

УДК 621.43+621.43.016.4+681.518

І. В. ГРИЦУК, канд. техн. наук, докторант ХНАДУ, Харків**КОМПЛЕКСНИЙ КОМБІНОВАНИЙ ПРОГРІВ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ СХЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ ТЗ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

В статті описані результати формування системного підходу к забезпеченню оптимального температурного стану транспортного засобу в умовах експлуатації з допомогою комплексного комбінованого прогріву з використанням технології теплового накопичування. Розглянутий підхід дозволяє системно дослідити всі можливі схеми і процеси комплексної системи комбінованого прогріву двигуна транспортного засобу в складі теплових накопичувачів фазового переходу на всіх етапах її робочого циклу.

Ключові слова: транспортне средство, энергетическая установка, эксплуатация, системный подход, оптимальный тепловой состояние, тепловой аккумулятор, фазовый переход, комплексная система комбинированного прогрева.

Вступ. Вирішенням проблеми забезпечення передпускової і післяпускової теплової підготовки охолоджуючої рідини (ОР) в системі охолодження (СОД), моторної оливи (МО) в системі мащення (СМ), каталізатора системи нейтралізації відпрацьованих газів (СНВГ) двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) та салону (кабіни) транспортних засобів (ТЗ) і енергетичних установок (ЕУ) в холодну пору року може бути досягнуто застосуванням комплексної системи комбінованого прогріву (КСКП) у складі теплових акумуляторів (ТА) з теплоакumuлюючим матеріалом (ТАМ) що мають фазовий перехід [1 - 6].

Аналіз останніх досліджень. Проведені дослідження щодо встановлення і використання ТА з фазовим переходом на двигунах ТЗ і ЕУ при здійсненні передпускового, післяпускового прогріву і зберігання прогрітого двигуна в міжзмінний період в різних температурних умовах експлуатації показали суттєве скорочення часу прогріву для ОР і для МО, зниження витрати палива і шкідливих викидів у відпрацьованих газах (ВГ) [2 - 8]. Для полегшення пуску і прогріву двигуна було створено КСКП двигуна й проведені відповідні дослідження [5, 7, 8] з урахуванням існуючого досвіду створення подібних систем технічних об'єктів і машин [2, 4, 8].

Постановка задачі. Мета статті – на основі систематизації схем створення методологічної основи для проектування і дослідження комплексного комбінованого прогріву (ККП) ТЗ. Отриманий результат є ефективною основою для проектування систем прогріву двигунів з ТА фазового переходу, а також коригування їх параметрів в процесі проведення досліджень і оптимізації елементів конструкції. Завдяки цьому формується системний підхід до забезпечення оптимального температурного стану двигунів ТЗ та ЕУ в умовах експлуатації.

Основний матеріал. КСКП двигуна ТЗ і (або) ЕУ складається з підсистем прискореного прогріву (СППД), утилізації теплової енергії ВГ ТА фазового переходу (СУТТА), контактної теплового акумулятора (КТА), накопичувача моторної оливи з тепловим акумулятором (НМОТА), накопичувача охолоджуючої рідини з тепловим акумулятором (НОРТА), ТА каталізатора системи нейтралізації ВГ (ТАСНВГ). КСКП конструктивно входить, як складова частина, до СОД і СМ двигуна, виконує частину їх функцій та здійснює визначальний вплив на протікання робочого процесу двигуна ТЗ і

ЕУ [7, 8], а саме забезпечує передпусковий і прискорений післяпусковий прогрів ОР в СОД і МО в СМ, СНВГ двигуна до температури, при якій можливо здійснювати навантаження двигуна, а потім до робочої температури та довготерміново підтримує їх в міжзмінний період у межах, обумовлених робочим процесом та конструкцією ДВЗ. Елементи КСКП, а саме СППД, СУТТА і КТА входять як складові елементи в СОД, а СППД, СУТТА, КТА і НМОТА - в СМ двигуна. Для визначення найбільш суттєвих елементів і зв'язків для ККП двигуна в системі на рис. 1 показана її формалізована схема з взаємодією основних енергетичних потоків та їх перетворенням.

Дослідження ефективності КСКП двигунів ТЗ і ЕУ включає в себе: вибір критеріїв для оцінки енергетичної та економічної ефективності системи та на їх основі вибір оптимальної конфігурації схеми КСКП, оптимальних енергетичних параметрів схеми, конструктивних та режимних характеристик елементів схеми, екологічних характеристик тощо.

Методологічною основою оцінювання та вибору елементів та способів підвищення ефективності КСКП є системний підхід [7, 9, 10], який достатньо широко використовується при проведенні досліджень як на стадії проектування, так і в процесі експлуатації систем ДВЗ, й ТЗ і (або) ЕУ в цілому.

Використовуючи метод морфологічного (структурного) аналізу [9, 10], сформовані можливі схеми КСКП за вказаними функціональними елементами на різних етапах виконання властивих їй функцій в умовах експлуатації ТЗ і (або) ЕУ.

Суть наведеного методу полягає в тому, що в досліджуваній технічній системі

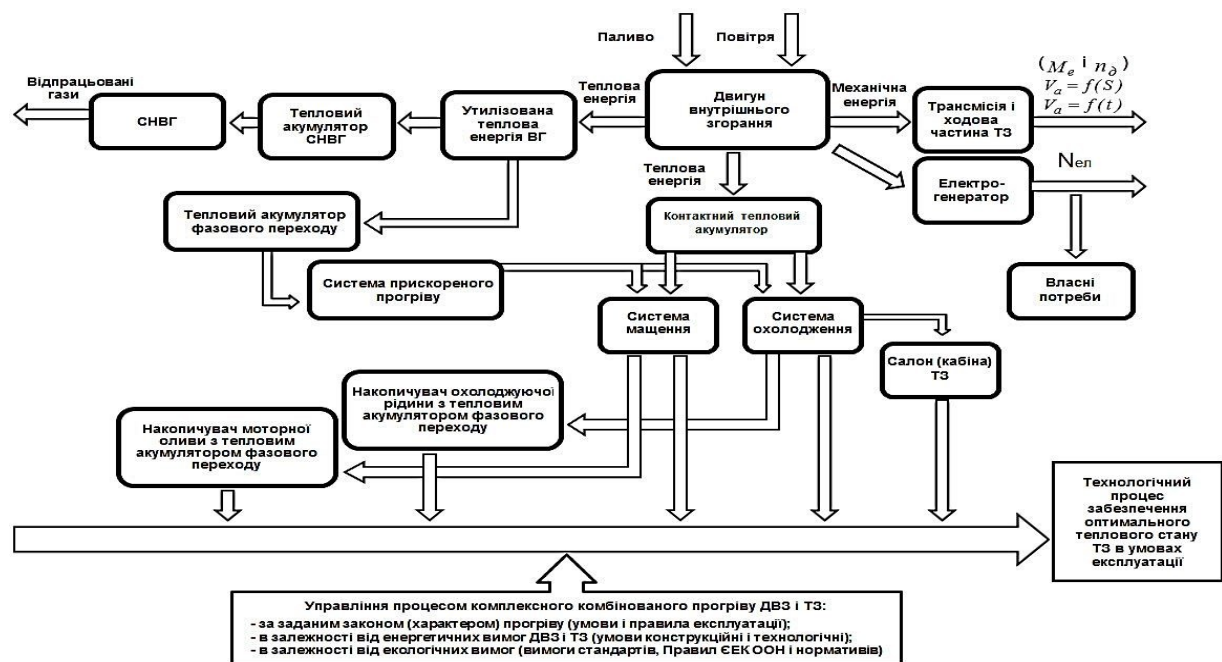


Рисунок 1 – Формалізована схема комплексної системи комбінованого прогріву ДВЗ

КСКП виділяються декілька характерних для її основних функціональних елементів морфологічних ознак (характеристик), за кожною з яких складений максимально повний перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираження наведених ознак (характеристик). Кожна наведена морфологічна ознака характеризує функцію, конструктивний вузол, режим роботи (або стан) технічної системи КСКП, форму взаємодії вузлів (елементів) тощо, від яких залежить вирішення проблеми і досягнення основної мети функціонування системи в умовах експлуатації [7, 9, 10].

Морфологічні ознаки (характеристики) КСКП з їх альтернативами на всіх етапах роботи, при здійсненні теплової підготовки двигуна ТЗ і (або) ЕУ, розташовані у вигляді морфологічної матриці. Для виконання морфологічного аналізу були точно сформульовані цілі функціонування КСКП, як системи. Для ТЗ і (або) ЕУ такими цілями є визначений підхід до забезпечення оптимальних температур в умовах експлуатації за показниками ефективності роботи транспортних засобів (питомі показники часу забезпечення (підтримання) оптимальних температур) та паливовикористання (питома витрата палива) за рахунок ресурсоощадних, екологічно чистих технологій експлуатації.

Для кожного з функціональних елементів ДВЗ, при виконанні адаптації за властивостями КСКП, основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, зведені на рис. 2, а для формування елементної бази самої КСКП (в основних етапах її роботи) – на рис. 3. Представлення КСКП ТЗ і (або) ЕУ в системних об'єктах дозволяє виділити її основні функціональні елементи на різних рівнях, як для двигуна (рис. 2), так і для всієї системи (рис. 3). Представлення взаємодії складових основного процесу післяпускового прогріву на різних етапах їх роботи, а саме для двигуна ТЗ і (або) ЕУ виділено в основних його функціональних елементах: паливо, повітря, ДВЗ (в цілому), система охолодження, система мащення, продукти згорання (рис. 2). Для процесу післяпускової теплової підготовки ДВЗ і ТЗ за допомогою КСКП (рис. 3) виділені основні його функціональні елементи: тепла підготовка ОР в СОД, МО в СМ, салону (кабіни) ТЗ і СНВГ. При здійсненні заряджання ТА фазового переходу (рис. 3) виділені: ОР в СОД, МО в СМ і СНВГ. Для здійснення зберігання теплової енергії ДВЗ в міжзмінній період виділені наступні основні його функціональні елементи (рис. 3): ОР в СОД, МО в СМ і СНВГ. Для здійснення передпускової теплової підготовки ДВЗ за допомогою КСКП виділені наступні основні його функціональні елементи (рис. 3): ОР в СОД і МО в СМ.

В морфологічній матриці схем ДВЗ (рис. 2) для функціонального елемента „паливо” виділено 4 основних ознаки, від яких суттєво залежать економічні, екологічні, а також габаритні і масові показники двигуна, для функціонального елемента „повітря” виділено 2 морфологічних ознаки; найбільш важливими морфологічними ознаками функціонального елемента „двигун внутрішнього згорання” (в цілому) у випадку поршневого ДВЗ є 9 ознак; для використання КСКП в системах охолодження і мащення виділені відповідно по 5 ознак; для продуктів згорання виділено три суттєвих морфологічних ознаки.

В морфологічній матриці схем КСКП для функціонального елемента „процес післяпускової теплової підготовки ДВЗ і ТЗ” виділено 4 основні морфологічні ознаки теплової підготовки, для функціонального елемента „процес заряджання ТА фазового переходу КСКП” виділено 3 морфологічні ознаки, для функціонального елемента „процес зберігання теплової енергії ДВЗ в міжзмінній період” виділено 3 морфологічних ознаки і для функціонального елемента „процес передпускової теплової підготовки ДВЗ за допомогою КСКП” виділено 2 морфологічних ознаки. Для кожної

Паливо	1. Вид палива	1.1. Бензин	1.2. Дизельне паливо	1.3. Природний газ	1.4. Нафтовий газ	1.5. Біологічні палива	1.6. Спиртові палива	1.7. Водень	1.8. Електрична енергія	
	2. Агрегатний стан	2.1. Рідкий		2.2. Газоподібний		2.3. Газорідний		2.4. Багатопаливний (комбінований)		
	3. Спосіб зберігання	3.1. При нормальних умовах	3.2. При високому тиску	3.3. При низькій температурі	3.4. Електричні батареї конденсатори	3.5. Сонячні батареї	3.6. Паливний елемент	3.7. Електрохімічний генератор		
	4. Спосіб подавання в ДВЗ	4.1. Природне заповнення				4.2. Примусове заповнення				
Повітря	5. Спосіб подавання в ДВЗ	5.1. Природне заповнення				5.2. Примусове заповнення				
	6. Наявність термоідготовки	6.1. Немає			6.2. Підігрівання			6.3. Охолодження		
	7. Призначення	7.1. Транспортний		7.2. Стаціонарний		7.3. Промисловий		7.4. Комбінований		
Двигун внутрішнього згорання	8. Компонівка	8.1. Однорядний		8.2. Дворядний V-подібний		8.3. З протилежно розташованими поршнями		8.5. Зіркоподібний		
	9. Частота обертання	9.1. Малообертіві		9.2. Середньообертіві		9.3. Підвищеної обертості		9.4. Високообертіві		
	10. Спосіб сумішоутворення	10.1. Зовнішнє				10.2. Внутрішнє				
	11. Спосіб запалювання	11.1. С примусовим запалюванням			11.2. Самозапалювання від стиснення			11.3. С комбінованим запалюванням		
	12. Ступінь стиснення	12.1. Низький			12.2. Середній		12.3. Високий		14.4. Змінний	
	13. Тактівність	13.1. 4 - тактний				13.2. 2- тактний				
	14. Спосіб регулювання потужності	14.1. Кількісне		14.2. Якісне		14.3. Зміною робочого об'єму			14.4. Комбіноване	
	15. Вид камери згорання	15.1. Не розділена				15.2. Розділена				
	16. Спосіб охолодження ДВЗ	16.1. Рідинне				16.2. Повітряне				
	17. Спосіб подачі рідини	17.1. Замкнута				17.2. Проточна				
Система охолодження ДВЗ (СОД)	18. Робоча рідина	18.1. Вода				18.2. Спеціальний теплоносіє				
	19. Спосіб охолодження	19.1. Примусовий		19.2. Термосифонний		19.3. Комбінований				
	20. Конструкція СОД	20.1. Закрита				20.2. Відкрита				
	21. Спосіб подачі моторної оливи	21.1. Примусовий		21.2. Розбризкування		21.3. Комбінований				
Система мащення ДВЗ (СМ)	22. Розподіл мастильного матеріалу	22.1. З індивідуальними магістралями				22.2. З загальною магістраллю				
	23. Місце зберігання моторної оливи	23.1. Мокрий картер				23.2. Сухий картер				
	24. Вентиляція картеру	24.1. Відкрита вентиляція				24.2. Закрита вентиляція				
	25. Охолодження моторної оливи	25.1. З масляним радіатором				25.2. Без масляного радіатора				
	26. Контроль складу	26.1. Відсутній				26.2. Контроль вмісту кисню				
Продукти згорання	27. Наявність використання	27.1. Немає		27.2. Використання енергії			27.3. Використання маси			
	28. Наявність нейтралізації	28.1. Немає	28.2. Окислення	28.3. Окислення - відновлення		28.4. Фільтрація		28.5. Комбінована		

Рисунок 2 - Морфологічна матриця схем двигуна внутрішнього згорання

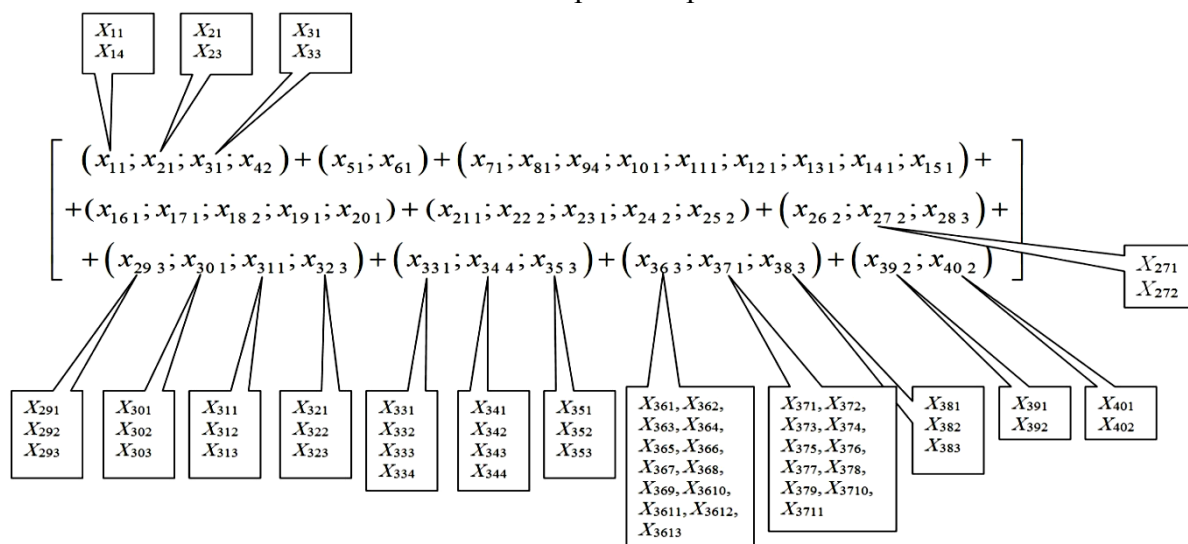
Комплексна система комбінованого прогріву	Процес післяпускової теплової підготовки ДВЗ і ТЗ	29. ОР в СОД	29.1. ДВЗ (ШС без КСКП)			29.2. СППД			29.3. ТА фазового переходу СУТТА		
		30. МО в СМ	30.1. ДВЗ (ШС без КСКП)			30.2. СППД			30.3. ТА фазового переходу СУТТА		
		31. Салон (кабіна) ТЗ	31.1. ДВЗ (ШС без КСКП)			31.2. СППД			31.3. ТА фазового переходу СУТТА		
		32. СНВГ	32.1. ТАСНВГ			32.2. ТА в попередній і в основній СНВГ			32.3. ШС - СНВГ		
	Процес заряджання ТА фазового переходу КСКП	33. ОР в СОД	33.1. ТА фазового переходу СУТТА		33.2. КТА		33.3. ТА фазового переходу СУТТА + КТА			33.4. Відсутній	
		34. МО в СМ	34.1. ТА фазового переходу СУТТА		34.2. КТА		34.3. ТА фазового переходу СУТТА + КТА			34.4. Відсутній	
		35. СНВГ	35.1. ТАСНВГ			35.2. ТА в попередній і в основній СНВГ			35.3. Відсутній		
	Процес зберігання теплової енергії ДВЗ в міжмінний період експлуатації	36. ОР в СОД	36.1. ДВЗ (ШС без КСКП)	36.2. ШС з СППД	36.3. ТА фазового переходу СУТТА		36.4. КТА	36.5. НОРТА ($T_{ТАМ} = T_{oc}$)		36.6. НОРТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)	
			36.7. ТА + КТА		36.8. ТА + НОРТА		36.9. ТА + НОРТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)		36.10. ТА + КТА + НОРТА ($T_{ТАМ} = T_{oc}$)		36.11. ТА + КТА + НОРТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)
		37. МО в СМ	37.1. ДВЗ (ШС без КСКП)	37.2. ШС з СППД	37.3. ТА фазового переходу СУТТА		37.4. КТА	37.5. НМОТА ($T_{ТАМ} = T_{oc}$)		37.6. НМОТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)	
37.7. ТА + КТА			37.8. ТА + НМОТА		37.9. ТА + НМОТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)		37.10. ТА + КТА + НМОТА ($T_{ТАМ} = T_{oc}$)		37.11. ТА + КТА + НМОТА ($T_{ТАМ} = 85^{\circ}C$)		
38. СНВГ	38.1. ТАСНВГ			38.2. ТА в попередній і в основній СНВГ			38.3. ШС - СНВГ				
Процес передпускової теплової підготовки ДВЗ за допомогою КСКП	39. ОР в СОД	39.1. ДВЗ (ШС без КСКП)				39.2. ТА фазового переходу СУТТА					
	40. МО в СМ	40.1. ДВЗ (ШС без КСКП)				40.2. ТА фазового переходу СУТТА					

Рисунок 3 - Морфологічна матриця схем КСКП в основних процесах роботи ДВЗ

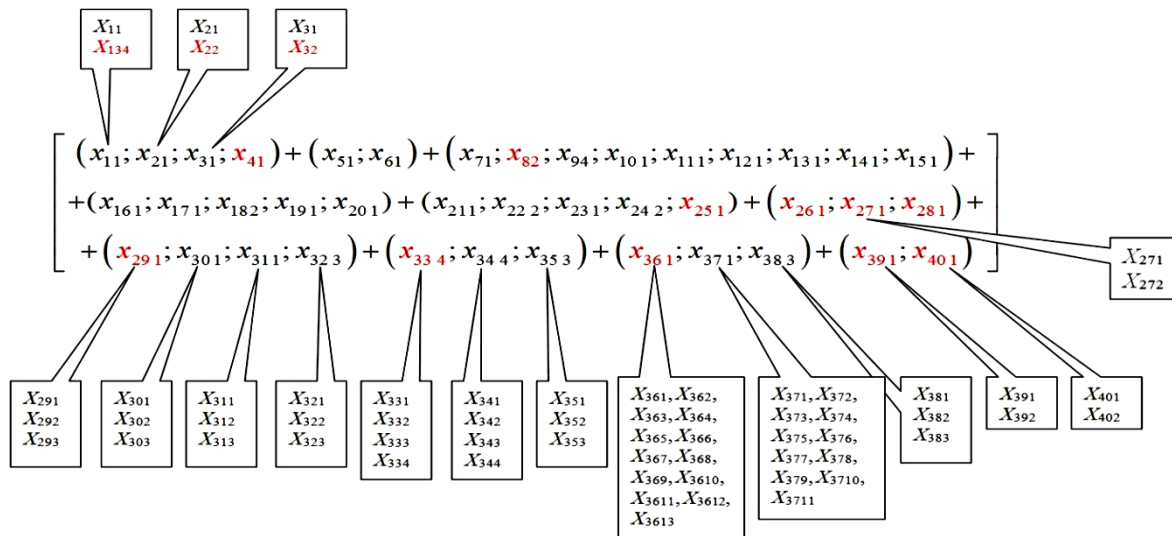
з 40 морфологічної ознак системи КСКП вибрано основні варіанти їх реалізації (від 2 до 13). Зміна конструктивного вираження конкретного варіанту будь якої з 40 ознак формує нову схему КСКП для двигуна ТЗ і (або) ЕУ. Для сполучання морфологічних формул (матриць) досліджуваних варіантів (позначення відповідно x_{11} (перший варіант першої морфологічної ознаки), x_{21} тощо) включаємо окремі схеми усіх морфологічних ознак відповідно до досліджуваного варіанту КСКП зі властивими ним енергетичними, економічними, екологічними, габаритними та масовими показниками. Сформовані морфологічні матриці містить велику кількість несумісних варіантів, що є недоліком методу, однак великою перевагою його є багатоваріантність. При цьому, слід відмітити, що метод дослідження, оснований на морфології об'єктів, дозволяє системно аналізувати різні структури об'єкту, що впливають із закономірностей їх будови.

Виходячи із поставленої мети, в статті показні варіанти можливого дослідження схем КСКП двигунів ТЗ і (або) ЕУ з різною компоновкою, морфологічні формули яких мають вигляд (стрілками показані варіанти що варіювались в дослідженні):

- бензиновий (газовий (нафтовий)) транспортний двигун ТЗ (легковий) з рядною компоновкою і з каталітичним нейтралізатором ВГ та встановленою КСКП



- бензиновий транспортний двигун ТЗ (вантажний) з двохрядною V- подібною компоновкою та встановленою КСКП



Для задоволення сучасних вимог щодо забезпечення оптимального

температурного стану ТЗ в умовах експлуатації двигуни за допомогою КСКП для здійснення передпускової теплової підготовки ОР в СОД і (або) МО в СМ повинні бути обладнаними ТА фазового переходу СУТТА (варіант x_{391} і (або) варіант x_{401}), а в процесі післяпускової підготовки ОР в СОД і (або) МО в СМ - підсистемами СППД двигуна (варіант x_{292} і (або) варіант x_{302}) або ТА фазового переходу СУТТА (варіант x_{293} і (або) варіант x_{303}). При цьому для забезпечення оптимального температурного стану в салоні ТЗ в умовах експлуатації двигуни в процесі післяпускової підготовки ОР в СОД потрібно оснащувати підсистемами СППД двигуна (варіант x_{312}) або ТА фазового переходу СУТТА (варіант x_{313}). Для післяпускової прискореної теплової підготовки СНВГ їх потрібно оснащувати ТА фазового переходу в конструкції нейтралізатора (каталізатора) (варіант x_{321}) або розділеною конструкцією ТА фазового переходу в попередній і в основній СНВГ (варіант x_{322}).

Для забезпечення оптимального температурного стану ТЗ за допомогою КСКП при зберіганні в міжзмінний період теплової енергії двигуни ТЗ і (або) ЕУ для ОР в СОД і (або) МО в СМ повинні бути оснащені СППД (варіант x_{362} і (або) варіант x_{372}), ТА фазового переходу СУТТА (варіант x_{363} і (або) варіант x_{373}), КТА (варіант x_{364} і (або) варіант x_{364}), або накопичувачами НОРТА і (або) НМОТА (варіанти x_{365} , x_{366} і (або) варіанти x_{375} , x_{376}). Крім цього, можливо поєднання всіх вищеперерахованих підсистем (елементів) в різних варіантах (варіанти x_{367} - x_{3613} і (або) варіанти x_{377} - x_{3711}). Для забезпечення оптимального температурного стану ТЗ за допомогою КСКП в частині СНВГ їх потрібно оснащувати ТА фазового переходу в конструкції нейтралізатора (каталізатора) (варіант x_{381}) або розділеною конструкцією ТА фазового переходу в попередній і в основній СНВГ (варіант x_{382}).

Для забезпечення готовності ТА фазового переходу підтримувати оптимальний температурний стан ТЗ потрібно здійснювати процес заряджання теплових акумуляторів КСКП для ОР в СОД і (або) МО в СМ від працюючого двигуна, а саме ТА фазового переходу СУТТА (варіант x_{331} і (або) варіант x_{341}), КТА (варіант x_{332} і (або) варіант x_{342}) або ТА фазового переходу СУТТА + КТА (варіант x_{333} і (або) варіант x_{343}). Для забезпечення готовності ТАСНВГ їх потрібно оснащувати ТА фазового переходу в конструкції нейтралізатора (каталізатора) (варіант x_{351}) або розділеною конструкцією ТА фазового переходу в попередній і в основній СНВГ (варіант x_{352}).

Висновок. Сформований підхід дозволяє системно досліджувати усі можливі схеми КСКП для двигуна ТЗ і (або) ЕУ, які витікають із закономірностей (морфології) будови. Такий підхід дозволяє враховувати, крім вже відомих ще і незвичайні варіанти, які при звичайному переборі могли бути знехтуваними. Завдяки цьому, на відміну від простого перебору, виключається варіант небажаного пропуску якихось варіантів. При цьому є можливість розглядати перспективні технічні рішення, які поки ще знаходяться на стадіях конструкторської і технологічної розробки (наприклад, поєднання варіантів x_{24} і x_{34} або x_{37}), або тих, які на сьогодні здаються взагалі несумісними в дослідженні процесів прогріву ДВЗ. Кожна з виділених схем двигуна ТЗ і (або) ЕУ з варіантами компонування КСКП розглядається як дієвий спосіб забезпечення оптимального температурного стану ТЗ в умовах експлуатації, які на сьогодні складають основу існуючого парку легкових і вантажних ТЗ.

Список літератури: 1. Матюхин Л. М. Теплотехнические устройства автомобилей: учеб. пособие / Л. М. Матюхин / М.: МАДИ, 2009. – 89 с. 2. Schatz D. Latentwärmespeicher für Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen / D. Schatz // Brennst.-Wärme-Kraft, 1991. №6. - p. 333-340. 3. Шульгин В. В. Тепловые аккумуляторы

автотранспортных средств / В. В. Шульгин / СПб.: Издательство Политехн. ун-та, 2005. - 268 с. 4. Карнаухов Н. Н. Тепловой аккумулятор для поддержания пусковой температуры ДВС в период межсменной стоянки строительной машины в зимний период / Н. Н. Карнаухов, И. А. Пустовалов, А. В. Яркин // Отраслевой журнал «Автотранспортное предприятие», ноябрь, 2010. Москва, Издатель - НПТ Транснавигация, Минтранс России, ISSN 2076-3050, стр. 45-48. 5. Вашуркин И. О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И. О. Вашуркин // Тюмень, ТюмГНГУ, 2001.-145 с. 6. Карнаухов Н. Н. Эксплуатация машин в строительстве: Учебное пособие. / Н. Н. Карнаухов, Ш. М. Мерданов, В. В. Шефер, А. А. Иванов // Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. - 440 с. 7. Грицук І. В. Системний підхід до проектування і дослідження комплексних систем комбінованого прогріву ДВЗ / І. В. Грицук // Збірн. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ - Донецьк: ДонІЗТ, 2012– №30, с. 106-117. 8. Волков В. П. Системы прогриву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. Ф. Гутаревич, В. Д. Александров, В. Й. Поддубняк, Ю. В. Прилепський, П. Б. Комов, Д. С. Адров, В. С. Вербовський, З. І. Краснокутська, Т. В. Волкова // Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2015.- 314с. 9. Матейчик В. П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ“ХПІ”. –2002. – С.162-167. 10. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем / В. М. Одрин / М.: ВНИИПИ, 1989 – 314 с. 11. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Грицук, М. П. Цюман // К.: НТУ, 2014. – 168.

Bibliography (transliterated): 1. Matjuhin L. M. Teplotehnicheskie ustrojstva avtomobilej: ucheb. Posobie. Moscov.: MADI, 2009. 89 p. 2. Schatz D. "Latentwärmespeicher für Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen". Brennst.- Wärme-Kraft, 1991. No 6. 333-340. Print. 3. Shul'gin V. V. Teplovyje akkumuljatory avtotransportnyh sredstv SPb.: Izdatel'stvo Politehn. un-ta, 2005. 268 p. 4. Karnauhov N. N., Pustovalov I. A., Jarkin A. V. "Teplovoj akkumuljator dlja podderzhanija puskovoj temperatury DVS v period mezhsmennoj stojanki stroitel'noj mashiny v zimnij period". Otrasevoj zhurnal «Avtotransportnoe predpriyatje», nojabr', 2010. Moscow, Izdatel' - NPP Transnavigacija, Mintrans Rossii. 45-48. Print. 5. Vashurkin I. O. Teplovaja podgotovka i pusk DVS mobil'nyh transportnyh i stroitel'nyh mashin zimoj. Tjumen', TjumGNGU, 2001. 145 p. 6. Karnauhov N. N., Merdanov Sh. M., Shefer V. V., Ivanov A. A. "Jekspluatacija mashin v stroitel'stve: Uchebnoe posobie", Tjumen': TjumGNGU, 2006. 440. 7. Gritsuk I. V. "Sy'stemnyj pidxid do proektuvannya i doslidzhennja kompleksny`x sy`stem kombinovanogo progrivu DVZ". Zbirn. nauk. prac` DonIZT UkrDAZT - Donecz`k: DonIZT, 2012– No 30. 106-117. Print. 8. Volkov V. P., Gritsuk I. V., Hutarevych Yu. F., Aleksandrov V. D., Poddubnyak V. Y., Pryleps'kyj Yu. V., Komov P. B., Adrov D. S., Verbovs'kyj V. S., Krasnokut's'ka Z. I., Volkova T. V. "Systemy prohrivu dvyhuniv vnutrishn'oho z`horannya: osnovy funktsionuvannya: monohrafiya" Donets'k: Noulidzh, 2015.- 314.p 9. Mateychyk V. P. "Systemnyy pidkhd do analizu strukturykh skhem enerhoustanovok transportnykh zasobiv" Visnyk NTU“KhPI” №7(t.2). Kharkiv, NTU“KhPI”. 2002. 162-167 p. Print. 10. Odrin V. M. "Metod morfologicheskogo analiza tehniceskikh sistem" M.: VNIPI, 1989 314. 11. Dmytrychenko M. F., Mateychyk V. P., Hryshchuk O. K., Tsyuman M. P. "Metody systemnoho analizu vlastyvostey avtomobil'noyi tekhniki: navch. posib" Kh.: NTU, 2014. 168 p.

Надійшла (received) 30.01.2015