскадної абсорбційно-парокмпресорної холодильної машини і зональною повітроподачею. Запропоновано способи обробки припливного повітря машинного відділення, що забезпечують його глибоке охолодження.

Ключові слова: кондиціювання, автономна теплоелектростанція, машинне відділення, газовий двигун, повітроохолоджувач.

Вступ

Температура повітря в машинному відділенні (МО), звідки повітря надходить на всмоктування турбокомпресорів (ТК) газових двигунів (ГД) автономних електростанцій, зазвичай підтримується системою вентиляції або охолодженням припливного повітря в центральному кондиціонері з подачею в повітроохолоджувачі (ВО) холодної води з температурою 7 ... 10 ° С, що надходить від абсорбційної бромістолітєвої холодильної машини (АБХМ), що утилізує скидку теплоту ГД. В роботі запропонована система охолодження припливного повітря МО з подачею охолодженого повітря безпосередньо на вхід ГД окремим воздуховодом, яка дозволяє істотно скоротити витрату повітря і збільшити глибину його охолодження при зниженні витрат холоду.

Результати дослідження

Машинні відділення (МВ) автономних теплоелектростанцій на базі газових двигунів (ГД) відрізняються інтенсивними тепловиділеннями – від електрогенераторів, встановлених на ГД теплообмінників відведення теплоти на нагрів води, від корпусу самого двигуна, щитів управління і т.д., а також теплоприпливи в МВ ззовні, що призводить до підвищення температури повітря в МВ, звідки він надходить на вхід турбокомпресорів (ТК) наддуву ГД, і, як наслідок, до зниження паливної ефективності ГД. Тому припливне повітря МВ необхідно охолоджувати. У стандартних системах кондиціювання МВ установок автономного енергопостачання тригенераційного типу передбачено охолодження всього припливного повітря в центральних кондиціонерах (ЦК) з холодопостачанням від абсорбційних холодильних машин, утилізують скидку теплоту ГД. Однак при підвищених температурах зовнішнього повітря стандартні системи охолодження в ЦК не в змозі забезпечити необхідну температуру повітря на вході ГД через значні теплопритоки і великих обсягів приточного повітря. Крім того, глибина охолодження припливного повітря обмежена температурою холодоносія (холодної води від АБХМ) 7 ° С.

Для більш глибокого охолодження припливного повітря розроблена двоступенева система охолодження припливного повітря з парокмпресорною холодильної машини (ПКХМ), що служить для холодопостачання технологічних виробництв. Використання ПКХМ для кондиціювання МО вельми обмежена, особливо при дефіциті холоду на технологічні потреби.

Використання ПКХМ як джерела холоду для другого ступеня охолоджувачів повітря на вході двигунів передбачає додаткові витрати електроенергії на привід компресора, що при наявності технологічних виробництв в якості пріоритетних споживачів холоду вкрай

проблематично і вимагає раціонального його витрачання. Це завдання може бути вирішена шляхом збільшення холодопродуктивності ПКХМ з використанням для цього холоду, одержуваного трансформацією скидний теплоти в АБХМ.

З метою зведення до мінімуму споживання дефіцитного холоду від ПКХМ розроблена система двоступеневого охолодження повітря в повітроохолоджувачі (ПО) на вході ГД з холодопостачання другого ступеня ПО₂ від каскадної абсорбційно-парокомпресорній холодильної машини (КАПКХМ) [1, 2]. При цьому конденсатор ПКХМ охолоджується холодоносієм від АБХМ. Система дозволяє підвищити холодопродуктивність компресора і холодильний коефіцієнт ПКХМ (від $\epsilon_k=3,1$ до $\epsilon_k=7$ згідно характеристик компресора BITZER 4NES-12Y-40P на рис. 1) за рахунок зниження температури конденсації t_k від 45 °С до 20 °С.

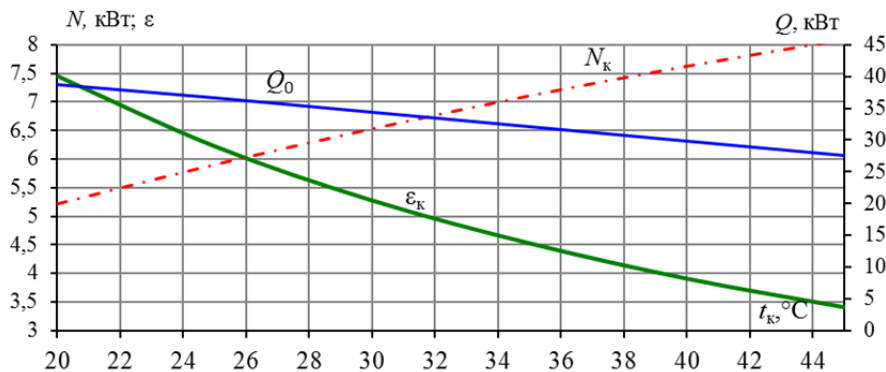


Рис. 1. Залежність холодильного коефіцієнта ϵ_k , споживаної електричної потужності N_k компресора BITZER 4NES-12Y-40P, холодопродуктивності ПКХМ Q_0 від температури конденсації t_k .

Таким чином можна скоротити витрати електроенергії на привід компресора ПКХМ на 40 ... 50%.

На рис. 2 представлені результати розрахунку характеристик системи двоступеневого охолодження припливного повітря на вході ГД в КАПКХМ. Як видно з графіків, зниження температури повітря становить $\Delta t_{\text{ПО}} = t_{\text{зп}} - t_{\text{вт}} = 14 \dots 26$ °С, що значно більше, ніж в базовому варіанті $\Delta t_{\text{ПО}(60)} = t_{\text{зп}} - t_{\text{ПО.2}} = 5 \dots 13$ °С. Звідси можна зробити висновок, що застосування зональної системи кондиціонування з двоступеневим охолодженням повітря на вході ГД дозволяє збільшити глибину охолодження $\Delta t_{\text{ПО}}$ в півтора рази в порівнянні з базовим варіантом системи кондиціонування.

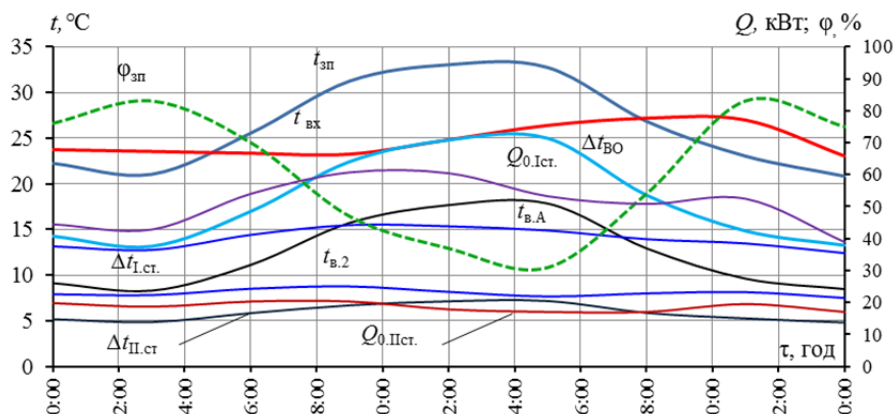


Рис. 2. Температури зовнішнього повітря $t_{\text{зп}}$, на вході ТК ГД $t_{\text{вх}}$ при заборі повітря із МВ, на виході з першого ступеня ПО₁ $t_{\text{вт}}$, зниження температури повітря в ПО₁ $\Delta t_{\text{ПО}} = t_{\text{зп}} - t_{\text{вт}}$, на виході з другого ступеня ПО₂ $t_{\text{нт}}$, зниження температури повітря в ступені ПО₂ $\Delta t_{\text{нт}} = t_{\text{вт}} - t_{\text{нт}}$, повна глибина охолодження припливного повітря в двоступеневому ПО $\Delta t_{\text{ПО}} = t_{\text{зп}} - t_{\text{нт}}$ протягом доби при витраті повітря 35000 м³/год, холодопродуктивності першого ступеня ПО₁ $Q_{0.1\text{ст}}$ і другого ступеня ПО₂ $Q_{0.2\text{ст}}$

На рис.3 представлені поточні значення холодопродуктивності (теплого навантаження на ПО) і скорочення питомої витрати палива протягом доби.

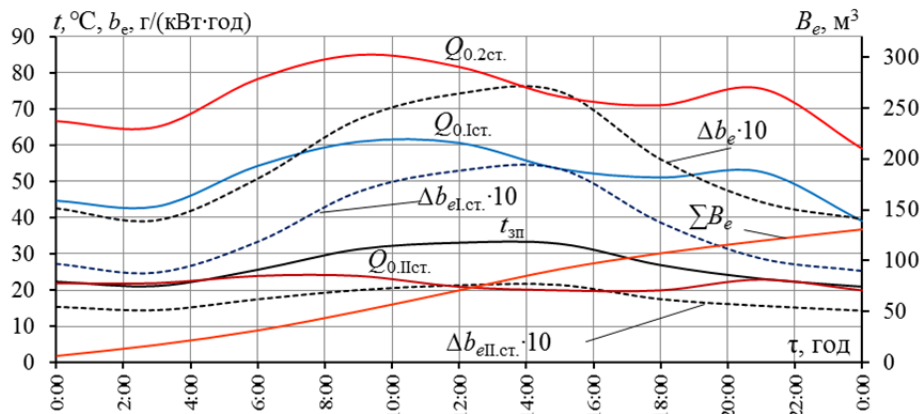


Рис. 3. Зміна холодопродуктивності першого ступеня ПО₁ $Q_{0.вт}$, другого ступеня ПО₂ $Q_{0.нт}$, сумарною холодопродуктивності ПО $Q_{0.по}$, повного теплового навантаження ПО $Q_{0.нт}$, Δb_e – скорочення питомої витрати палива, г / (кВт · год), $\Sigma \Delta b_e$ – добова економія природного газу, м³

Як видно, максимальне теплове навантаження складає близько 112 кВт, що на 68% менше, ніж в базовому варіанті ($Q_{0(60)} \approx 350$ кВт), а навантаження на ПО зменшилася на 76%, що має велике значення в умовах дефіциту холоду на технологічні потреби.

Висновки

Розроблено спосіб двоступеневого охолодження припливного повітря МВ ГД трансформацією скидний теплоти ГД в каскадній абсорбційно-парокомпресорній холодильній машині з холодопостачанням високотемпературного ступеня ПО_{вт} від АБХМ і низькотемпературного ступеня ПО_{нт} від КАПКХМ, який забезпечує скорочення витрат палива на 10 ... 15% за рахунок глибокого (до 7 ... 10 ° С) охолодження повітря на вході ГД в порівнянні з його охолодженням в АБХМ до 15 ° С

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Радченко А. М., Грич А. В. Охолодження приточного повітря машинного відділення газових двигунів тригенераційної установки [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич // Холодильна техніка та технологія. - 2014. - № 6. - С. 20-25.
- [2] Радченко А. М., Грич А. В., Портной Б. С. Ступенчатое охлаждение приточного воздуха машинного отделения автономной электростанции [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич, Б.С. Портной // Холодильна техніка та технологія. - 2016. - Т. 51, Вип. 1. - С. 71-7.
- [3] Радченко Р.Н., Грич А.В. Двухступенчатое охлаждение приточного воздуха газовых двигателей тригенерационной установки [Текст] / Р.Н. Радченко, А.В. Грич // Авиационно-космическая техника и технология. –2014. – № 6. – С. 103–107.
- [4] Радченко, Н.И. Ступенчатое кондиционирование воздуха на входе рекуперативных ГТД утилизацией теплоты выпускных газов. [Текст] / Н.И. Радченко, С.А. Кантор, Рамзи Сл Герби // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 3 (110). – С. 86–90.
- [5] Ткаченко С.Й. Показники ефективності роботи енергетичних установок для сумісного виробництва теплової та електричної енергії/ Ткаченко С.Й., М.М.Чепурний, Н.В. Пішеніна. – Вінниця: Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 1. Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/ejournals/NNTU/2010-1failes/uk/.htm>. – С.54-57
- [6] Морозюк Л. И. Термодинамический анализ каскадных холодильных машин с R744в верхнем каскаде/ Л. И. Морозюк // Холодильна техніка та технологія. – 2016. – Т. 52, Вип. 1. – С. 12-17.

System of two-stage air conditioning for engine rooms of autonomous power plants of enterprises

Hrych Artem

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The analysis of the effectiveness of the supply air conditioning of the engine room of gas engines of an autonomous thermal power plant is carried out. A two-stage air conditioning system using a cascade absorption-vapor compression chiller and zonal air supply is considered. Methods are proposed for processing their supply air in the engine room, provide its deep cooling.

Keywords: air conditioning, autonomous thermal power station, engine room, gas engine, air cooler.

УДК 629.4.048

ВПЛИВ СТУПЕНЕВОГО КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЗОВИХ ДВИГУНІВ АВТОНОМНОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Грич А.В.

*к.т.н., доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації;
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв,*

Анотація. Виконано аналіз ефективності охолодження припливного повітря машинного відділення когенераційних газових двигунів автономної теплоелектростанції. Розглянуто систему двоступеневого охолодження повітря з використанням абсорбційної холодильної машини і зональною повітроподачею. Запропоновано способи обробки їх припливного повітря машинного відділення, що забезпечують його глибоке охолодження

Ключові слова: кондиціювання, автономна теплоелектростанція, машинне відділення, газовий двигун, повітроохолоджувач.

Вступ

В результаті аналізу існуючих систем кондиціювання машинних відділень (МВ) установок автономного енергозабезпечення на базі газових двигунів (ГД) виявлено резерви підвищення їх ефективності, розроблені раціональні схемно-конструктивні рішення по вдосконаленню енерговитратних традиційних систем охолодження припливного повітря МВ в центральному кондиціонері. Згідно із запропонованим принципом локального повітропостачання глибоке охолодження доцільне тільки для циклового повітря на вході ГД, а до інших джерел тепловиділень в МВ (електрогенератор, головки циліндрів двигуна і т.д.) можна подавати або вентиляційне повітря, або припливне повітря, охолоджуване в кондиціонері, в який подають холодну воду від АБХМ.

Результати дослідження

Для скорочення витрат холоду на кондиціювання циклового повітря ГД і підвищення ефективності його охолодження була розроблена схема системи двоступеневого кондиціювання повітря на вході в ГД. Особливістю такої системи є те, що повітря на вході в двигун охолоджується в двоступеневому повітроохолоджувачі (ПО). Повітроохолоджувач складається