

УДК 621.43+621.43.016.4-57+536.421+541.6:541.183

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ Й ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ І ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**В.П. Волков, проф., д.т.н., І.В. Грицук, доц., к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Наведено результати формування методів визначення та оцінки показників оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації за допомогою комплексної системи комбінованого прогріву на основі теплових акумуляторів фазового переходу.

Ключові слова: транспортний засіб, двигун, оптимальний тепловий стан.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**В.П. Волков, проф., д.т.н., И.В. Грицук, доц., к.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Приведены результаты формирования методов определения и оценки показателей оптимального температурного состояния двигателя внутреннего сгорания и транспортного средства в условиях эксплуатации при помощи комплексной системы комбинированного прогрева на основе тепловых аккумуляторов фазового перехода.

Ключевые слова: транспортное средство, двигатель, оптимальное тепловое состояние.

METHODS OF EVALUATION AND INDICATORS OF OPTIMAL TEMPERATURE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND VEHICLES IN OPERATION

**V. Volkov, Prof., D. Sc. (Eng.), I. Grytsuk, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),
Kharkov National Automobile and Highway University**

Abstract. The results of forming methods of determination and system, as a part of the computer-integrated technology of transport operation, estimation of indices of the optimal temperature state of the ICE and the vehicle under operation conditions, which is provided with the help of analysis of possible schemes and processes of the complex system of combined heating, using the technology of heat accumulation are described.

Key words: vehicle, engine, system approach, method, rate, computer-integrated technology.

Вступ

Вирішення проблеми формування оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і транспортного засобу (ТЗ) у процесі передпускової й післяпускової теплової підготовки та виробничої експлуатації ТЗ, а саме: 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) ТЗ в низькотемпературних умовах навколишнього середовища (ОС) – може бути досягнуто застосуванням комплексного комбінованого прогріву (ККП)

за допомогою комплексної системи комбінованого прогріву (КСКП) у складі теплових акумуляторів (ТА) з теплоакумуляюючим матеріалом (ТАМ), що мають фазовий перехід [1, 2].

Аналіз публікацій

Створення ефективних засобів і систем передпускового підігріву і прискореного прогріву після пуску для ДВЗ і ТЗ із використанням ТА фазового переходу є своєчасним й актуальним науково-дослідним завданням, вирішення якого базується на розвитку екологічно чистих, відновлюваних джерел енергії у процесі експлуатації засобів транспорту.

У роботах В.І. Данілова, Д.Є. Овсієнко, В.М. Глазова, В.І. Архарова, І.А. Новохатського, Б.І. Кидярова, І.Є. Болотова, В.Д. Александрова тощо [3, 4] виконано наукове обґрунтування фізико-хімічної кінетики зародкоутворення і масової кристалізації в різних теплоакумуляюючих речовинах. У працях О.О. Чиркова, О.К. Костіна, Р.М. Петриченка, Н.О. Іващенко, Н.Д. Чайнова, Б.С. Стефановського, О.Л. Новеннікова, Г.Б. Розенбліта, О.З. Хомича, А.Е. Симсона, С.А. Єрошенкова, Д.Б. Кузнєцова та інших [1, 4, 5] виконано обґрунтовано і розроблено методики формування інтенсивності процесу теплообміну в порожнинах корпусних деталей ДВЗ.

У працях М.М. Карнаухова, В.О. Вашуркіна, С.Д. Гуліна, А.А. Сорокіна, Н.В. Глухенка, В.В. Шульгіна, С.О. Яковлева, І.А. Ільчука, М.І. Куколева, Ю.К. Кукелева, В.Д. Александрова, О. Schatz, М. Kytö, А. Pellikka та інших [1, 3–8] виконано обґрунтування і запропоновано методику розрахунку, створення і дослідження бортових ТА для забезпечення передпускового розігріву ДВЗ в умовах низьких температур навколишнього середовища. Формування і дослідження комплексних систем комбінованого прогріву базується на системному підході й аналізі. Основні положення, або напрямки системного підходу, успішно застосовували в дослідженнях об'єктів автомобільної техніки і транспорту такі вчені, як А.Н. Островцева, Є.С. Кузнєцов, М.Я. Говорущенко та А.М. Туренко, В.В. Рудзінський, Н.М. Маяк, П.Р. Левковець, Ю.Г. Котиков, В.В. Скалозуб та В.М. Ільман, Ю.В. Горбик, В.Д. Мигаль, А.Н. Пойда, Г.Б. Безбородова та В.Г. Галушко, А.С. Тере-

хова, А.В. Серов, В.Н. Луканін і Ю.В. Трофіменко, Ю.Ф. Гутаревич, В.П. Матейчик і М.Ф. Дмитриченко, І.О. Вашуркін, В.А. Романов, Р.Н. Сафіуллін тощо [8–13]. Але питання передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ із різноманітними комплексними системами комбінованого прогріву потребує подальших досліджень.

Мета і постановка завдання

Маємо за мету: на основі системного підходу і логічної організації дослідження до вирішення проблеми теплової підготовки і зберігання теплового стану визначити, розробити й обґрунтувати методи визначення і оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації. Отримані методи є ефективною основою для проектування систем забезпечення оптимального температурного стану двигунів транспортних засобів, оснащених системами комплексного прогріву з ТА фазового переходу, а також коригування їх параметрів у процесі проведення досліджень і оптимізації елементів конструкції. Завдяки цьому досягається системність у підході до дослідження процесу забезпечення оптимального температурного стану двигунів ТЗ в умовах експлуатації.

Дослідження було проведено на кафедрі «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів» ХНАДУ та на кафедрі «Рухомий склад залізниць» ДонІЗТ УкрДАЗТ, де були розроблені й досліджені для забезпечення оптимального теплового стану (ОТС) складові комплексної системи комбінованого прогріву (КСКП) транспортного двигуна з ТА фазового переходу, розроблені й адаптовані до використання комп'ютерно-інтегровані технології управління експлуатацією транспорту, для чого було розроблено відповідне програмне забезпечення інтелектуальних програмних комплексів (ІПК) [14] на основі віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ – ТЭСА» [14], що забезпечило формування систем моніторингу для отримання інформації про окремі ТЗ, дослідження діагностичних параметрів і прогнозування їх технічного стану [15] у процесі експлуатації в умовах інформаційних можливостей *ITS* (Intelligent transportation system).

Особливості системи формування оптимального температурного стану двигуна і ТЗ у процесі експлуатації

Питання організації забезпечення ОТС двигуна і ТЗ є актуальним як на стадії проекту-

вання, так і на стадії використання ДВЗ і ТЗ [2, 10–12]. На рис. 1 показано запропонований системний підхід до вирішення проблеми (управління процесом) формування ОТС двигуна і ТЗ у процесі експлуатації.

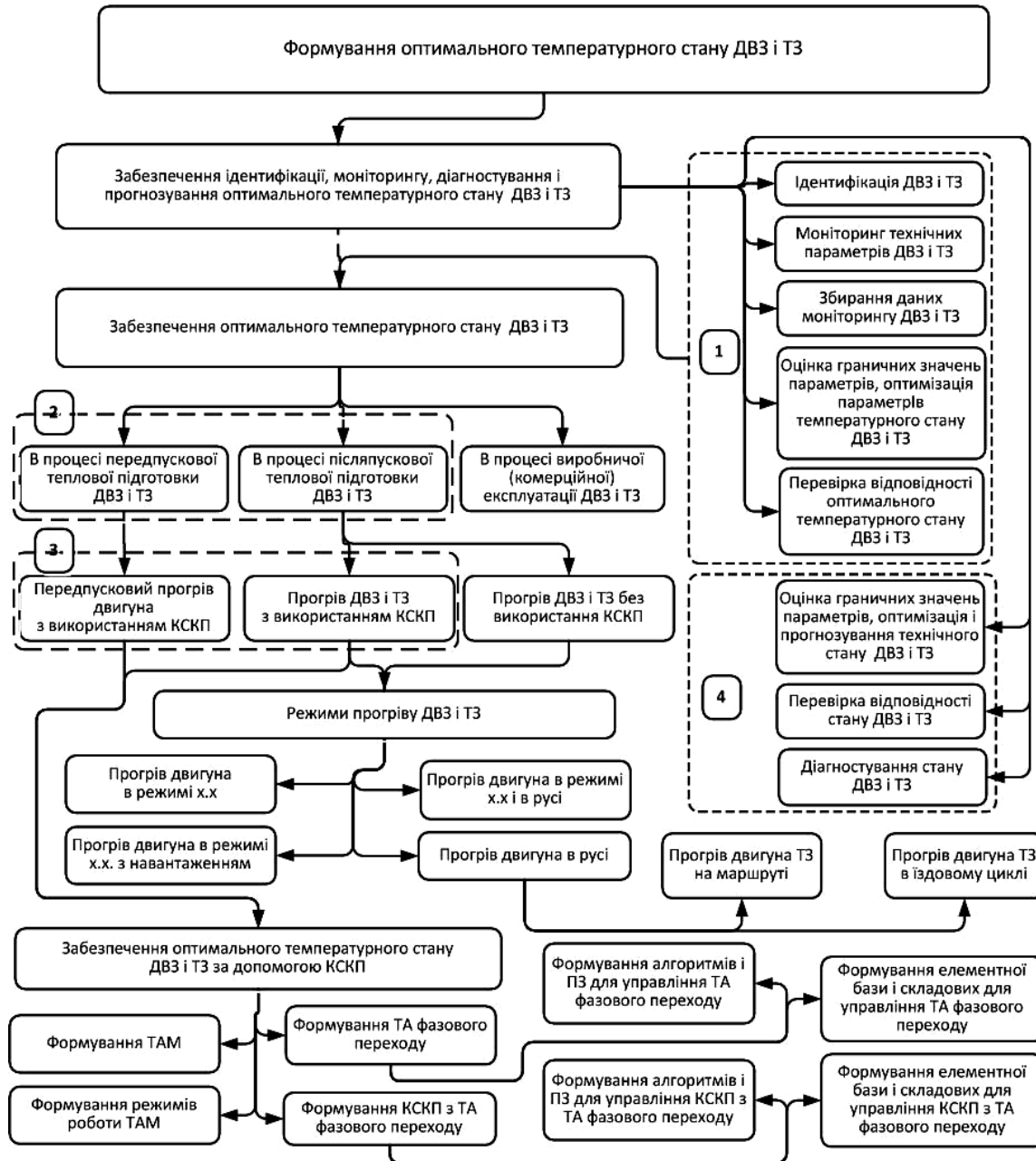


Рис. 1. Система формування оптимального температурного стану двигуна і ТЗ у процесі експлуатації

У відповідних умовах експлуатації вибір конкретного способу формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ із можливих варіантів можна визначити як прийняття рішення щодо вибору і використання того чи іншого способу удосконалення дви-

гуна і ТЗ під час здійснення комплексного комбінованого прогріву (ККП) з використанням ІВК в умовах *ITS*. Відповідне рішення про застосування того або іншого способу може бути прийняте тільки на основі логічного обґрунтування того, що обраний варіант

є найкращим з точки зору оптимального формування ОТС за визначених умов експлуатації. Кінцеве рішення щодо забезпечення ОТС не є результатом однозначної відповіді, оскільки в кожному конкретному випадку потрібно визначати, з якої точки зору і за допомогою якого підходу найкращим буде той або інший варіант (спосіб).

Розглянемо структуру вирішення проблеми управління процесом формування оптимального температурного стану у процесі експлуатації ДВЗ і ТЗ (рис. 1). З рисунка видно, що у процесі управління забезпеченням ОТС виділяється дві взаємопов'язані складові процесу:

- забезпечення ідентифікації, моніторингу, діагностування і прогнозування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ;
- забезпечення ОТС двигуна і ТЗ в умовах експлуатації.

Особливістю інформаційної взаємодії вказаних процесів є таке: процес забезпечення ОТС може здійснюватись на основі інформації, що отримується з першої складової процесу, тобто у процесі забезпечення ідентифікації, моніторингу, діагностування і прогнозування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ (стадія 1). На початку процесу управління ОТС відбувається ідентифікація теплових параметрів, технічного стану і самих ДВЗ і ТЗ за допомогою ІВК і загальної системи моніторингу у структурі *ITS*. Після виконання цього етапу відбувається моніторинг технічних параметрів ДВЗ і ТЗ (в першу чергу теплових) і збирання даних у процесі моніторингу. Під час його здійснення відбувається оцінка граничних значень отриманих параметрів, оптимізація в часі значень параметрів температурного стану ДВЗ і ТЗ. Наприкінці етапу моніторингу і підготовки інформації про поточний тепловий стан відбувається перевірка відповідності ОТС ДВЗ і ТЗ умовам експлуатації.

На основі отриманої інформації у процесі моніторингу починає здійснюватись енергетичне управління процесом забезпечення ОТС двигуна і ТЗ за допомогою КСКП, яка працює на основі екологічно чистої технології експлуатації транспорту, що базується на теорії теплового акумулювання і фазоперехідних процесів [1, 3, 4].

Загальний процес забезпечення ОТС під час експлуатації двигуна і ТЗ можна розділити на складові: процес передпускової й післяпускової теплової підготовки та процес виробничої (комерційної) експлуатації ДВЗ і ТЗ (стадія 2). Процес передпускового прогріву ДВЗ без фактичної роботи двигуна в режимі холостого ходу (х.х.) можна виконати тільки за допомогою використання розробленої КСКП (стадія 3), що являє собою адаптований до умов експлуатації набір підсистем, елементів і засобів теплової підготовки і підтримання ОТС двигуна і ТЗ на основі ТА фазового переходу. Серед складових формування КСКП можна виділити такі процеси: формування ТАМ, формування режимів роботи ТАМ, формування ТА фазового переходу і формування саме КСКП з ТА фазового переходу.

Під час здійснення післяпускової теплової підготовки ДВЗ і ТЗ можливе здійснення прогріву, як без використання КСКП (штатні системи ДВЗ і ТЗ), так і з використанням КСКП (стадія 3). У процесі виробничої (комерційної) експлуатації ДВЗ і ТЗ використання КСКП проводиться тільки в тому випадку, коли не вдається в умовах експлуатації підтримувати ОТС двигуна і ТЗ у відповідних межах.

Інформаційна складова процесу формування ОТС двигуна і ТЗ на стадії 4, крім вище описаних можливостей на стадії 1, може забезпечувати оцінку граничних значень параметрів, оптимізацію і прогнозування технічного стану ДВЗ і ТЗ, перевірку відповідності поточного технічного стану умовам експлуатації й вимогам виробника або замовника (експлуатанта) ДВЗ і ТЗ, а, крім цього, виконувати діагностування стану ДВЗ і ТЗ за відповідними параметрами.

Як видно з рис. 1, післяпусковий прогрів ДВЗ і ТЗ можна проводити в різних режимах експлуатації ТЗ (як в усталених і перехідних режимах роботи двигуна при зупиненому ТЗ, так і в процесі руху ТЗ), а саме: прогрів двигуна в режимі х.х. і зупиненого ТЗ; прогрів двигуна в режимі х.х. з навантаженням і зупиненого ТЗ; прогрів двигуна в режимі х.х. і зупиненого ТЗ та в подальшому русі ТЗ; прогрів двигуна і ТЗ в русі. Також післяпусковий прогрів двигуна і ТЗ в русі можна проводити як в режимі їздового циклу, так і в русі на маршруті.

Формування алгоритму визначення й оцінювання окремих критеріїв забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації

У процесі розробки заходів для формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в різних умовах експлуатації серед основних етапів побудови ієрархічної структури дослідження (ІСД) можна виділити вибір способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ. Основні стадії й етапи вибору способу забезпечення й оцінювання оптимального теплового стану ТЗ в умовах експлуатації показано на рис. 2. У блоках 1–7 здійснюється вибір способу за-

безпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ на основних етапах вибору: на стадії проектування ДВЗ і ТЗ (блоки 4, 3–5, 7) і на стадії використання та експлуатації ДВЗ і ТЗ (блоки 2–7). Зворотні зв'язки з блоку 8 – порівняння за умовами експлуатації й вимогами виробників ДВЗ і ТЗ – показують, що рішення щодо забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації може бути прийняте за результатами оцінки на кожному окремому етапі або після виконання оцінки забезпечення ОТС на всіх визначених попередньо етапах. Зворотній зв'язок відображає ітераційний характер процесу побудови ІСД [13].

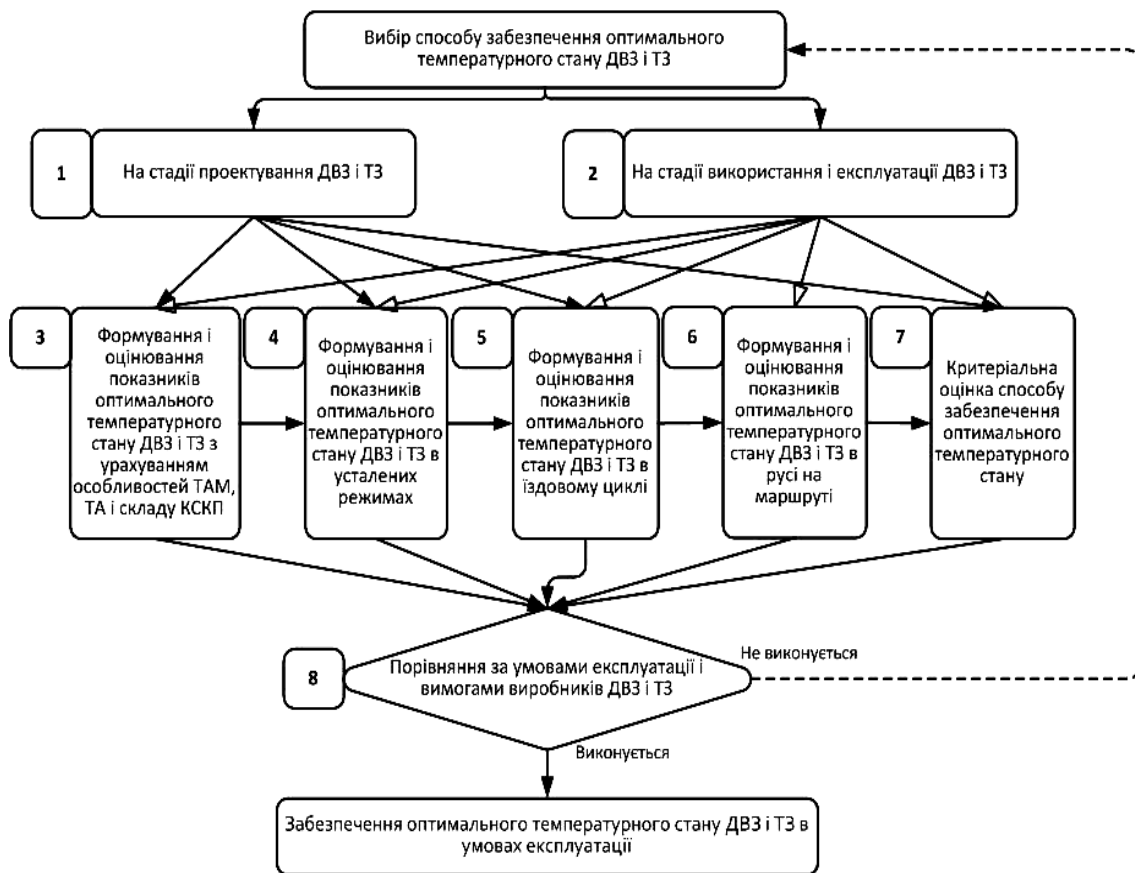


Рис. 2. Стадії та етапи вибору способу забезпечення й оцінювання оптимального теплового стану ТЗ в умовах експлуатації

Схему алгоритму визначення окремих критеріїв вибору способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації показано на рис. 3. Як видно з рисунка, вибір і оцінювання забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації здійснюється на основі показників, які виступають окремими критеріями ОТС двигуна і ТЗ в умовах експлуатації.

На першому етапі проводимо визначення й оцінювання показників забезпечення ОТС двигуна та ТЗ у процесі формування КСКП, що здійснюється з урахуванням особливостей ТА і складу самої КСКП та базується на описанні їх вхідних даних щодо складових КСКП для ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації. Моделювання характеристик складових КСКП двигуна і ТЗ базується на виборі для відповідних умов експлуатації:

відповідних ТАМ ТА фазового переходу і схеми та конструкції ТА фазового переходу. Після перевірки достовірності отриманих результатів, а саме залежностей прогріву ТА фазового переходу і КСКП за характеристиками реального двигуна ТЗ, можна проводити критеріальне визначення показників оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ з урахуванням особливостей ТА і складу КСКП.

На другому етапі визначення й оцінка показників забезпечення ОТС двигуна та ТЗ в усталених режимах базуються на описанні їх відповідних характеристик, за якими досліджуються окремі критерії визначення й оцінювання у відповідному циклі усталених режимів. Основними недоліками цього методу є неврахування особливостей роботи двигу-

нів в неусталених режимах, а також неідентичні умови для порівняння характеристик прогріву двигунів різних типів. Тому на цьому етапі рекомендується використовувати саме характеристики прогріву двигуна, отримані експериментально або за допомогою математичних моделей, досліджуючи процес прогріву двигуна ТЗ у квазістаціонарному режимі. На цьому етапі існує можливість формування циклу прогріву (формування ОТС двигуна) і вибір (моделювання) усталених режимів роботи двигуна.

Після перевірки достовірності отриманих результатів, а саме отриманих залежностей забезпечення ОТС двигуна та ТЗ в усталених режимах, можна проводити відповідне критеріальне визначення показників оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ.

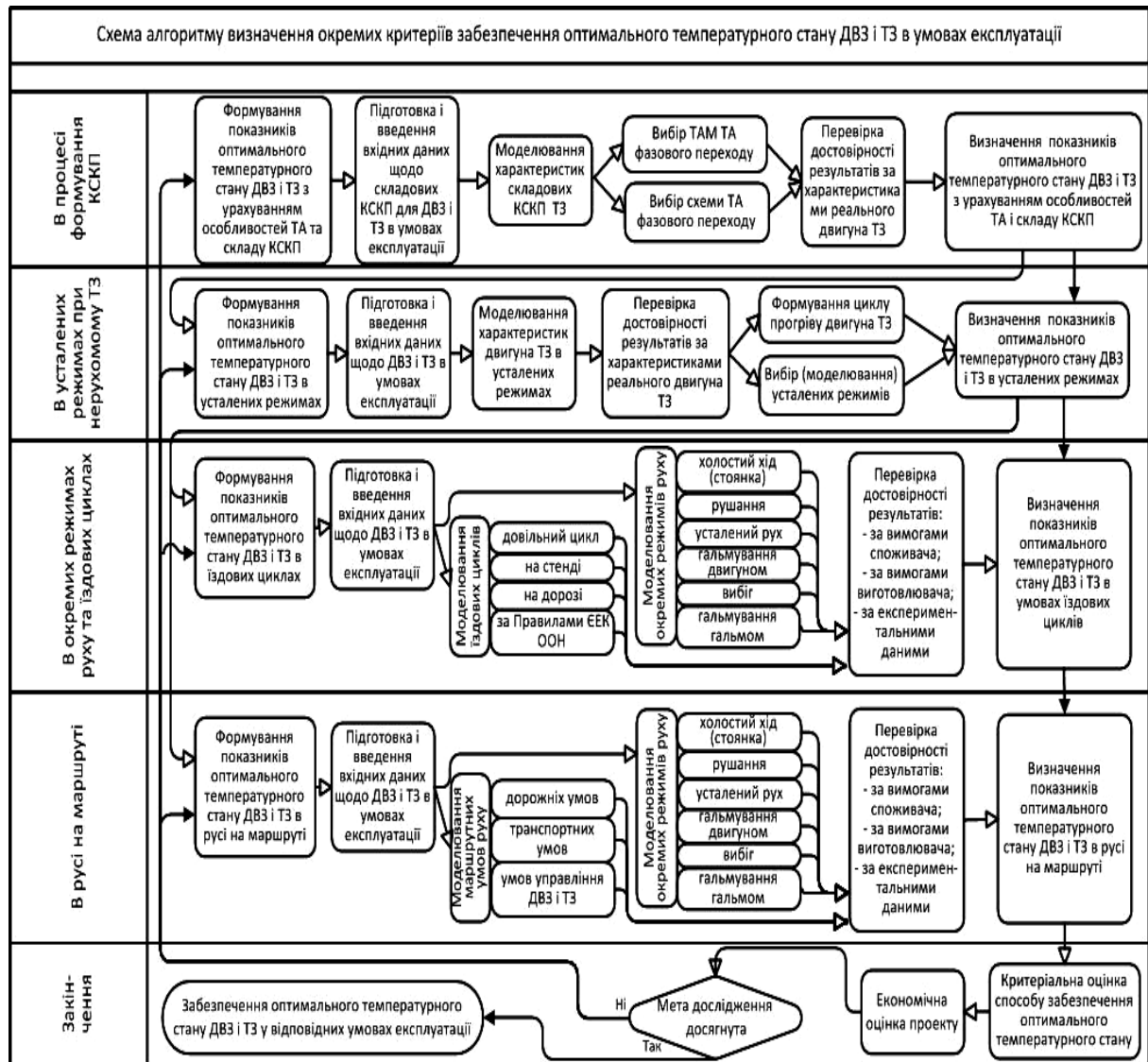


Рис. 3. Схема алгоритму визначення й оцінювання окремих критеріїв забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації

На третьому етапі описуються характерні режими руху ТЗ в їздовому циклі, тому визначення й оцінка показників забезпечення ОТС двигуна та ТЗ враховують особливості роботи двигунів ТЗ в неусталених режимах ц процесі руху, а також процес прогріву двигуна і ТЗ під час сумісної роботи двигуна і трансмісії ТЗ. Після перевірки достовірності результатів: за вимогами споживача, за вимогами виробника і за експериментальними даними, можна проводити визначення показників ОТС двигуна і ТЗ в умовах їздових циклів.

На четвертому етапі визначаються й оцінюються показники забезпечення ОТС двигуна та ТЗ у процесі руху на маршруті, де, поряд із моделюванням окремих режимів руху ТЗ, моделюються маршрутні умови, які дозволяють враховувати дорожні, транспортні умови та умови керування ДВЗ і трансмісією ТЗ. Після виконання перевірки достовірності результатів: за вимогами споживача, за вимогами виробника і за експериментальними даними, можна проводити визначення показників ОТС двигуна і ТЗ в умовах руху на маршруті.

На кожному етапі визначення й оцінювання показників забезпечення ОТС двигуна та ТЗ проводиться перевірка достовірності результатів шляхом порівняння з експериментальними та статистичними даними, чинними нормами. Наприкінці алгоритму проводиться критеріальне оцінювання показників забезпечення ОТС двигуна і ТЗ та загальна економічна оцінка досліджуваних варіантів і формується загальний висновок щодо забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ у відповідних умовах експлуатації.

Висновки

Сформований підхід дозволяє системно і логічно проводити організацію дослідження для вирішення проблеми теплової підготовки та зберігання теплового стану двигуна і ТЗ в умовах експлуатації. Для чого було визначено, розроблено і обґрунтовано методи визначення й оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації. Отримані методи є ефективною основою для проектування систем забезпечення оптимального температурного стану двигунів транспортних засобів, осна-

щених комплексними системами комбінованого прогріву з ТА фазового переходу, а крім цього, для коригування їх параметрів у процесі проведення досліджень і оптимізації елементів конструкції. Завдяки розробленим алгоритмам досягається системність у підході до дослідження процесу забезпечення оптимального температурного стану двигунів ТЗ в умовах експлуатації.

Література

1. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.Ф. Гутаревич, В.Д. Александров та ін. – Донецьк: Ноулідж, 2015. – 316 с.
2. Грицук І.В. Системний підхід до проектування і дослідження комплексних систем комбінованого прогріву ДВЗ / І.В. Грицук // ДонІЗТ УкрДАЗТ: зб. наук. пр. – 2012. – № 30. – С. 106–117.
3. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред: монография / В.Д. Александров. – Донецк: Донбасс, 2011. – 580 с.
4. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів: монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук, Ю.В. Прилепський та ін. – Донецьк: Ноулідж, 2014. – 230 с.
5. Сергієнко М.І. Середньоексплуатаційна витрата палива тепловозними двигунами та її оцінка / М.І. Сергієнко, С.А. Ерощенко, А.А. Каграманян // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 2. – С. 9–10.
6. Шульгин В.В. Тепловые аккумуляторы автотранспортных средств / В.В. Шульгин. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2005. – 268 с.
7. Schatz D. Latentwärmespeicher für Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen / D. Schatz // Brennst. – Wärme-Kraft. – 1991. – № 6. – P. 333–340.
8. Вашуркин И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И.О. Вашуркин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – 148 с.
9. Матейчик В.П. Методи оцінки показників енергоустановок на різних етапах їх вибору для ДТЗ / В.П. Матейчик // Сис-

- темні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобілів: зб. наук. пр. – 2002. – Вип. 14. – С. 73–76.
10. Матейчик В.П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В.П. Матейчик // Вісник НТУ «ХПІ». – 2002. – № 7, Т. 2. – С. 162–167.
 11. Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем / В.М. Одрин. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 314 с.
 12. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман. – К.: НТУ, 2014. – 168 с.
 13. Сафиуллин Р.Н. Теоретические основы комплексной оптимизации основных величин и параметров ДВС АТС при применении топлив различного качества ДВС / Р.Н. Сафиуллин // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 4 (45). – С. 104–111.
 14. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов и др.; под ред. Волкова В.П. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 400 с.
 15. Волков В.П. Обґрунтування методології формування інформаційної системи моніторингу та прогнозування технічного стану транспортних засобів в умовах експлуатації / В.П. Волков, І.В. Гришук // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 14–16 квітня 2015 р.: зб. наук. пр. – Вінниця ВНТУ, 2015. – С. 29–31.
 2. Gritsuk I. V. Systemnyj pidkhdid do proektuvannya i doslidzhennya kompleksnykh system kombinovanogo progrivu DVZ [The systems approach to the design and research of complex systems combined warming up ICE]: *DonIZT UkrDAZT zbirn. nauk. prats*, 2012, Vol. 30, pp. 106–117.
 3. Aleksandrov V.D. *Kinetika zarodysheobrazovaniya i massovoj kristallizacii pereohlazhdennyh zhidkostej i amorfnyh sred* [The kinetics of nucleation and crystallization mass supercooled liquids and amorphous media: monograph]. Donetsk: Donbass Publ., 2011, 580 p.
 4. Aleksandrov V.D., Gutarevych Yu.F., Gritsuk I.V., Prylepsyky Yu.V., Postnikov V.A., Gushhyn A.M., Adrov D.S., Verbovskyy V.S., Krasnokutska Z.I. *Teplovi akumuljatory fazovogo perekhodu dlya transportnykh zasobiv: parametry robochykh procesiv* [Thermal phase transition batteries for vehicles: workflow options. Donetsk: Noulidzh Publ., 2014, 230 p.
 5. Sergiyenko M.I., Eroshhenkov S.A., Kagramanyan A.A. *Serednoekspluatacijna vytrata palyva teplovoznymy dvygunamy ta yiyi otsinka* [Average exploitation of the fuel consumption diesel engines and its evaluation]. *Zaliznyhnyj transport Ukrainy*. 2008, Vol. 2, pp. 9–10.
 6. Shul'gin V. V. *Teplovyje akumuljatory avtotransportnyh sredstv* [Heat battery vehicles] SPb.: *Izdatel'stvo Politehn. un-ta* Publ., 2005, 268 p.
 7. Schatz D. *Latentwarmespeicher fur Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen*. *Brennst. Warme-Kraft* 1991, Vol. 6, pp. 333–340.
 8. Vashurkin I. O. *Teplovaja podgotovka i pusk DVS mobil'nyh transportnyh i stroitel'nyh mashin zimoj* [Thermal preparation and launch of ICE mobile vehicles and construction machinery in the winter]. Tjumen', TjumGNGU Publ., 2001, 145 p.
 9. Mateychyk V. P. *Metody ocinky pokaznykiv energoustanovok na riznykh etapax yix vyboru dlya dorozhnix transportnykh zasobiv* [Methods of assessing the performance of power plants at various stages of their choice for road vehicles]. *Systemni metody keruvannya, tekhnologiya ta organizaciya vyrobnytctva, remontu ta ekspluataciji avtomobiliv: zb. nauk. pr.*, 2002, Vol. 14, pp. 73–76.

References

10. Mateychyk V. P. *Systemnyy pidkhyd do analizu strukturnykh skhem enerhoustanovok transportnykh zasobiv*. [The systems approach to the analysis of structural diagrams power installations of vehicles]. *Visnyk NTU «KhPI»*, 2002, Vol. 7, no. 2, pp. 162-167.
11. Odrin V. M. *Metod morfologicheskogo analiza tehnycheskikh sistem* [Morphological analysis of technical systems]. Moscow, VNIPI Publ., 1989, 314 p.
12. Dmytrychenko M. F., Mateychyk V. P., Hryshchuk O. K., Tsyuman M. P. *Metody systemnoho analizu vlastyvostey avtomobil'noyi tekhniki: navch. posib* [Methods of system analysis properties of automotive engineering: a tutorial.]. Kharkiv: NTU Publ., 2014, 168 p.
13. Safiullin R.N. Teoreticheskie osnovy kompleksnoj optimizacii osnovnykh velichin i parametrov DVS ATS pri primenenii topliv razlichnogo kachestva DVS [Theoretical Foundations of complex optimization of the basic values and parameters of the internal combustion engine vehicles when using fuels of varying quality ICE]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*, 2014, Vol. 4 (45), pp. 104-111.
14. Volkov V., Mateichik V., Nikonov O., Komov P., Gritsuk I., Volkov Ju., Komov Je. *Integracija tehnycheskoj ekspluatacii avtomobilej v strukturi i processi intelektualnykh transportnykh sistem* [Integration of the technical operation of vehicles in the structures and processes of intelligent transport systems]. Donets'k, Noulidzh Publ., 2013, 400 p.
15. Volkov V.P. Gritsuk I. *Obgruntuvannya metodologiyi formuvannya informacijnoyi systemy monitoryngu ta prognozuvannya texnichnogo stanu transportnykh zasobiv v umovakh ekspluatacii* [Justification methodology forming the information system for monitoring and forecasting technical condition of vehicles in operation]. *Suchasni texnologiyi ta perspektyvy rozvytku avtomobilnogo transportu: materialy III Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferenciyi (14–16 kvitnya 2015): zbirnyk naukovykh prats*, VNTU, Vinnytsya, 2015, pp. 29-31.

Рецензент: О.М. Врублевський, професор,
д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 01 липня 2015 р.