

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ДРУГИЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

УДК 62-977

DOI:10.30977/BUL.2219-5548.2018.81.0.48

ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШТАТНОЇ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ДИЗЕЛЯ

Федоров А.Ю., НТУ «ХП»

Анотація. Виконано визначення працездатності штатної системи охолодження технічно застарілої наземної транспортної машини з дизелем типу В-46-6. Розглянуто модернізацію існуючого зразка наземної транспортної машини з дизелем типу 5ТДФ і проаналізовано роботу нового дизеля зі штатною системою охолодження машини.

Ключові слова: олива, модернізація, теплопередача, теплообмінник, вентилятор, дизель.

Вступ

Щороку транспортна машинобудівна галузь створює нові й покращує існуючі модифікації транспортних засобів (ТЗ). В загальній кількості обсяг виробництва ТЗ кожного року перевищує мільйони одиниць, в які входять різні за призначенням автомобілі, потяги, човни і т.д. У більшості випадків, модернізація ТЗ є нерентабельною через велику кількість змін, які необхідно внести в конструкцію. У випадках, коли ТЗ проходить чергове технічне обслуговування, можуть розглядати поновлення працездатності шляхом модернізації силової установки. Окремим питанням слід розглядати наземні транспортні машини (НТМ), що також належать до цієї галузі. Якщо бойова машина протягом визначеного життєвим циклом часу зберегла працездатність, тобто не використовувалась, чи силова установка вимагає заміни через знос деталей, або працездатна НТМ почала технічно застарівати, то виробник передбачає заходи щодо модернізації і, в першу чергу, силової установки. Силова установка визначає тактико-технічні характеристики НТМ, її непомітність та рухливість і т.д., тому розробники завжди намагаються підвищити питому потужність та зменшити рівень шуму. Компактність силової установки визначає розміри силуету: чим менший об'єм займатиме силова установка, тим меншими розміри моторно-трансмісійного відсіку (МТВ), а отже, меншою можливістю враження під час бою. Також модернізація силової установки впливає на економічність і надійність.

Світовий парк НТМ нараховує у своєму складі велику кількість НТМ із поршневими

двигунами внутрішнього згорання, що використовуються багатьма державами світу. Розглядаючи тенденції щодо цієї НТМ, багато держав пройшло шлях по створенню модернізованих модифікацій цієї машини, котрі відповідатимуть сучасним вимогам до бойових машин. В Україні НТМ з моменту виготовлення вже протягом 40 років не отримували гідного варіанта модернізації. Враховуючи велику кількість одиниць технічно застарілої НТМ в Україні та за її межами, актуальним стає питання розробки варіанта модернізації НТМ на базі вітчизняних розробок. А саме модернізації силової установки на базі вітчизняного транспортного дизеля типу 5ТДФ зі збереженням базових елементів – штатної системи охолодження двигуна внутрішнього згорання (СОДВЗ).

Аналіз публікацій

Відкритих публікацій за даною тематикою небагато [1]. Взагалі, дані приводяться узагальнені, без уточнення конструктивних особливостей НТМ та їх систем. У технічно розвинених країнах питання виготовлення, експлуатації, модернізації, утилізації НТМ закладається заводом-виробником при розробці життєвого циклу конструкції. Прикладом такої роботи є життєвий цикл НТМ американського танку Абрамс М-60А1.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є визначення працездатності штатної СОДВЗ НТМ з дизелем В-46-6 у процесі модернізації шляхом заміни штатного двигуна внутрішнього згорання на дизель вітчизняного виробництва типу 5ТДФ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі: порівняти конструкції, характеристики СОДВЗ НТМ і виконати моделювання роботи штатних теплообмінників сумісно з новим дизелем та порівняти можливість СОДВЗ відводити необхідну кількість теплоти від нового ДВЗ.

Формування методики визначення працездатності СОДВЗ

У вихідній специфікації виробника НТМ, що розглядається, та інші типові машини, які є модифікаціями, включають у себе силову установку з дизелем В-46-6 з об'єктивною потужністю 510 кВт виробництва ЧТЗ (Челябінський тракторний завод) із системою охолодження вентиляторного типу. Як альтернативу пропонується застосовувати вітчизняну модифікацію дизеля типу 5ТДФ, розроблену для вдосконалення НТМ, яка має у своєму складі механічну передачу для привода штатного вентилятора СОДВЗ.

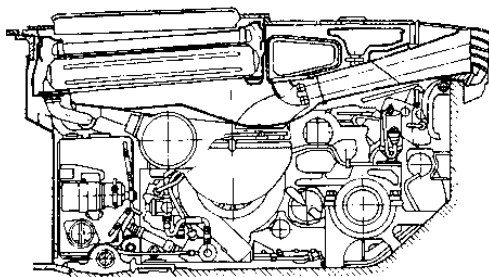
Базовим етапом у процесі модернізації НТМ є визначення конструктивних особливостей СОДВЗ транспортного дизеля В-46-6 та 5ТДФ. Тут визначається питання компонування МТВ та необхідність внесення конструктивних змін у існуючі НТМ.

Дизель типу 5ТДФ і його модифікації встановлюються на різні НТМ, особливістю

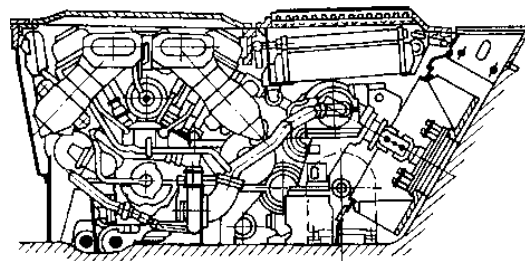
СОДВЗ яких є ежекційний спосіб прокачування повітря через теплообмінники (рис. 1, а). Відпрацьовані гази після витоку з циліндра виконують роботу на колесі силової турбіни і далі рухаються до випускного ресивера, що поєднано із соплами ежекційних насосів, встановлених у кришці МТВ. Залежно від витрати відпрацьованих газів відбувається зміна витрати повітря через теплообмінники СОДВЗ і трансмісії [2].

Дизель В-46-6 працює у складі силової установки із прокачуванням повітря через теплообмінники за допомогою вентилятора (рис. 1, б). Вентилятор СОДВЗ приводиться в дію дизелем і жорстко пов'язаний із колінчастим валом через механічну двоступеневу передачу [3–5].

Таким чином, маємо для розгляду два дизелі з принципово різними типами способів прокачування повітря через теплообмінники. При встановленні транспортного дизеля типу 5ТДФ до МТВ НТМ перед розробниками постало завдання розмістити дизель у МТВ та визначити спосіб передачі крутного моменту з колінчастого вала дизеля до вентилятора штатної СОДВЗ. У результаті ДП «ХКБД» разом із ДП «ХКБМ» та ДП «ХБТРЗ» і київським ДП «КБТРЗ» виготовили одиничний варіант модернізації НТМ (рис. 2, а, б) [6].

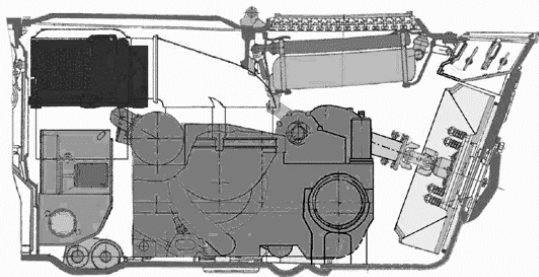


а

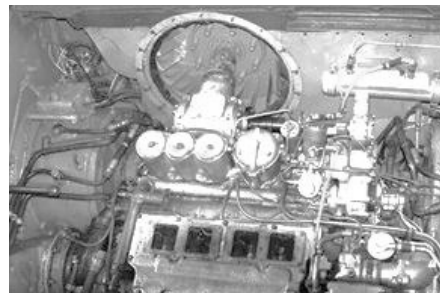


б

Рис. 1. Схема МТВ НТМ із різними типами СОДВЗ: а – МТВ з ежектором та дизелем 5ТДФ; б – МТВ з вентилятором та дизелем В-46-6



а



б

Рис. 2. МТВ модифікації НТМ із транспортним дизелем типу 5ТДФ та штатною СОДВЗ: а – схематичне зображення; б – зображення діючого МТВ НТМ

Відповідно до варіанта модернізації у НТМ встановлено дизель 5ТДФМА-1 зі штатною вентиляторною СОДВЗ та вентилятором, що активується через зубчасту передачу від шестерні, встановленої на одному з колінчастих валів дизеля.

МТВ НТМ з ежектором включає в себе пакет теплообмінників, який складається з двох, подібних за конструкцією рідинних теплообмінників, послідовно з'єднаних між собою і розташованих на нижньому рівні під теплообмінниками оливи. У МТВ розташовано на одному рівні два теплообмінники охолодження моторної оливи та один трансмісійної оливи. Причому слід зазначити, що теплообмінник моторної оливи займає 2/3

ширини від загального пакету теплообмінників, а теплообмінник трансмісійної оливи займатиме третину. Геометричні розміри трубок пакетів теплообмінників на обох НТМ відповідно до креслень є ідентичними. Рідинні теплообмінники фактично є однаковими. За конструкцією є значна різниця трубного пакету теплообмінника моторної оливи. Порівняння пакету теплообмінників СОДВЗ НТМ з вентилятором показує, що розташування теплообмінників, їх схема сполучення практично повторює СОДВЗ НТМ з ежектором, відмінністю є наявність двох теплообмінників моторної оливи, замість одного, що з'єднуються послідовно між собою (рис. 3).

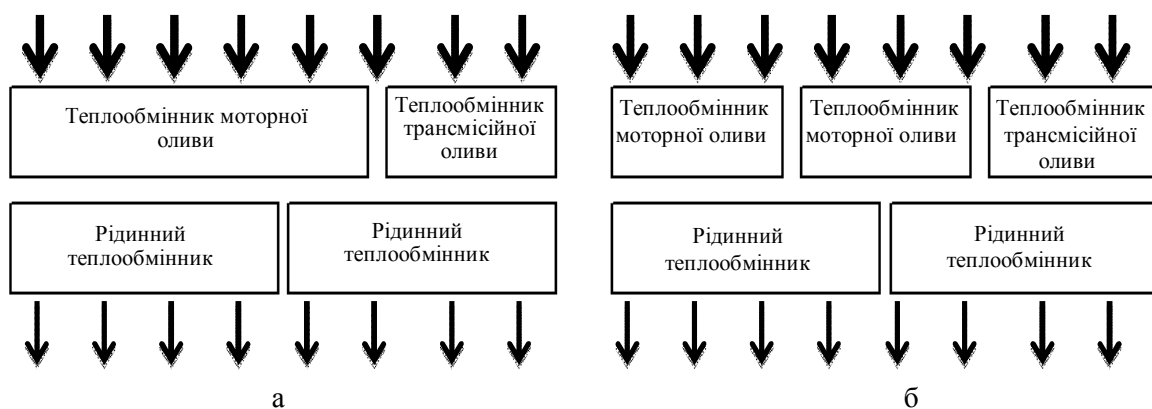


Рис. 3. Схеми розташування теплообмінників СОДВЗ НТМ: а – з ежектором; б – з вентилятором

Отже кожна з СОДВЗ відрізняється за принципом прокачування повітря через теплообмінники. Наступним етапом визначення є порівняння принципів гідравлічних схем СОДВЗ (рис. 4, 5), а саме рідинної та моторної оливи. Варто зазначити при аналізі для спрощення не відображено схематично та не враховується робота допоміжних систем.

Розглянемо схеми НТМ з вентилятором та дизелем В-46-6. Система змащення є із сухим картером, основні елементи, що входять до системи, зображено на рис. 4; крім того, на рисунку не відображено гідравлічні магістралі для підігріву силової установки за низької температури, оскільки система підігріву застосовується короткочасно під час запуску силової установки.

Система охолодження охолоджуючої рідини є закритого типу, високотемпературною. На рис. 5 не відображено підігрівач та його гідравлічні магістралі.

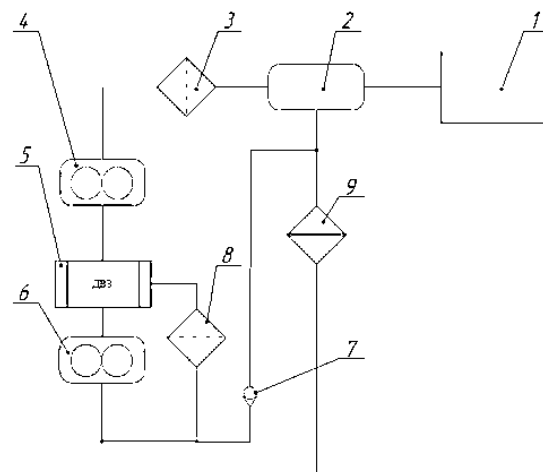


Рис. 4. Гідравлічна схема системи змащення НТМ з вентилятором: 1 – поповнювальний бак; 2 – основний бак; 3 – фільтр моторної оливи; 4 – насос моторної оливи; 5 – дизель; 6 – секції оливовідкачувальних насосів; 7 – перепускну клапан; 8 – відцентровий фільтр моторної оливи; 9 – тепловий фільтр моторної оливи

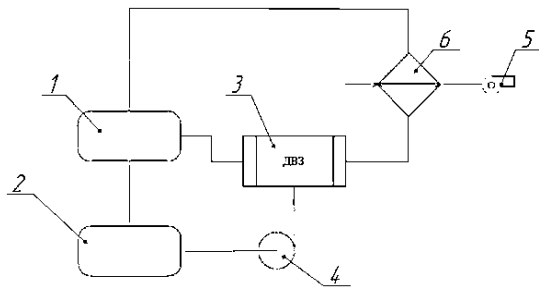


Рис. 5. Гідравлічна схема системи охолодження охолоджуючої рідини НТМ з вентилятором: 1 – розширювальний бак; 2 – основний бак; 3 – дизель; 4 – рідинний насос; 5 – вентилятор; 6 – рідинні теплообмінники

Щодо конструктивних змін, то при застосуванні дизеля 5ТДФМА-1 у НТМ з вентилятором необхідно демонтувати штатний відцентровий фільтр, адже у дизеля є власний повнопоточний відцентровий фільтр моторної оливи, демонтовані штатні баки моторної оливи і замість них встановити один бак оливи дизеля з підгрівом від котла підігрівача. Також у зв'язку зі зміною кількості й розташування баків змінено конструкцію і траси окремих трубопроводів. У рідинній системі відсутні конструктивні зміни. Двигун 5ТДФМА-1 після внесення незначних конструктивних змін можна встановити до МТВ зі збереженням штатних елементів СОДВЗ.

Після аналізу конструктивних факторів та можливості компонування нового дизеля у МТВ необхідно перейти до етапу розрахункових досліджень.

Працездатність СОДВЗ НТМ характеризує можливість забезпечення роботи дизеля та його системи на номінальному режимі роботи. При модернізації залишаються штатні елементи СОДВЗ. Тому першочерговим під час розробки методики є створення математичної моделі розрахунку пакету штатних теплообмінників та перевірка адекватності.

Для розрахунків було створено програму сумісного розрахунку пакету теплообмінників. Спрощено показано алгоритм роботи програми на рис. 6.

При розрахунках СОДВЗ дизелів застосовувалась одновимірна математична модель розрахунку теплообмінника на встановленому стаціонарному режимі навантаження, що відповідає роботі дизеля у складі силової установки НТМ під час руху по рівній поверхні із незмінним опором руху на 5-й передачі бортової коробки передач. У процесі моделювання, як правило, спрощують мо-

дель розрахунку теплообмінника, вважаючи, що коефіцієнт тепловіддачі на усій поверхні теплообмінника є незмінним, а отже і щільність теплового потоку також має бути однаковою. У цьому разі відомо, що значення теплового потоку через стінку теплообмінника в кожній точці є відмінним. У такому випадку середня різниця температур не відрізнятиметься від загально прийнятої логарифмічної.

Різна температура теплоносія буде безпосередньо впливати на коефіцієнт тепловіддачі, також будуть впливати забруднення поверхонь відхилення геометрії поверхні при виготовленні. У зв'язку з тим, що без експериментальних досліджень завдання граничних умов і визначення параметрів роботи теплообмінника є складною задачею, запропоновано використання методики розрахунку американських дослідників В.М. Кейса та А.Л. Лондона [7].

Вони пропонують користуватись аналогією з масообмінними апаратами при визначенні теплообміну, що дає змогу отримати пряме рішення, на відміну від пошуку при послідовному наближенні за використання середньологарифмічних температур. За методикою застосовуються базові принципи розрахунку теплообмінних апаратів.

Характеристика ефективності роботи теплообмінника

Авторами запропоновано застосовувати ефективний коефіцієнт корисної дії (ККД) та кількості одиниць переносу тепла подібно до масообмінних апаратів. Такий підхід дозволяє спростити розрахунок робочого процесу теплообмінника, відмовившись від традиційного розрахунку при послідовному наближенні при використанні середньологарифмічної різниці температур із відповідними коефіцієнтами похибки для багатходових теплообмінників.

Для розрахунків застосовувались коефіцієнти та залежності, отримані дослідниками для поверхонь теплообміну, аналогічних до досліджуваних.

Дані щодо теплопередачі для розглянутих поверхонь представлені у формі залежності фактора Стентона–Прандтля від критерію Рейнольдса, що дозволяє перейти до критерію Нусельта; дані щодо аеродинамічного опору подано у формі залежності фактора тертя від критерію Рейнольдса.

З урахуванням цього виконано комплексний розрахунок для пакету секцій оливи та

рідинних теплообмінників СОДВЗ НТМ. Базовою є математична модель розрахунку кожного з теплообмінників, різниця полягає у граничних умовах. Так, вхідними параметрами для кожного теплообмінника є геометричні параметри його поверхонь, температури теплоносіїв на вході, взаємне розташування теплообмінників одного типу, температура й витрата повітря та рідини на вході. При розрахунковому визначенні працездатності витрати охолоджуючих рідин визначають для опору гідравлічної мережі НТМ зі штатною СОДВЗ. За відомою кривою опору мережі можна виконати аналіз кількості прока-

чаної охолоджуючої рідини і оливи через теплообмінники насосами транспортного дизеля 5ТДФМА-1 на відповідному швидкісному режимі.

Адекватність математичної моделі розрахунку пакету теплообмінників визначалась шляхом порівняння із результатами натурних досліджень системи охолодження НТМ ДП «ХКБМ» на стенді, зведеними в акті [8]. У табл. 1 відображено стисле порівняння результатів перевірки адекватності за параметрами загальної теплоти, відведеної теплообмінниками.

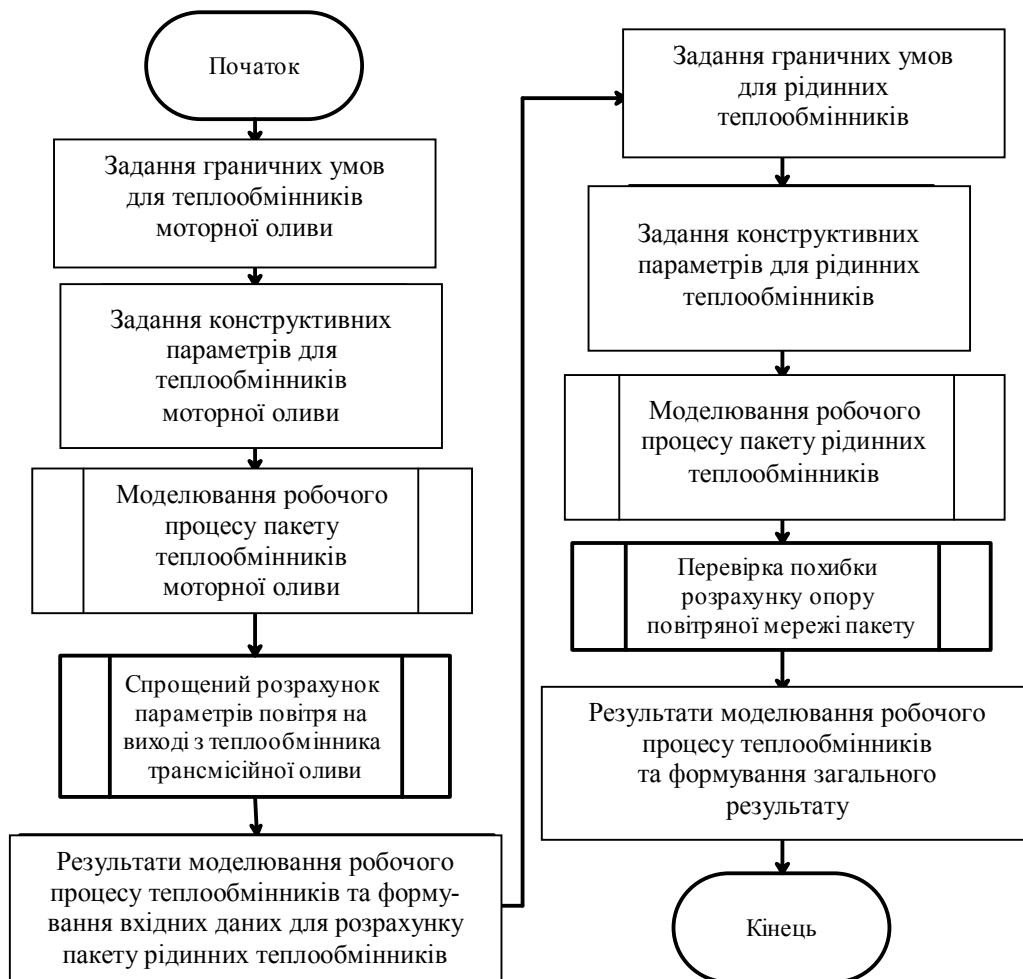


Рис. 6. Блок-схема програми розрахунку пакету теплообмінників НТМ

Таблиця 1 – Перевірка адекватності математичної моделі розрахунку теплообмінника

Робочі параметри теплоносіїв				Контрольні параметри на виході з теплообмінника за даними експерименту		Параметри на виході з теплообмінника, отримані після розрахунку	
t_{op}	t_{mo}	t_{vx}	$G_{вент}$	$Q_{заг}$	$t_{вих}$	$Q_{заг}$	$t_{вих}$
°C	°C	°C	кг/с	кВт	°C	кВт	°C
97,8	107	19,6	7,2	345705,3	67,4	345708	67,29
93,2	104	19,8	6,6	307597,2	65,9	304668	65,655
94,3	104,1	19,8	6,1	294628	67,7	292892	67,49
95,7	105,7	20,1	5,7	279043,7	68,6	286028	69,64

Як видно з табл. 1, при граничних умовах, що відповідають експериментальним, розрахункова тепловіддача відрізняється від експериментальних не більш ніж на 2,5 %, що говорить про достовірність та адекватність математичної моделі. Відповідно визначено аеродинамічний опір пакетів теплообмінників, що має розбіжність з експериментальними даними не більше 10 %. Що в загальному випадку свідчить про достатню достовірність результатів моделювання.

ДП «ХКБД» виконало модернізацію конструкції вентилятора, а саме внесення зміни у конструкцію кожуха. У результаті витрата повітря (G_b) через вентилятор збільшилася на 19 %, результати дослідження роботи вентиляторної установки за частоти обертання вала ротора $n_{\text{вент}} = 3070^{+20} \text{ хв}^{-1}$ з кожухом «ХКБД» та із оригінальним кожухом наведено на рис. 7.

Витрата повітря, що створюється штатним вентилятором, складає 7,15 кг/с, а вентилятором із кожухом, модернізованим ДП «ХКБД»,

8,46 кг/с на «холодному» двигуні, що є не прогрітим до робочих температур.

Виконано моделювання роботи СОДВЗ для двох випадків: зі штатним вентилятором на найвищій передачі та з модернізованим вентилятором. За розрахунковими даними максимально можлива кількість теплоти, яку може відвести СОДВЗ від охолоджуючої рідини, до модернізації складала 259 кВт, а моторної оливи – 56,99 кВт. У випадку застосування модернізованої модифікації вентиляторної установки вказаний показник для охолоджуючої рідини складає 296,8 кВт, а моторної оливи – 58 кВт, що на 1,86 % більше для оливи і на 12,7 % більше для охолоджуючої рідини.

За результатами дослідження зміни впливу конструкції вентиляторної установки побудовано характеристику тепловіддачі теплообмінників на режимі, що встановився (рис. 8) з прогнозуванням можливого зростання передатного відношення редуктора вентилятора.

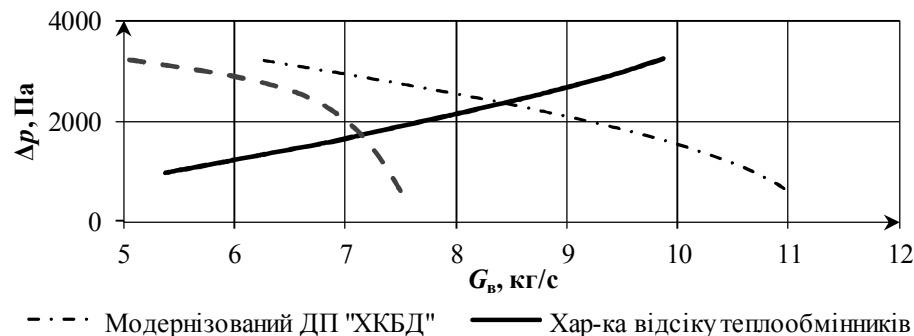


Рис. 7. Витратні характеристики вентилятора за температури навколишнього середовища 20 °С та на непрогрітому дизелі

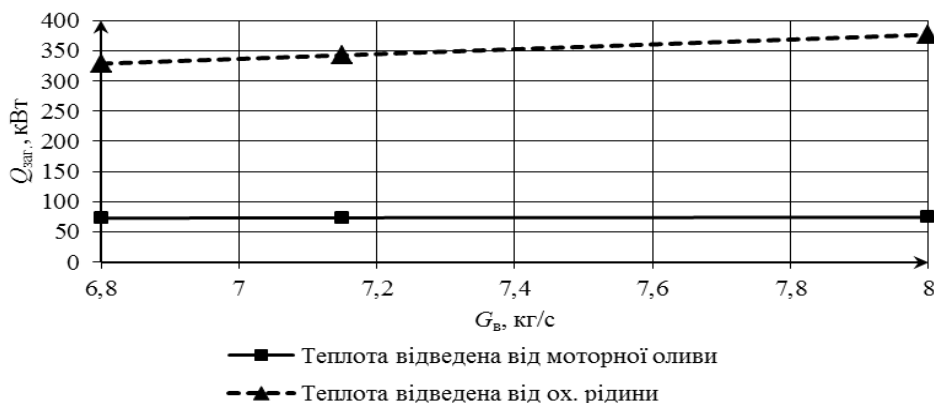


Рис. 8. Характеристика тепловіддачі масляних та рідинних теплообмінників НТМ із дизелем В-46-6 за температури навколишнього середовища 20 °С та на прогрітому дизелі ($t_{\text{оп}} = 115 \text{ °С}$)

Враховуючи різницю частоти обертання колінчастого вала дизеля В-46-6 і 5ТДФМА-1, що є 2000 та 2850 хв⁻¹ відповідно, це тягне за собою збільшення частоти обертання ротора вентиляторної установки. Для номінального режиму роботи дизеля витрата повітря через вентиляторну установку складатиме 8,8 кг/с, що є на 22 % більше від штатної СОДВЗ із застосуванням дизеля В-46-6. Для визначен-

ня працездатності штатної вентиляторної установки з дизелем типу 5ТДФ необхідно провести дослідження тепловіддачі теплообмінників СОДВЗ, враховуючи зміну витрати охолоджуючих рідин через системи. Вплив збільшення частоти обертання вала вентилятору на тепловіддачу теплообмінників можна відстежувати на рис. 9.

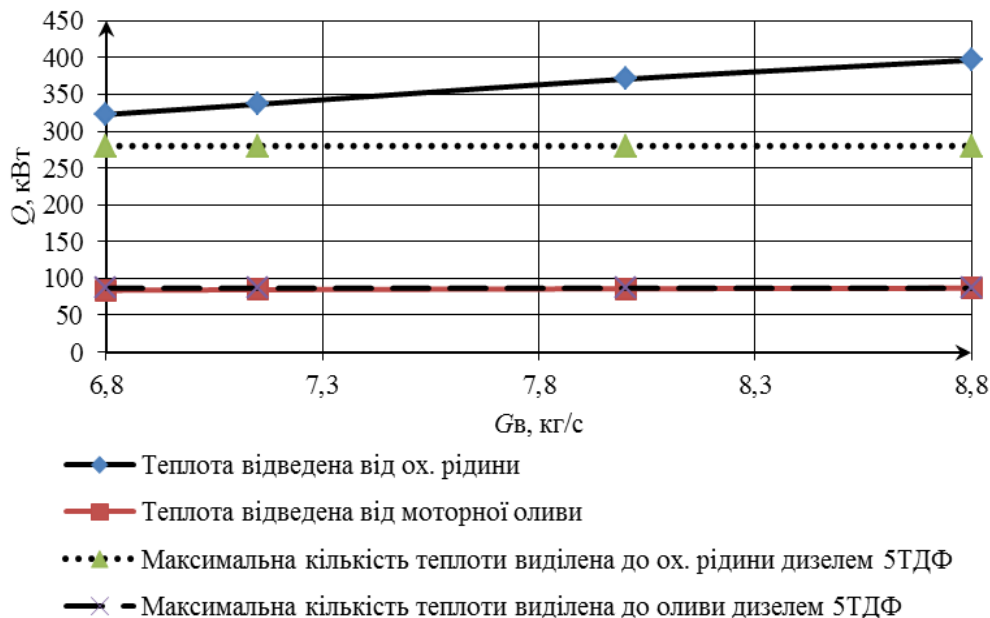


Рис. 9. Характеристика тепловіддачі теплообмінників НТМ із дизелем 5ТДФМА-1 за температури навколишнього середовища 20 °С та на прогрітому дизелі ($t_{op} = 115\text{ °C}$, $t_{mo} = 125\text{ °C}$)

На рис. 9 показано зміну тепловіддачі теплообмінників НТМ за різної витрати повітря і під час роботи із дизелем 5ТДФМА-1 на сталому режимі. Теплота, підведена до моторної оливи, відповідає відведеній теплоті, але з підвищеною температурою до 125 °С. Від охолоджуючої рідини бачимо надлишкове відведення теплоти.

Для визначення працездатності штатної СОДВЗ в умовах зміни дизеля силової установки необхідним є порівняння максимального рівня теплоти, що може відвести система. Але зміна дизеля тягне за собою зміну тепловиділення в охолоджуючі рідини на відповідному режимі. За результатами аналізу СОДВЗ із модернізованою вентиляторною установкою можна зробити висновок, що СОДВЗ відводить від дизеля ту кількість теплоти, що виділилася в результаті його роботи за умови забезпечення витрати повітря на рівні 8,8 кг/с.

Описаний метод визначення працездатності СОДВЗ дозволить кількісно порівняти

кількість теплоти, що підведена до охолоджуючих рідин від транспортного дизеля, із кількістю теплоти, котра відводиться у навколишнє середовище за витрати охолоджуючого повітря, що відповідає номінальному режиму роботи дизеля і максимальній частоті обертання ротора вентилятора.

Висновки

Аналіз конструктивних особливостей СОДВЗ дизеля В-46-6 і 5ТДФМА-1 показав можливість взаємозаміни дизеля з мінімальним втручанням у конструкцію при модернізації НТМ.

Застосування вдосконаленої вентиляторної установки з дизелем типу В-46-6 приводить до покращення відведення теплоти від теплообмінників.

Розраховано параметри тепловіддачі пакету теплообмінників під час роботи штатної СОДВЗ із дизелем 5ТДФМА-1 з модернізованим вентилятором; визначено, що на заданому режимі штатні теплообмінники забез-

печують штатний режим роботи дизеля 5ТДФМА-1.

Сформовано методику визначення працездатності СОДВЗ при модернізації шляхом заміни дизеля.

Література

1. Модернизация танка ABRAMS // Discovery. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=sHZV-Uryndg>.
2. Двигатель 5ТДФ. Техническое описание. – М.: Воениздат, 1977. – 144 с.
3. Танк Т-72А. Техническое описание. Кн.1. – М.: Воениздат, 1986. – 107с.
4. Танк Т-72А. Техническое описание. Кн.2. – М.: Воениздат, 1989. – 508с.
5. Теория и конструкция танка. Вопросы проектирования танковых силовых установок. Т. 4. – М.: Машиностроение, 1984, – 348 с.
6. Т-72УА1. Украинская модернизация советского / К. Рябов // Военное обозрение. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://topwar.ru/25263-t-72ua1-ukrainskaya-modernizaciya-sovetskogo-tank.html>.
7. Кейс В.М. Компактные теплообменники / В.М. Кейс, А.Л. Лондон. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 160с.
8. Технічний акт / ДП «ХКБМ». – Харків, 2005. №297. – 12 с.

References

1. Modernyzatsiya tanka ABRAMS [Modernization of the ABRAMS tank] (2016). Discovery. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=sHZV-Uryndg> [in Russian].
2. Dvyhatel 5TDF. Tekhnicheskoe opysanye [The engine is 5TDF. Technical description]. (1977). Moscow: Voenyndat [in Russian].
3. Tank T-72A. Tekhnicheskoe opysanye. Kn.1. [Tank T-72A. Technical description. Book 1]. (1986). Moscow: Voenyndat [in Russian].
4. Tank T-72A. Tekhnicheskoe opysanye. Kn.2. [Tank T-72A. Technical description. Book 2]. (1989). Moscow: Voenyndat [in Russian].
5. Teoryia y konstruktsiya tanka. Tom 4: Voprosy proektyrovaniya tankovykh sylovykh ustanovok [Theory and design of the tank. The issues of design of tank power

- plants. Vol. 4]. (Vols.1–8). (1984). Moscow: Mashynostroenyie [in Russian].
6. Riabov K. (2013) T-72UA1. Ukraynskaia modernyzatsiia sovetskoho tanka [T-72UA1. Ukrainian modernization of the Soviet tank]. *Voennoe obozreniye -Military Review*. Retrieved from: <https://topwar.ru/25263-t-72ua1-ukrainskaya-modernizaciya-sovetskogo-tank.html> [in Russian].
7. Keis, V.M., London, A.L. (1962). *Kompaktnye teploobmennyky* [Compact heat exchangers]. Moscow-Leningrad: Hosen-erhoizdat [in Russian].
8. Tekhnichnyi akt №297 [Technical act №297]. (2005). Kharkiv: DP «KhKBM» [in Russian].

Федоров Андрій Юрійович, наук. співробітник кафедри ДВЗ, +380662463883, smax.kh@gmail.com, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, вул. Кирпичева, 2.

EVALUATING THE WORKING EFFICIENCY OF A STATIC COOLING SYSTEM UNDER MODERNIZATION OF A POWER INSTALLATION BY DYNEL REPLACEMENT

Fedorov A., NTU «KhPI»

Abstract. Problem. Every year the transport engineering industry creates new and improves old transport means, the volume of which exceeds millions of units annually, this includes cars, boats, tanks, etc. In most cases, modernization is not cost-effective due to the introduction of a large number of changes in the design. A separate unit is a ground transportation vehicle, which was produced in large quantities more than 40 years ago, it is obsolete technically and requires modernization. One of the possible options for modernization is the replacement of the obsolete diesel by a more modern, more powerful one. In the case of this machine, a variant with a diesel engine upgrade of the 5TDF type is proposed. **Goal.** Determine the methodology for assessing the working capacity of the regular cooling system of a ground-based transport vehicle with a V-46-6 diesel engine during modernization by replacing the internal combustion engine with domestic-produced diesel. **Methodology.** The analysis of design features of the cooling systems for the regular and new diesel, the speed of the heat carriers, their types, etc., was used to estimate the amount of heat by the standard cooling system with a standard diesel engine and simulate the operation of the standard heat exchangers together with a new diesel engine of the type 5TDF with the subsequent estimation of an

opportunity of maintenance of working capacity of the given diesel engine by comparison of the brought up heat by a diesel engine and the greatest possible quantity of heat taken away exchangers. **Result.** The performance of the power plant was evaluated during the modernization of the ground transport vehicle with the V-46-6 diesel engine by replacing the diesel with a new one, type 5TDF with the preservation of the regular elements of the cooling system. It is determined that the regular cooling system allows to ensure the operation of a power plant of a ground transport vehicle with a diesel engine of the type 5TDF at the operating mode of operation. **Originality.** Due to the fact that earlier similar studies were carried out in the stand conditions this technique will allow us to simulate the operation of the cooling system before installing a new diesel engine on the up-graded facility. **Practical value.** The method allows to evaluate the efficiency of the regular cooling system of the modernized transport vehicle with the new engine of the power plant.

Key words: oil, modernization, heat transfer, heat exchanger, fan, diesel.

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИТАТНОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ДИЗЕЛЯ

Федоров А. Ю., НТУ «ХПИ»

Аннотация. Выполнено определение работоспособности штатной системы охлаждения технически устаревшей наземной транспортной машины с дизелем типа В-46-6. Рассмотрена модернизация существующего образца наземной транспортной машины с дизелем типа 5ТДФ и проанализирована работа нового дизеля со штатной системой охлаждения машины.

Ключевые слова: масло, модернизация, теплопередача, теплообменник, вентилятор, дизель.
