

ЛІТЕРАТУРА

1. Данилян А.Г., Чимшир В.И., Власов И.В., Найденов А.И. Новые направления глубокой утилизации тепла судовых дизелей // Вісник ОНМУ – №3 (49) – 2016 – С 91-102
2. Єпіфанов О. А. Конструкції судових котлів : навчальний посібник / О.А. Єпіфанов. – Миколаїв: НУК, 2016. – 198 с
3. Расчет паровой нагрузки котельной установки. Выбор котлоагрегатов и конденсационной установки. Конструкторская документация. 15966 – 024 – 012.

Modernization of auxiliary boiler installation of tanker YEVGENIY TITOV

Pidvysotskyi M.V., Bondarenko M.S., Yeleonska O.S.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The issues of improving the performance indicators of the power plant of the YEVGENIY TITOV tanker through deeper utilization of the heat of the charge air of the main engine were considered.

Keywords. Waste steam generator, charge air heat, thermal scheme, reduction of boiler fuel consumption, payback period, limit price.

УДК: 621.181.2

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТАНКЕРА ПРОЕКТА 15966

Підвисоцький М.В.

магістр гр.6214мз НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Бондаренко М.С.

к.т.н., доцент кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ

Гоцуляк М.О.

*викладачка кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ
НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна*

Анотація. Розглянуті питання поліпшення теплопостачання танкера проекту 15966 шляхом зниження параметрів теплоносія та більш ефективної утилізації тепла наддувного повітря головного двигуна.

Ключові слова. утилізаційний парогенератор, теплота наддувного повітря, термо-масляний котел, трисекційний охолодник наддувного повітря, тепла схема суднової енергетичної установки.

Актуальність. Сучасні головні малообертові двигуни характеризуються високим ступенем наддуву і значно зниженою температурою відхідних газів, що супроводжується суттєвим перерозподілом статей теплового балансу. Як наслідок, виникає необхідність пошуку нових, більш ефективних способів використання вторинних енергоресурсів для підвищення теплової економічності суднової енергетичної установки

Аналіз проектних рішень. Розрахунок парового навантаження котельної установки танкера виконаний для холодної і теплої зони.

В системі підігріву вантажних танків використовується свіжа насичена пара тиском 7 бар для підігріву вантажу від 50 до 75°C протягом 120 год. Система мийки танків забезпечує підігрів заборотної води від 5 до 55°C свіжою насиченою парою тиском 7 бар. В системі парового опалення та господарського водопостачання використовується редукована пара

тиском 3...4 бар. Витрати пари на кінцевий підігрівач важкого палива (КПВП) для ГД розраховані за умов розігріву 1369 кг/год. палива від 70 до 135°C і складають 110 кг/год.

Для забезпечення танкера пр.15966 тепловою енергією використовується два допоміжних котла (ДК) з природною циркуляцією номінальною продуктивністю 8 т/год. насиченої пари тиском 7 бар. (Примітка. Параметри пари очевидно були прийняті для забезпечення роботи КПВП, тоді як для решти судових споживачів може бути використана насичена пара тиском 3...4 бар з температурою 133...144°C).

Для утилізації тепла відхідних газів головного двигуна (ГД) використано утилізаційний парогенератор (УПГ) вертикальний, водотрубний з примусовою циркуляцією та іскрогасником. Його продуктивність при експлуатаційній потужності ГД 7940 кВт становить близько 1,1 т/год. пари тиском 7 бар.

Результати розрахунку парового навантаження ДКУ наведені в таблиці.

Споживання пари, кг/год., тиском 7 бар на експлуатаційних режимах судна

Споживачі пари		Холодна зона				Тепла зона				Стоянка в холодній зоні		
		З вантажем		В баласті		З вантажем		В баласті				
		Підтримка температури	Підігрів вантажу	Підтримка температури	Мийка танків	Підтримка температури	Підігрів вантажу	Підтримка температури	Мийка танків	Під розванта	Під наванта-	Мийка танків
1. Господарські потреби		600	600	600	600	05	05	05	05	600	600	600
2. Вантажний комплекс		600	10890	3850	11330	380	7880	–	4760	500		240
3. Споживачі МКВ		2265	2265	2265	2265	793	793	793	793	99	99	99
Разом по судну	кг/год.	6465	14755	7715	15195	1378	8878	998	5758	1099	599	1899
	кВт*	710	468	428	720	91	095	73	305	370	492	828

Споживання пари $P = 4$ бар, кг/год. При роботі ТМК	260	4290	470	4710	330	600	70	58	0750	520	1520
	150	4180	360	4600	230	490	60	470	0640	410	1410
Навантаження модернізованого теплогенеруючого комплексу											
КАВ 6/4	150	0180	360	0600		490		470	ДК	ДК	ДК
УПГ ГД		000		000		000		000			
УПГ ОНВ	000	000	000	000	230	000	60	000			
ТМК											
По відношенню до базового варіанту	,49	,69	,30	,70		,51		,26			

*)Прийнято, що у споживачах використовується тільки прихована теплота пароутворення гріючої пари, тоді споживана потужність визначиться як $Q = D \times r / 3600$; для пари тиском 7 бар $r = 2066$ кДж/кг, для пари тиском 4 бар $r = 2133,8$ кДж/кг.

Пропоноване рішення. З метою удосконалення системи тепло-постачання танкера пр. 15966 пропонується для живлення усіх споживачів (окрім кінцевого підігрівника важкого палива ГД) використовувати насичену пару тиском 4 бар, яка має більшу приховану теплоту пароутворення, що приведе до зменшення витрат гріючої пари. Включити до складу системи охолодження наддувного повітря термо-масляний контур та утилізаційний парогенератор. Таким чином, системи теплопостачання танкера включатиме наступне обладнання: допоміжні котли, утилізаційний парогенератор головного двигуна (УПГ ГД), термо-масляний контур (ТМК) для живлення КПВП, утилізаційний парогенератор охолодника наддувного повітря (УПГ ОНП).

Для визначення можливої продуктивності УПГ ГД прийнята наступна вхідна інформація:

експлуатаційна потужність головного двигуна 6ДКРН 60/195-10 на ходовому режимі – $Ne = 7150$ кВт;

питома витрата важкого палива на режимі – $be = 0,186$ кг/(кВт×год.)

температура відхідних газів ГД (на вході в УПГ ГД) – $t_{\Gamma} = 230^{\circ}\text{C}$;

температура газів на виході із УПГ ГД – $t_{\text{ВГ}} = 190^{\circ}\text{C}$;

тиск насиченої пари – $P_{\text{УПГ ГД}} = 4$ бар;

температура насиченої пари – $t_{\Pi} = 143,6^{\circ}\text{C}$;

ентальпія насиченої пари – $I_{\Pi} = 2738,5$ кДж/кг;

температура живильної води на виході із теплового ящика – $t_{\text{ЖВ}} = 60^{\circ}\text{C}$;

ентальпія живильної води – $i_{\text{ЖВ}} = 251$ кДж/кг;

сумарний коефіцієнт надлишку повітря в ГД – $\alpha_{\Sigma} = 3,4$;

коефіцієнт збереження тепла в УПГ ГД – $\zeta_{\text{УПГ}} = 0,98$;

теоретична необхідна кількість повітря для згоряння одного кілограма важкого палива – $L_0 = 14,3$ кг/кг;

середня ізобарна теплоємність відхідних газів в процесі їх охолодження в УПГ ГД – $c_{\text{ВГ}} = 1,03$ кДж/кг;

Витрати палива на головний двигун на експлуатаційному режимі

$$B_{\text{ПАЛ}} = Ne \times be / 3600 = 7150 \times 0,186 / 3600 = 0,3694 \text{ кг/с.}$$

Витрата повітря на головний двигун

$$G_{\text{ПОВ}} = Ne \times be (1 + \alpha_{\Sigma} \times L_0) / 3600 = 7150 \times 0,186 (1 + 3,4 \times 14,3) / 3600 = 18,3 \text{ кг/с.}$$

Витрата відхідних газів головного двигуна

$$G_{\text{ВГ}} = B_{\text{ПАЛ}} + G_{\text{ПОВ}} = 0,37 + 18,3 = 18,67 \text{ кг/с.}$$

Розрахункову продуктивність УПГ ГД визначимо із рівняння його теплового балансу:

$$D_{\text{УПГ ГД}} = \zeta_{\text{УПГ}} \times G_{\text{ВГ}} \times c_{\text{ВГ}} \times (t_{\Gamma} - t_{\text{ВГ}}) / (I_{\Pi} - i_{\text{ЖВ}}) = \\ = 0,98 \times 18,67 \times 1,03 \times (230 - 190) / (2738,5 - 251) = 0,303 \text{ кг/с; (1090 кг/год.)}$$

Прийнято $D_{\text{УПГ ГД}} = 1$ т/год.

Теплова потужність кінцевого підігрівача важкого палива для ГД, кВт

$$Q_{\text{КПВП}} = B_{\text{КПВП}} \times c_{\text{ВП}} (t_{\Pi 1} - t_{\Pi 2}) / 3600 = 1369 \times 2,0 (135 - 70) / 3600 = 50,$$

де $B_{\text{КПВП}} = 1369$ кг/год. – витрата палива на КПВП (проектні дані);

$c_{\text{ВП}} = 2,0$ кДж/(кг×град.) – питома теплоємність важкого палива;

$t_{\Pi 1}, t_{\Pi 2}$ – температура палива на виході/вході в КПВП, відповідно, 135/70°C.

Температура наддувного повітря на вході в теплообмінник КПВП (за компресором ГТН), °C

$$t_{\Pi 1} = (t_{\text{ВХ}} + 273) [1 + (\pi_{\text{К}}^{0,286} - 1) / \eta_{\text{К}}] - 273 = \\ = (37 + 273) [1 + (3,3^{0,286} - 1) / 0,77] - 273 = 201,$$

де $t_{\text{ВХ}} = 37^{\circ}\text{C}$ – температура повітря на вході в компресор ГТН;

$\pi_{\text{К}} = 3,3$ – ступінь підвищення тиску в компресорі;

$\eta_{\text{К}} = 0,77$ – адіабатний ККД компресора

Температура наддувного повітря на виході з теплообмінника термо-масляного контуру (див. рис.)

$$t_{\text{нп2}} = t_{\text{нп1}} - Q_{\text{КПВП}} / (G_{\text{ПОВ}} \times c_{\text{ПОВ}} \times \zeta_{\text{ТМК}}) = 201 - 50 / (18,3 \times 1,005 \times 0,98) = 198^{\circ}\text{C}.$$

Витрати теплоносія (масла) в термо-масляному контурі

$$G_{\text{ТМК}} = Q_{\text{КПВП}} / (c_{\text{М}} \times (t_{\text{М1}} - t_{\text{М2}})) = 50 / (1,9 (165 - 100)) = 0,405 \text{ кг/с; } (1460 \text{ кг/год.})$$

Тут $c_{\text{М}} = 1,9 \text{ кДж/(кг град.)}$ – питома теплоємність масла; $t_{\text{М1}}, t_{\text{М2}}$ відповідно температура масла на виході/вході в КПВП, 165/100°C.

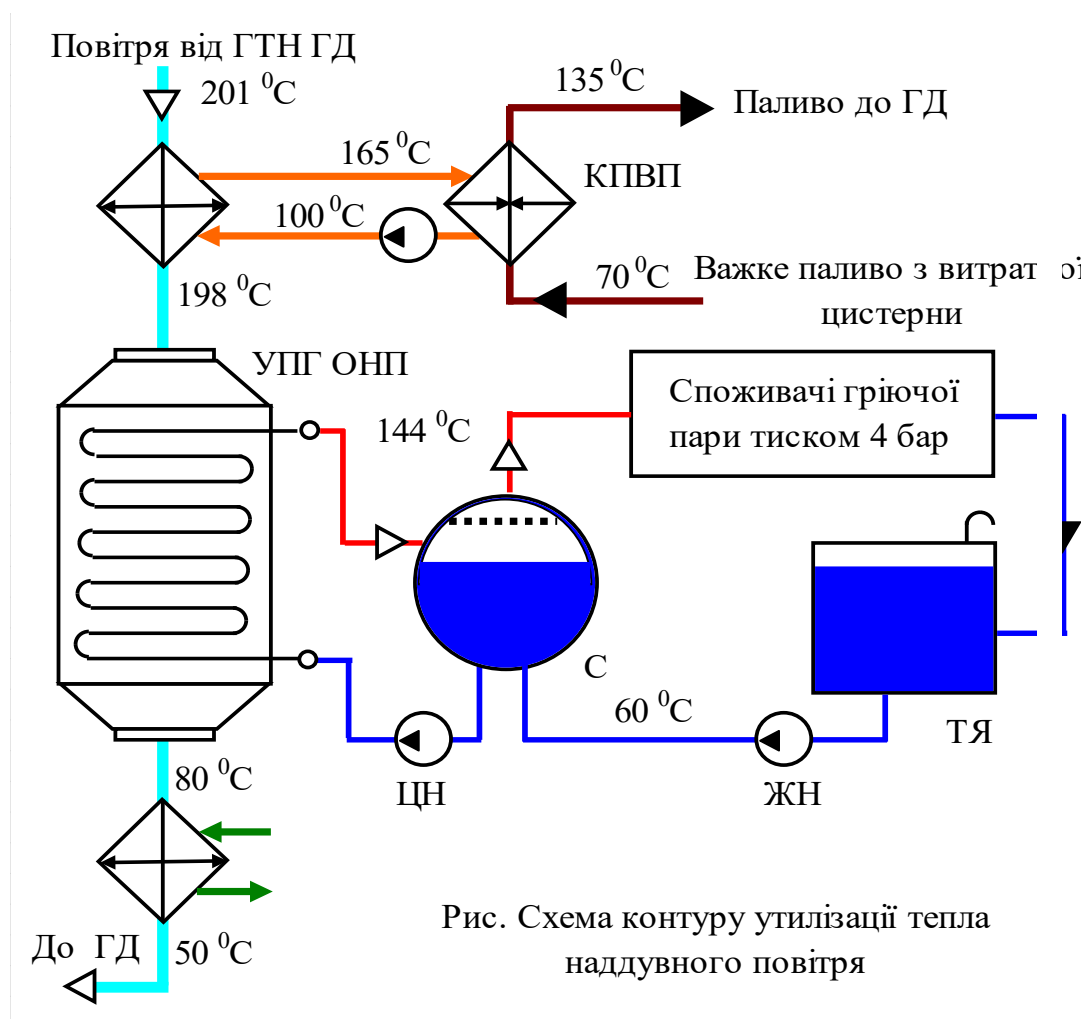


Рис. Схема контуру утилізації тепла наддувного повітря

Кількість теплоти, кВт, що віддає наддувне повітря в УПГ ОНП:

$$Q_{\text{УПГ ОНП}} = G_{\text{ПОВ}} \times c_{\text{ПОВ}} \times (t_{\text{нп2}} - t_{\text{нп3}}) = 18,3 \times 1,005 \times (198 - 80) = 2170,$$

де $t_{\text{нп2}} = 195^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{нп3}} = 80^{\circ}\text{C}$ – відповідно, температура повітря на вході/виході в УПГ ОНП.

Паропроодуктивність УПГ ОНП визначається із рівняння його теплового балансу:

$$D_{\text{УПГ ОНП}} = \zeta_{\text{УПГ}} \times Q_{\text{УПГ ОНП}} / (I_{\text{П}} - i_{\text{ЖВ}}) = 0,98 \times 2170 / (2738,5 - 251) = 0,848 \text{ кг/с;}$$

або $D_{\text{УПГ ОНП}} = 3050 \text{ кг/год.}$ Прийнято $D_{\text{УПГ ОНП}} = 3 \text{ т/год.}$

Тут $I_{\text{П}}, i_{\text{ЖВ}}$ – відповідно ентальпія пари, що продукується в УПГ ОНП, та живильної води: $I_{\text{П}} = 2738,5 \text{ кДж/кг}$ (насичена пара тиском 4 бар); $i_{\text{ЖВ}} = 251 \text{ кДж/кг}$ (при температурі води 60°C).

Виконані розрахунки визначили характеристики основного обладнання модернізованого теплогенеруючого комплексу танкера пр. 15966:

два допоміжних котла типу КАВ 6/4 паропроодуктивністю 6000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

один утилізаційний парогенератор, що використовує теплоту відхідних газів ГД продуктивністю 1000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

один утилізаційний парогенератор, що використовує теплоту наддувного повітря продуктивністю 3000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

термо-масляний контур (котел) для живлення кінцевого підігрівача важкого палива (50 кВт, температура масла 165°C).

Висновок. Включення до складу теплогенеруючої установки танкера УПГ ОНП, ТМК та перехід на знижені параметри теплоносія зменшує установлену продуктивність допоміжних котлів і їх навантаження на ходових режимах роботи судна порівняно з базовим варіантом в 2...3 рази (див. табл.), забезпечує відповідну економію котельного палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Расчет паровой нагрузки котельной установки. Выбор котлоагрегатов и конденсационной установки. Конструкторская документация. 15966 – 024 – 012.

Improvement Of The Heat Supply System Of The Tanker Project 15966

Pidvysotskyi M.V., Bondarenko M.S., Hotsulyak M.O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Considered the issues of improving the heat supply of the project 15966 tanker by reducing the parameters of the coolant and more efficiently utilizing the heat of the charge air of the main engine.

Keywords. Waste steam generator, charge air heat, thermo-oil boiler, three-section charge air cooler, thermal scheme of the ship's power plant.

УДК 621.7.044

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛІВ СУДНОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Авдюнін Р.Ю., викладач,

Хоменко В.С., викладач,

Челпанов А.О., студент

Херсонський навчально-науковий інститут

Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Анотація: У роботі розкрито фізичну суть впливу обробки імпульсним магнітним полем на структурно-чутливі властивості інструментальних матеріалів, багатокомпонентних рідинних систем, матеріалів та виробів суднового машинобудування.

Ключові слова: обробка імпульсним магнітним полем, характеристика матеріалу, суднове машинобудування, ізотоп, релаксація

Метод обробки імпульсним магнітним полем (ОІМП) був запропонований у СРСР у 1973 р., коли вперше було висунуто положення про можливість перебудови реальної структури конденсованих систем у результаті дії на них послідовності імпульсів відносно слабого магнітного поля з крутим переднім фронтом. В СРСР були створені промислові ділянки та цехи з імпульсної обробки високоміцних металів на основі вибухової технології, які дали можливість на оборонних підприємствах країни значно підвищити якість обраних матеріалів.

Незважаючи на те, що енергія взаємодії полів з магнітними моментами в твердих тілах і рідких середовищах значно менша за теплову, ефект ОІМП встановлений на