

ска в цилиндри двигателя, что ведед к снижению сил трения цилиндри-поршневои группы, и в конечном итоге способствует повышению ресурса его работы. Пуск прогретого двигателя, а также последующие пуски в случае его остановки целесообразно производить с использованием ЕН. Следовательно, накопители, при работающем двигателе должны находиться в заряженном состоянии, которое целесообразно производить от стартер-генератора, работающего в генераторном режиме.

Заключение

Проведенный в работе анализ показал, что для осуществления надежного пуска танкового двигателя в условиях температур ниже минус 25⁰С, когда резко ухудшаются пусковые свойства аккумуляторных батарей, альтернативным источником электрической энергии могут быть емкостные накопители энергии,

которые используются совместно с АКБ. При этом, сначала необходимо подключение к стартер-генератору двух последовательно-соединенных АКБ на первой стадии пуска, а затем подключение двух последовательно соединенных ЕН с одновременным отключением АКБ.

Список литературы:

1. М.Г. Калашников *Аккумуляторные батареи с электрическими нагревательными элементами // ВБТ, -№8, 1988, -С.51-54.*
2. В.Д. Константинов, А.В. Павлов *Разогрев танковых аккумуляторных батарей переменным током // ВБТ, -№6, 1987, -С.38-40.*
3. *Методы расчета основных энергетических показателей систем электроснабжения специальных гусеничных машин //ОСТ В3-4055-78, 1978, -21с.*

УДК 621.18

А.Д. Русавський, инж., О.А. Гаркуша, инж., Б.М. Посмітний, инж., Ю.І. Горпинко, канд. техн. наук

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БОЄГОТОВНОСТІ МОТОРИЗОВАНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Постановка проблеми

З середини 90-х років ХХ сторіччя в багатьох країнах світу швидко розвиваються технології нових гідродинамічних джерел тепла. Технічні характеристики таких нагрівників вельми відрізняються від звичних котлів на основі використання органічних палив чи електричної енергії. Відповідно, при використанні нових джерел тепла з'являються додаткові можливості. Вони видаються сприятливими для вій-

ськового застосування, особливо в умовах теперішньої глобальної енергетичної кризи.

Сучасні військові підрозділи є механізованими. Тож задача підвищення боєготовності автомобільної техніки в холодну пору року актуальна для Збройних Сил України в цілому і може знайти нові рішення.

Аналіз публікацій

Основними процесами, що забезпечують можливість виробляти тепло в гідродинамічних агрегатах

є утворення і сплескування кавітаційних пазирів в рідині, що знаходиться у вихровому русі. [1,2]. Таким чином виробництво тепла не потребує зовнішнього нагріву. При цьому, спосіб використання тепла є таким же, як і в традиційних системах теплопостачання. Рідке робоче тіло, пройшовши джерело, підвищує свою температуру (можливо випаровується) і далі переносить тепло до об'єктів його споживання чи накопичення.

Найбільш відомими з нових джерел тепла є такі, що улаштовані на основі вихрових труб з рідким робочим тілом. Їх перевагами є висока ефективність, яка наблизилася до рівня теплових насосів (400%). При цьому, на відміну від останніх, гідродинамічні джерела не вимагають створення складних інженерних споруд для прийому низько-потенціального тепла. Понад-одинична корисна ефективність досягається використанням нових енергій.

На водяному теплоносії досягнутий рівень ефективності вихрових тепло-генераторів складає 190 – 300% [3,4], на поліметилсилоксановій рідині ПМС-300 не менш 390% [4]. Недоліками вказаних систем є наявність іонізуючого випромінювання при їх роботі, порівняно висока складність обладнання, що включає насос перекачування рідини, відсутність можливості виробництва пари.

Дещо пізніше з'явилися роторні конструкції [5], в яких вихровий рух рідини забезпечений обертанням ротора, встановленого в статор з робочим зазором, в якому і проходять необхідні для виділення тепла процеси, включно із кавітацією рідини. Роторно-кавітаційні агрегати здатні підігріти холодну воду до 90 °С за один прохід [6]. Корисна ефективність таких систем досі не перевищує 200 відсотків [2,6], але роторно-кавітаційні джерела не генерують іонізуючого випромінювання й мають просту конструкцію. До технологічного блока в складі статора і посадженого на вал ротора, в принципі, необхідне до-

повнення лише у вигляді системи приводу валу в обертальний рух.

Важливою перевагою роторно-кавітаційних джерел є недавно реалізована можливість виробництва пари рідин. Ряд продуктивності водних парогенераторів, розроблених на ВП "Ваговимірвач", за даними [7,8] складає 25, 50 і 110 кілограм пари за годину. Парадоксальною властивістю гідродинамічних тепло-генераторів [3,6,7,8] є досягнення ними максимальної ефективності при подачі на вхід рідини низької температури [3]. Вона справедлива і для генераторів водяної пари. Вага і габарити технологічних блоків роторних тепло- і парогенераторів набагато менші ніж в аналогічних котлів. Час виходу парогенератора на робочий режим не перевищує 300 секунд [7].

Згідно з даними [9] задачі виробництва різних кількостей тепла джерелами різної потужності є важливими для забезпечення багатьох аспектів боєготовності моторизованих частин і підрозділів. Прикладами різнорідних потреб у джерелах тепла можуть бути: передпусковий підігрів автомобільного двигуна, опалення гаражних боксів, забезпечення підрозділів гарячою водою у польових умовах й тому подібні. Наскільки нам відомо, спеціальний аналіз переваг використання гідродинамічних джерел тепла для потреб військових, зокрема моторизованих, частин і підрозділів досі в літературу проведеним не був.

Мета і задачі досліджень

Метою досліджень було виявлення можливих ситуацій, в яких використання гідродинамічних джерел тепла має істотні переваги в забезпеченні потреб автомобільних і моторизованих частин і підрозділів.

Для досягнення мети було виконано аналіз літературних публікацій і проведені найпростіші схемні й кількісні оцінки.

**Забезпечення боєготовності автомобільної техніки
в умовах стаціонарного автопарку**

Стан питання

Для підвищення боєготовності автомобілів, які на протязі холодної пори року зберігаються в стаціонарних умовах, нині застосовують декілька варіантів їх зберігання. Найкращим вважається використання опалюваних боксів, але це надто затратний варіант. Гаражні бокси мають невдалу для зберігання тепла геометричну форму. Вони є високими одноповерховими спорудами, через це для них притаманна велика питома поверхня контакту будівельних конструкцій з довкіллям на одиницю опалюваного об'єму.

Для забезпечення в подальшому економічності опалення, при їх спорудженні необхідне використання якісних, а значить дорогих, будівельних конструкцій. Якщо спробувати зекономити на таких капітальних затратах різко зростуть експлуатаційні витрати на паливо. Груба оптимізація капітальних й експлуатаційних затрат дає оцінку витрати тепла на рівні, порядку потреб стандартного п'ятиповерхового будинку для однієї гаражної споруди на 30 автомобілів.

З причин високих витрат на розглядуваний варіант автомобільна техніка Збройних Сил України забезпечена опалюваними боксами менше ніж на 10 відсотків. Це при тому, що в спадок їм залишилися капітальні споруди економічно потужного СРСР. У розглядуваного способу є і додаткові недоліки. Об'єм гаражних споруд, де для забезпечення боєготовності автомобілів дійсно необхідна підвищена температура, становить малу долю від загального. Проміжки часу, в які дійсно необхідна підвищена температура в цих незначних об'ємах, є малим відносно протягу холодної пори року. Зберігання автомобілів в умовах закритого опалюваного приміщення знижує їх корозійну стійкість й експлуатаційний ресурс.

Ці моменти враховує інший варіант зберігання автомобільної техніки: в неопалюваних приміщеннях зі спорожненими системами рідинного охолодження. У разі необхідності швидкого масового запуску двигуни, що мають температуру довкілля, слід одночасно відігріти до температур 70-80 °С і залити їх системи охолодження рідиною тих же температур. Необхідна для вирішення цих задач кількість тепла складає 10^6 ккал на автопарк в 150 машин.

Для виробництва такої кількості тепла за час прибуття особового складу по раптовій бойовій тривозі (2 години) необхідне надійне джерело з потужністю 780 кіловат, за умови, що час його виходу на режим не перевищить 30 хвилин. В якості такого джерела використовується водо-мастилогрійка - попередньо створений запас гарячої води (близько десяти тон), який постійно підтримується в нагрітому стані (90 °С) протягом всієї холодної пори року. Варіант потужного надійного котла традиційного виконання, який би швидко виробляв необхідну кількість тепла й готував необхідну кількість води для заповнення систем охолодження автомобілів виявився не конкурентоспроможним.

Недоліками використання водо-мастилогрійки є те, що операції по відігріванню двигуна гарячою водою виконуються вручну, є небезпечними і повільними. Вони спряжені з ризиком розмерзання двигуна за рахунок контакту рідини з великою холодною масою.

Готовність до запуску автомобілів з залитою системою охолодження, може бути забезпечена використанням вбудованих підігрівачів двигунів. Спеціалізована техніка для вирішення задачі за відмови вбудованого підігрівача - це моторні підігрівачі на шасі автомобілів. Їх недоліками є великі вага і габарити, споживання окремого палива - гасу.

Пропозиції покращення

Для опалення гаражних споруд з високою теплоізоляційною якістю будівельних конструкцій, можуть виявитися придатними автономні системи тепlopостачання [4]. За даними розробників термін повернення витрат на них не перевищує два роки. Найбільш доцільним видається варіант застосування автономних систем тепlopостачання таких гаражних споруд, які розташовані далеко від об'єктів постачання органічними паливами, але забезпечені електричною енергією. Для підтвердження прийнятності пропозиції необхідні натурні випробування.

Для вирішення задач передпускового підігріву елементів автомобілів, системи охолодження двигунів яких спорожнені, найбільш доцільним вважаємо використання гідродинамічних парогенераторів. Пара на одиницю ваги переносить енергії приблизно в 15 раз більше порівняно з рідиною в найчастіше використовуваному інтервалі температур 85-50 °С. При передачі тепла споживачеві не відбувається падіння температурного потенціалу теплоносія. Оскільки системи обігріву на основі гідродинамічних парогенераторів ще не відпрацьовувалися в літературі, було виконано детальніше обґрунтування пропозиції. Воно наведене нижче.

Детальне обґрунтування

З метою попередження ушкоджень електричних систем автомобілів відігрів двигунів пропонуємо теплом глухої пари, для підігріву елементів трансмісії допустиме використання відкритої пари. Технологічна схема відігрівання автомобільних двигунів, нагріву запасу води, а також автоматизованої заправки систем охолодження двигунів гарячою водою наведена нижче на Рис. 1.

Щоб забезпечити практичну реалізованість технології, для приводу основних парогенераторів 11 (див. Рис.1), пропонується використання автомобільного двигуна 8. Воно дозволить уникнути необхідності підключення до надійних й потужних електрич-

них джерел, забезпечуючи покриття енергетичних потреб за рахунок резерву моторного палива на декілька годин роботи всіх необхідних парогенераторів автопарку. Для досягнення в період бойової тривоги повної енергетичної автономності достатньо поєднати з приводним ДВЗ резервний електричний генератор 12 потужністю 16 кВт.

Економічність пропозиції можна підвищити використанням таких ДВЗ, які пройшли капітальний ремонт. З цих же міркувань, також пропонується локальне виробництво пари в межах одного гаражного приміщення, що дозволить уникнути проблеми створення розгалужених мереж.

Потребу в сировині для парогенераторів і систем охолодження автомобілів покриває запас води в тепло-ізолюваному баку 1. Температура води, аби вона не замерзла, має підтримуватися на рівні 2 - 5 °С, за рахунок періодичного підігрівання. В якості нагрівника найбільш зручно використати роторний нагрівник води 3, потужністю 5 кВт, з приводом від електродвигуна 2. Агрегат щойно розроблено на виробничому підприємстві "Ваговимірювач" за технологією парогенераторів. Він має додаткові переваги, оскільки може бути застосованим у якості водяного насоса, здатного підігрівати воду. Називати агрегат 2-3 парогенератором дещо зарано, оскільки стійка генерація пари досі не забезпечена. Електричний нагрівач 2-3 здатен забезпечити відігрівання одного автомобілю при регламентних роботах, без запуску двигуна 8 основного агрегату.

Реалізація періодичного підігріву запасу води в баку має бути автоматичною. Для запуску й обслуговування технологічної лінії відігрівання двигунів парою, за попередніми оцінками, необхідно дві особи з спеціально навченого складу.

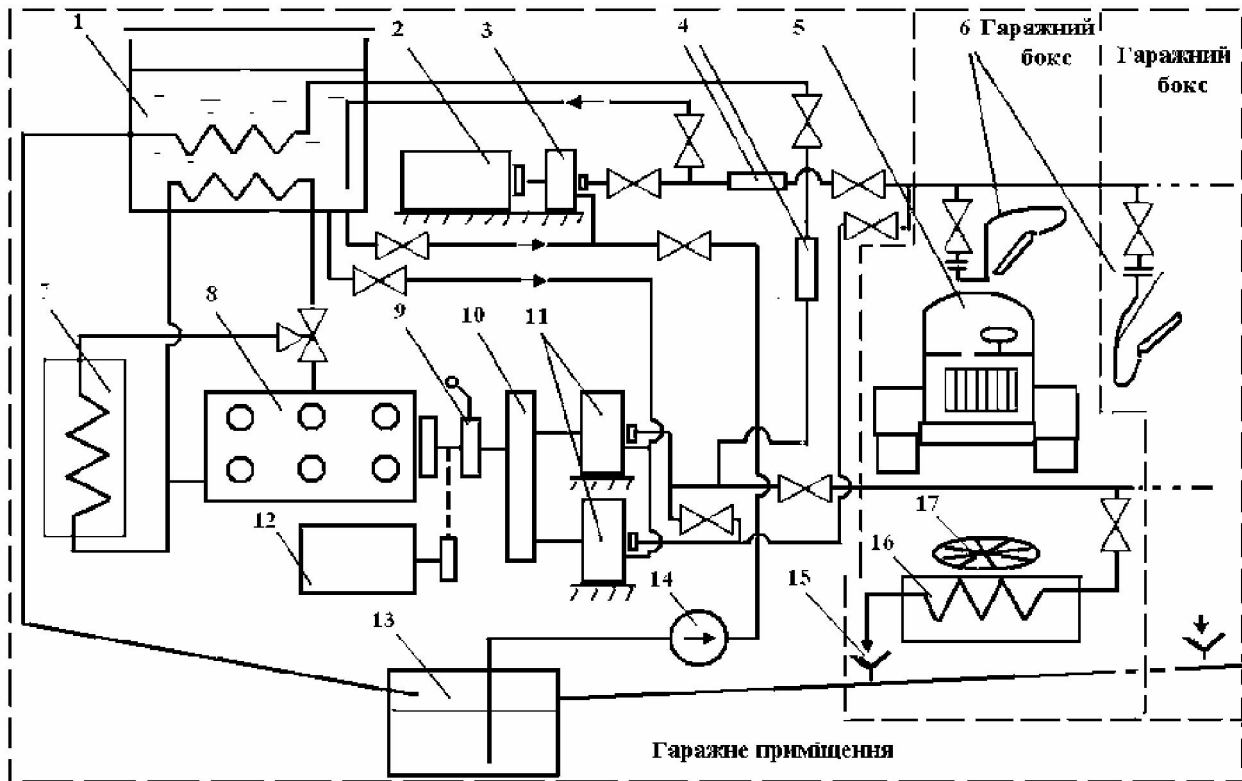


Рис. 1 Технологічна схема масового передпускового підігріву автомобільних двигунів і заправки систем їх охолодження гарячою водою

1 – Бак з водою тепло-ізольований зі змієвиками підігріву води від потоку пари й від системи охолодження ДВЗ. 2- Електродвигун приводу роторного нагрівника малої продуктивності, потужністю 5 кВт. 3 – технологічний блок нагрівника 2. 4 – Прозорі патрубки візуалізації потоків пари і рідини. 5 – Автомобіль. 6 - Гнучкий шланг з заправним руків'ям. 7 – Автомобільний радіатор, на який переключається система охолодження ДВЗ після підігріву води в баці до 40-45 °С. 8 – ДВЗ потужністю не менше 115 кВт з системою передпускового підігріву. 9 – Зчеплення. 10 – Механізм розподілу потужності, який дозволяє відключати одне з навантажень. 11 – Технологічні блоки парогенераторів продуктивністю 110 кг водяної пари на годину. 12 – Резервний електричний генератор, потужністю 16 кВт. 13- Бак для збору водяного конденсату. 14 – Ручний насос для початкового наповнення магістралі подачі конденсату в бак 1. 15 – Зливна горловина. 16 - Повітряний конденсатор водяної пари. 17 – Вентилятор, потужністю 0,25 кВт з електричним приводом

Найбільш поширені в ЗСУ автомобільні двигуни мають потужність 115, 150, 180 кВт. Вона достатня для приводу двох чи трьох технологічних блоків найбільш потужних з парогенераторів [7], кожен з яких споживає $W_{спож}=45$ кВт. Розрахуємо енергетичний баланс виробництва тепла запропонованою системою, й потреб відігрівання 30 автомобілів. Годинне виробництво тепла двох-блочним агрегатом за корисної ефективності технологічних блоків в 150% ($k_{пер}=1,5$), визначене за формулою (1), складе $1,47 \cdot 10^5$ ккал:

$$Q=3600 \cdot (2 \cdot k_{пер} \cdot W_{спож} + Q_{с.о})/4,2 \text{ ккал.} \quad (1)$$

де $Q_{с.о} \sim 0,8 \cdot W_{спож}$ – тепло, яке виділяє система охолодження привідного ДВЗ, й може бути корисно застосоване використанням змієвика в баку з водою.

Повну потребу системи передпускового підігріву 30 автомобілів можна оцінити, як п'яту частину потреб автомобільного парку на 150 машин, відповідно $2 \cdot 10^5$ ккал. Перевіримо потребу в теплоті ще одним способом. Практичним досвідом встановлено, що для відігрівання ДВЗ достатньо пролити через

нього об'єм гарячої води, що вдвічі перевищує об'єм його системи охолодження. Ще один нагрітий об'єм необхідний для заправки води. З цих умов записана розрахункова формула (2)

$$Q = 3 \cdot N \cdot M \cdot c_p \cdot (T_{\max} - T_6), \quad (2)$$

Де N – кількість автомобілів в гаражному приміщенні, M – середня вага води в системах охолодження одного автомобільного ДВЗ, прийнята 40 кг, c_p – питома теплоємність води 1 ккал/кг, $T_{\max} = 90$ °С – максимальна температура, до якої слід нагріти воду, $T_6 = 5$ °С – середня температура запасу води в баку.

Така оцінка дає цифру $3 \cdot 10^5$ ккал. При відігріванні двигуна неможливо використати весь запас тепла води; оскільки чим теплішим буде двигун тим тепліша вода буде з нього вилитися. Враховуючи це, друга оцінка дещо завишена. Таким чином розглядувана система передпускового підігріву за дві години забезпечує виробництво необхідної кількості тепла з деяким запасом. З цих же розрахунків, можна оцінити необхідний запас води. Він складеться з 1200 літрів, необхідних на заправку систем охолодження, плюс 440 кілограм на дві години роботи парогенераторів, плюс резерв. Всього - 2,5- 3 кубічних метри.

Слабким місцем представленої технології є теплообмін між конденсаторами 14 й двигунами автомобілів 5, з використанням проміжного теплоносія – повітря. Відігрівання двигунів, по досягненні ними температур 30-40°С потребуватиме високої (до 0,8) ефективності нагріву проміжного теплоносія. Оцінка ефективності проведена для умов, що на вхід конденсатора весь час подається повітря температурою мінус 20°С, а різниця температур між нагрітим повітрям й двигуном складає 30°С. Така ефективність теплопередачі потребує використання дорогих теплообмінних апаратів. Теплообмінників-конденсато-

рів, має бути використано скільки ж, як і автомобілів в гаражному приміщенні, їх вартість, значною мірою, буде визначати вартість технології в цілому.

Для пом'якшення цієї проблеми можна застосувати найпростіші огороження, які б замкнули повітря, що є проміжним теплоносієм в закриті об'єми. Реально це простір від капоту кожного автомобіля до підлоги. Тоді в процесі циркуляції повітря поступово б прогрівалося, зменшуючи теплове навантаження на конденсатори. Ефективність таких засобів викликає сумніви, її важко оцінити з достатнім рівнем точності.

Більш надійним видається варіант використовувати комбіновані технології відігрівання двигунів в два етапи. Перший, до плюсових температур, забезпечувати паром, другий - гарячою водою. Задача відігрівання двигуна й радіатора до 3-5 °С знижує вимоги по ефективності нагріву проміжного теплоносія вдвічі. За різниці температур понад 100 °С значна доля тепла буде передаватися випромінюванням. Отже допустимо використовувати прості конструкції теплообмінників, можливо з неметалевих матеріалів. Після відігрівання двигунів до позитивних температур залив двигунів водою не спряжений з ризиком її замерзання.

Коли ефективність нагріву двигунів паром знизиться, один з основних парогенераторів 11 (нижній на рис.1) необхідно від'єднати від паропроводу живлення конденсаторів й перевести в режим нагрівника рідкої води, який одночасно є потужним насосом. Такий режим можливий для всіх парогенераторів [7]. Через магістраль заправки водою з рукавами 6, автомобільні двигуни 5, магістраль й бак збору конденсату 13 необхідно організувати циркуляцію гарячої води. Електричний парогенератор при цьому буде забезпечувати повернення конденсату в бак води 1. При підвищенні температури води в конденсатопроводі до 70°С слід припинити подачу води й закрити

зливні краники систем охолодження автомобілів. Двигуни відігріті і заправлені.

Вказані операції має сенс проводити вже після прибуття водіїв. Операції, що забезпечують можливість циркуляції води через системи охолодження двигунів є ручними, прогрів водою потребує нагляду. Зважаючи на потужність насосу, виконання другого етапу прогріву, суміщеного з заправкою має бути швидким. Для зменшення його часу, до прибуття особового складу, слід включити вільний агрегат на підігрів води в баку 1 через відповідний змішувач (Див Рис.1).

Якщо бойова тривога не є зовсім раптовою, а оголошується підвищена боєготовність, представлена система дозволяє підтримувати автомобільні двигуни при плюсових температурах періодичним включенням основних парогенераторів. Вода в баці переводиться на режим зберігання при 60-70°C. За таких умов час виконання необхідних операцій до прибуття водіїв складе менше 30 хвилин. Наявність активних джерел тепла дозволить продовжити відігрів до часу, коли виїде останній автомобіль, який з тих чи інших причин не зміг зробити це одразу. Їх універсальність дозволяє по закінченні операцій підігріву повернути конденсат в бак з водою й просушити всі магістралі парою, з метою попередження їх замерзання.

Для вирішення задач передпускового підігріву двигунів, системи охолодження яких залиті антифризом, пропонується використання електричного парогенератора малої потужності, описаного вище з баком води меншого об'єму. Блок конденсатора, оснащений вентилятором, має бути мобільним, для збору конденсату достатньо відра. Наявність гідродинамічного джерела полегшить проведення регламентних і ремонтних робіт.

Пропозиції покращення боєготовності авто-технічних підрозділів в польових умовах

З представленого вище матеріалу очевидно, що запропонована система нагрівання глухою парою може бути встановлена на шасі автомобіля (ЗІЛ-131, ГАЗ-66, чи більш потужних). Окрім вирішення задач передпускового підігріву, система має полегшити виконання ремонтних робіт.

Мобільна система з переносними нагрівними елементами забезпечити комфортний відпочинок особового складу в наметах, чи навіть в ушкодженому приміщенні. При цьому виключена небезпека отруєння людей вихлопними газами. Також легко реалізується можливість улаштування бані, пральні. Для цього потрібні лише водойма, намет і комунікації з розпилювачами води.

Коментарі й міркування

Опубліковані дані про вартість вже створених парогенераторів дають сприятливий прогноз щодо практичної реалізації запропонованих технологій. Агрегат одиничного виробництва продуктивністю 110 кг пари на годину з новим електричним привідним двигуном коштує 28 тисяч гривень. Відповідно до можливості застосування автомобільних двигунів, які були у використанні й найпростіших конденсаторів, капітальні затрати на оснащення роторно-кавітаційною системою теплопостачання не мають бути надто високими. Для гаражної споруди на 30 автомобілів їх можна оцінити в вартість одного вантажного автомобіля, без спеціальної техніки. Для автопарків, де зберігаються автомобілі з технологічним устаткуванням чи озброєнням, структура затрати – ризик виглядає ще більш привабливою.

Висновки

Гідродинамічні джерела тепла на основі рідких електричних насосів і вихрових труб мають перспективу використання при опаленні гаражних при-

мішень, розташованих в районах, віддалених від інфраструктури постачання органічними паливами.

Роторно-кавітаційні парогенератори з приводом від автомобільних ДВЗ, потенційно здатні підвищувати боєготовність моторизованих підрозділів, як в стаціонарних, так і в польових умовах.

Список літератури:

1. Потапов Ю.С, Фоминский Л.П., Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез с позиций теории движения. Кишнев – Черкасы: «ОКО-Плюс» 2000, 387 с. 2. Фоминский Л.П. Сверхединичные теплогенераторы против Римского клуба.- Черкасы: «ОКО-Плюс». - 2003.- 424 с. 3. Посметный Б.М, Горпинко Ю.И. Активизация дополнительных энерговыделений в вихревых теплогенераторах на основе трубы Ранка. // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харьков: Изд-во ХНАДУ. -2005. – Вып. 29. – С.181-183. 4. Осаул П.А., Осаул А.И., Яковлева И.Г. Разработка автономных систем теплопроизводства с преобразователем энергии движения жидкости, совмещенным с теплообменником. В кн.: Научно-техническая конференция «Аномальные физические явления в энергетике и перспективы создания новых источников энергии». Сборник докладов. Харьков: Изд-во ООО

«Инфобанк», - 2005. –С. 250- 261. 5. Патент США № 5188 090, МПК F 24 C 9/00 U.S. Cl. 126-247. Apparatus for heating fluids. / James L. Griggs. // Бюл. №9, -1994. 6. Посметный Б.М, Горпинко Ю.И. Проблемы повышения конкурентоспособности роторно-кавитационных нагревателей жидкости. // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харьков: Изд-во ХНАДУ. - 2005. – Вып. 30. –С.136-139. 7. Посметный Б.М, Горпинко Ю.И. Импульсные парогенераторы серии «Торнадо». // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харьков: Изд-во ХНАДУ. - 2005. – Вып. 29. –С. 184-186. 8. Посметный Б.М, Горпинко Ю.И. Сверхединичные теплогенераторы роторных конструкций: получение пара и новые физические эффекты. В кн.: Научно-техническая конференция «Аномальные физические явления в энергетике и перспективы создания новых источников энергии». Сборник докладов. Харьков: Изд-во ООО «Инфобанк», - 2005. –С. 268-277. 9. Смирнов А.Т., Швец А.А., Петрич В.Д. и др. Эксплуатація армейських машин. Под общ. Ред. А.Т. Смирнова. М.: ВИ МО СССР, - 1978. -430 с.