

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-**  
**ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Автомобільний факультет**

**НАУКОВІ ПРАЦІ**

**Міжнародної науково-практичної конференції**

**«Автомобільний транспорт  
і автомобілебудування.  
Новітні технології і методи  
підготовки фахівців»**

**Конференція проводиться щорічно з нагоди  
Дня автомобіліста і дорожника  
та присвячена 50-річчю кафедри ДВЗ**

**19–20 жовтня 2017 р.**  
(Посвідчення УкрІНТЕІ від 22 грудня 2016 року № 792)

**Харків, 2017**

# ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

## КЕРІВНИКИ ОРГКОМІТЕТУ

*Туренко Анатолій Миколайович* – ректор ХНАДУ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, голова організаційного комітету конференції;

*Богомолів Віктор Олександрович* – заступник ректора ХНАДУ з наукової роботи, заступник керівника Північно-східного наукового центру Транспортної академії України, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету конференції;

*Сараєв Олексій Вікторович* – декан автомобільного факультету ХНАДУ, д.т.н.

## ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

*Абрамчук Федір Іванович* – зав. кафедри двигунів внутрішнього згорання ХНАДУ, д.т.н., проф., Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України;

*Волков Володимир Петрович* – зав. кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ХНАДУ, д.т.н., проф., академік Транспортної академії України;

*Клименко Валерій Іванович* – зав. кафедри автомобілів ХНАДУ, к.т.н., професор, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України.

*Подригало Михайло Абович* – зав. кафедри технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ, д.т.н., професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Транспортної академії України;

*Солодов Валерій Григорович* – зав. кафедри теоретичної механіки ХНАДУ, д.т.н., професор;

*Перегон Володимир Андрійович* – зав. кафедри деталей машин ХНАДУ, к.т.н., професор;

**Матейчик Василь Петрович** – декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету, д.т.н., проф., зав. кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Відмінник освіти України;

**Сахно Володимир Прохорович** – зав. кафедри «Автомобілі» НТУ, д.т.н., професор;

**Шуклінов Сергій Миколайович** – д.т.н., професор кафедри автомобілів ХНАДУ;

**Топаліді Валерій Анатолійович** – к.т.н., доц. ТАДИ, Узбекистан;

**Бартош Петро Романович** – зав. кафедри ГПА БНТУ, к.т.н., проф., Білорусь;

**Карпієвич Юрій Дмитрович** – зав. кафедри «Автомобілі» БНТУ, д.т.н., проф., Білорусь;

**Гелашвили Отар Георгієвич** – декан транспортного і машинобудівного факультету д.т.н., проф. Грузинський технічний університет.

**Димитров Ангел** – проф. технічний Університет, м. Варна, Болгарія;

**Роланд Лахмайер** – докт-інж., технічний Університет, м. Ганновер, Німеччина;

**Алексей Антошків** – доктор філософії, докт-інж., Бранденбургський технічний університет, Німеччина;

**Aleksander Wroblewski** – Prof. dr. hab. eng., Польща;

**Yuliya Gorb** – Associate Professor, Department of Mathematics, University of Houston

# ЗМІСТ

## Секція 1.

### ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

<b>Батраченко О.В.</b> Вплив розташування пристроїв заднього виду на аеродинамічний опір вантажного автомобілю.....	15
<b>Бодак В.І., Тимошук В.В.</b> Нові тенденції при конструюванні для економії палива та збереження навколишнього середовища.....	17
<b>Воробьев Ю.А., Дубовик А.С.</b> Перспективы использования безвоздушных 3D-шин .....	18
<b>Голиков А.Д., Аргун Щ.В.</b> Ветрогенератор как средство увеличения запаса хода электромобиля.....	19
<b>Гребеник О.М.</b> Стосовно проблеми створення перспективних спеціальних колісних шасі .....	21
<b>Гребеник О.М., Почечун О.О.</b> Щодо конструкцій системи регулювання тиску повітря в шинах військової автомобільної техніки та бойових колісних машин .....	23
<b>Кав'юк В.В., Васильєв Б.Г., Груньов Є.І.</b> Інноваційна технологія керування поворотом двохланкового автопоїзда для подачі заднім ходом буксированого позаду одновісного причепа .....	24
<b>Кищун В.А., Грицюк О.Ю.</b> Як класифікуються легкові автомобілі .....	25
<b>Клименко В.В.</b> Аналіз проблеми створення та функціонування системи технічного зору безпілотного автомобіля.....	27
<b>Ковальов О.О., Васильєв С.В.</b> Гібридний силовий привід пожежного насоса.....	29
<b>Литовченко В.В., Підгорний М.В.</b> Умови виникнення механічної саморегуляції безступеневої механічної трансмісії .....	31
<b>Никонов В.О., Посметьев В.И.</b> Перспективная конструкцияавтомобильного колесного модуля с гидроприводом.....	33
<b>Пилипенко О.М., Батраченко О.В.</b> Зменшення аеродинамічного опору сидельних автопотягів шляхом застосування в їх конструкції аеродинамічних тунелів .....	35
<b>Поляков В.М., Разбойников О.О.</b> Врахування особливостей роботи підвіски автомобіля при дослідженні його руху по нерівній дорозі.....	37

<b>Підгорний М.В.</b>	
Впровадження системних досліджень в логістичні процеси .....	38
<b>Редзюк А.М., Клименко О.А.,</b>	
Впровадження технічного регулювання ефективності використання енергії дорожніми транспортними засобами в Україні.....	41
<b>Рыжих Л.А.</b>	
Особенности учета влияния абс на выходные параметры транспортного средства в условиях эксплуатации .....	43
<b>Серіков Г.С.</b>	
Перспективи розвитку конструкції електромобілів .....	44
<b>Серікова І.О.</b>	
Тенденції розвитку бортових зарядних станцій електромобілів.....	46
<b>Сітовський О.П., Мазилюк П.В., Крищук Я.Л.</b>	
Обґрунтування використання «Накату» для руху КТЗ.....	48

## **Секція 2.**

### **ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ І СЕРВІС АВТОМОБІЛІВ**

<b>Gritsuk I., Volkov V., Mateichyk V., Simonenko R., Volkov J., Sadovnik I.</b>	
Cyber physical monitoring transport technical condition .....	50
<b>Gritsuk I., Aleksandrov V., Sobol O., Sobolev A., Verbovskiy V., Krasnokutska Z.</b>	
Justification for the application of heat-accumulating materials while designing phase transition heat accumulators of ice and vehicle taking into account hysteresis effects while melting and crystallizing them.....	52
<b>Аргун Щ.В., Гнатов А.В.</b>	
Сонячні зарядні станції як невід’ємна частина транспортної інфраструктури .....	53
<b>Аулін В.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В.</b>	
Критерії оцінки в організації системи технічної діагностики для дослідження технічного стану засобів транспорту.....	55
<b>Балака М.М.</b>	
Вплив температури на інтенсивність зношування шин .....	57
<b>Бодак В.І., Місан С.І.</b>	
Вплив стилю водіння на витрати палива автопоїздом .....	58
<b>Бондарєв С.І.</b>	
Управління вантажообігом та удосконалення транспортного процесу при транспортуванні молока .....	59
<b>Бондарєв С.І.</b>	
Ефективність пакетування товарної продукції АПК для її якісного транспортування .....	61

<b>Борисюк В.В.</b> Формування словника діагностичних ознак при віброакустичному діагностуванні.....	63
<b>Бороденко Ю.М.</b> Контроль характеристик активних підвісок автомобілів в умовах лінії експрес-діагностики.....	66
<b>Веснін А.В., Почужевський О.Д., Градова Є.О.</b> Питання експлуатації автосамоскидів з електромеханічною трансмісією в умовах кар'єрів Криворізького регіону.....	68
<b>Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., В.А. Кашканов, Волков Ю.В.</b> Особливості визначення засобами ітс умов експлуатації в процесах моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів.....	70
<b>Володарец Н.В., Волков В.П., Грицук І.В.</b> Характеристика и требования к обеспечению оптимального температурного состояния рабочего места водителя транспортного средства .....	74
<b>Горбик Ю.В.</b> Визначення енергетичних характеристик автомобіля.....	76
<b>Горобченко О.М., Грицук І.В., Гатченко В.О.</b> База знань інтелектуальної системи керування тяговим рухомим складом.....	79
<b>Густелєв О.О, Осипов В.О.</b> Огляд інженерних рішень, які спроможні мінімізувати аварійність за участю автомобільного транспорту .....	81
<b>Дембіцький В.М., Павлюк В.І.</b> Ідентифікація відмов автомобіля як спосіб підвищення його надійності .....	83
<b>Дитятьєв А.В., Белов В.И.</b> Экологический стандарт Euro 5 в Украине .....	85
<b>Захарчук М.І., Кримчук М.В.</b> Аналіз переваг використання природного газу в технологічних транспортних засобах сільськогосподарського призначення.....	87
<b>Захарчук В.І., Захарчук М.І., Слупко Ю.О.</b> Конструктивні особливості газобалонного трактора .....	89
<b>Зенкин Е.Ю., Булгаков Н.П.</b> Усовершенствование алгоритмов оценки технического состояния датчиков массового расхода воздуха на примере Skoda Octavia .....	91
<b>Калиновський А.Я, Коваленко Р.І.</b> Розробка організаційної системи проведення технічного обслуговування спеціальної техніки аварійно-рятувальних формувань .....	93
<b>Клименко В.В.</b> Аналіз завдань систем технічного зору безпілотних автомобілів .....	95

<b>Корнійчик І.І., Бондарєв С.І.</b>	
Планування транспортних процесів та узгодження тривалості роботи водіїв на міжнародних автоперевезеннях .....	96
<b>Кравченко О.П., Чуйко С.П.</b>	
Формування екологічної компетенції майбутніх фахівців автомобільного транспорту .....	97
<b>Кривошапов С.И.</b>	
Мониторинг условий эксплуатации автомобилей при нормировании расхода топлива .....	99
<b>Мармут И.А.</b>	
Методика метрологического контроля канала измерения замедления на роликовом стенде ПДС-Л .....	101
<b>Мельниченко О.І., Осипов В.О.</b>	
Щодо вхідних параметрів при визначенні ризиків небезпек на автодорозі .....	103
<b>Мустафаєв Г.К., Гецович Е.М.</b>	
Об учете поведения водителя в моделях транспортных потоков .....	105
<b>Нікульшин С.В., Нікульшин Д.С., Павлієнко С.І.</b>	
Аналіз техніко-економічної стійкості виробничих систем автосервісу .....	110
<b>Ніконов О.Я., Шуляков В.М., Фастовець В.І.</b>	
Експериментальне дослідження інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски автомобіля на основі використання нейро-фаззи регуляторів .....	112
<b>Ніконов О.Я., Полосухіна Т.О., Сіндєєв М.В.</b>	
Способи забезпечення дорожньою інформацією безпілотний транспортний засіб .....	114
<b>Оліскевич М.С.</b>	
Контроль дорожніх умов руху автопоїздів на магістралі .....	115
<b>Орисенко О.В., Криворот А.І.</b>	
Розроблення та дослідження вулканізатора для збільшення ресурсу автомобільних пневматичних шин .....	117
<b>Павленко В.М., Ханевський П.В.</b>	
Актуальність інформаційних технологій для автосервісної системи обслуговування автомобіля .....	120
<b>Павленко В.М., Погодін Я.К., Горшкова М.В.</b>	
Експертні системи в організації технічного обслуговування легкових автомобілів .....	122
<b>Панікарський О.С., Данков В.В.</b>	
Особливості відновлення свинцево-кислотних акумуляторів великої ємності .....	124
<b>Педоряка М.В., Балака М.М.</b>	
Витратомір палива для автомобільних двигунів .....	126

<b>Рабінович Е.Х., Зибцев Ю.В.</b> Оцінка дії вітру на автомобіль за результатами дорожніх випробувань .....	128
<b>Рубан Д.П., Рубан Г.Я.</b> Причини виникнення несправностей підчас гарантійного обслуговування автобусів громадського транспорту .....	130
<b>Савчук В.П., Білоусов Є.В., Сімагін А.Ф.</b> Стенд для дослідження підшипників ковзання трансмісій транспортних машин.....	132
<b>Сакно О.П., Козлов О.О., Гльченко А.В.</b> Моделювання системи технічного обслуговування автомобілів з урахуванням факторів, які впливають на ресурс їх основних частин .....	135
<b>Сакно О.П., Козлов О.О., Гльченко А.В., Савенко Д.В.</b> Шляхи розвитку системи технічного обслуговування автотранспортних засобів .....	137
<b>Саравас В.Е.</b> Оценка электромагнитной совместимости станков технической эксплуатации автомобилей.....	139
<b>Семененко М.В.</b> До питання екологічності автомобільного парку міста .....	141
<b>Скалига М.М., Рудинець М.В., Бодак В.І., Грицук І.В.</b> Покращення економічних та екологічних показників дорожньо-транспортних засобів в умовах експлуатації шляхом оптимізації роботи системи газотурбінного наддуву типу гіпербар .....	143
<b>Скорик М.О., Орисенко О.В.</b> Удосконалення тягово-зчіпного пристрою автопоїзда категорії М1 .....	145
<b>Теплюк В.М., Збітнєв П.В.</b> Удосконалення пристосування для збору відпрацьованих мастил з агрегатів автомобілів .....	147
<b>Шабаш О.Р., Бондарєв С.І.</b> Визначення витрат пального при виконанні міжнародних автомобільних перевезень .....	149
<b>Шевченко С.А.</b> Зміна потоку відмов агрегатів у часі при обслуговуванні за станом.....	150



**Секція 3.**  
**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА**  
**І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ**

<b>Karabinesh S.S., Karandyk R.S.</b> Routing the engine – the seal of its durability.....	152
<b>Агєєв М.С.</b> Можливість використання структурних особливостей сталевих газотермічних покриттів.....	154
<b>Дудукалов Ю.В., Савченков Б.В., Чигрин А.О.</b> Підвищення ефективності технологічного обладнання для рихтування кузовних деталей .....	157
<b>Кищун В.А., Нестеренко Л.В.</b> Особливості процесу діагностики п'єзофорсунок Bosch системи Common Rail.....	159
<b>Коробко А.І., Зяблов Я.С.</b> Експериментальний метод встановлення числового значення показника.....	161
<b>Мороз Н.В., Збітнєв П.В.</b> Удосконалення стенду для розбирання та складання двигунів внутрішнього згоряння .....	163
<b>Пахар Д.О., Збітнєв П.В.</b> Удосконалення візка для транспортування агрегатів.....	165
<b>Подригало М.А., Клец Д.М., Сальников Р.Ю.</b> Влияние дисбаланса задних ведущих колес на устойчивость многоосных автомобилей краз и их модификаций.....	167
<b>Подригало М.А., Кайдалов Р.О.</b> Оцінка додаткових втрат енергії для комбінованого електромеханічного приводу ведучих коліс автомобіля .....	169
<b>Подригало М.А., Тарасов Ю.В., Патек В.В.</b> Випробування на стабільність функціонування як новий вид оцінки основних характеристик автомобіля під час його експлуатації.....	171
<b>Полянский А.С., Дубинин Е.А., Клец Д.М., Молодан А.А.</b> Повышение надежности колесных машин совершенствованием диагностического оборудования .....	173
<b>Савченков Б.В., Цыбульский В.А., Леоненко А.Н.</b> К вопросу применения комбинированных методов для упрочнения деталей из чугуна.....	177
<b>Сакно О.П., Лукічов О.В., Козлов О.О.</b> Комплексний підхід до технологій виготовлення та ремонту автомобілів на підставі аналізу функціонально-орієнтованих властивостей деталей .....	179
<b>Супонина В.О.</b> Влияние производства литий-ионных аккумуляторов для электромобилей на мировые ресурсы лития .....	181

## Секція 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ДВЗ

<b>Абрамчук Ф.И., Авраменко А.Н.</b> Особенности численного моделирования рабочих циклов дизельных двигателей.....	182
<b>Аврамов К.В., Ніконов О.Я., Успенський Б.В.</b> Інтелектуальні інформаційно-керуючі технології для транспортних двигунів серій ЗТД та БТД .....	183
<b>Балака М.М., Ходневич М.М.</b> Вимоги до реформульованих дизельних палив .....	184
<b>Безвесільна О.М., Ільченко А.В.</b> Особливості застосування і вимірювання витрат біопалив дизельними двигунами, що оснащено термоанемометричними витратомірами.....	186
<b>Белоусов Е.В., Савчук В.П., Грицук И.В.</b> Оценка энергетических затрат на организацию внутреннего смесеобразования в газодизельных двигателях .....	188
<b>Воронков О.І., Тесленко Е.В., Удовік Т.О.</b> Розробка електрогідроприводу газорозподільчого механізму для поршневого пневмодвигуна .....	190
<b>Врублевський О.М., Левченко Д.В.</b> Аналіз гідродинамічних процесів в розпилювачі форсунки високообертового дизеля.....	192
<b>Гутаревич Ю.Ф., Сирота О.В.</b> Вплив методу регулювання потужності на індикаторні показники двигуна з іскровим запалюванням.....	194
<b>Колесникова Т.Н., Реджепов Р.Р.</b> Определение перспективной конструкции двигателя для реализации модульного отключения цилиндров.....	196
<b>Кондратенко О.М., Бігун С.М., Семчук В.М.</b> Вплив витрат палива поршневого ДВЗ на фактори екологічної безпеки процесу його безаварійної експлуатації .....	198
<b>Корогодский В.А.</b> Сравнение уровня эффективного к.п.д. и экологических показателей двухтактных и четырехтактных ДВС .....	200
<b>Кузьменко А.П.</b> Аналіз процесу сумішоутворення двигуна з іскровим запалюванням при подачі газового палива в рідкому стані .....	202
<b>Кухарёнок Г. М., Березун В.И.</b> Влияние параметров систем топливоподачи и рециркуляции отработавших газов на выбросы вредных веществ дизельным двигателем.....	203

<b>Левтеров А.М., Авраменко А.М., Бганцев В.М.</b> Розробка наукових засад та створення методів, засобів і пристроїв ефективної адаптації ДВЗ до альтернативних палив біологічного походження .....	204
<b>Левченко Д.В.</b> Методика осереднення індикаторних діаграм ДВЗ знятих сучасними цифровими системами реєстрації .....	205
<b>Нікітченко І.М., Назаров А.О., Колеснікова Т. М.</b> Спосіб накопичення тепла та підігрівання стиснутого повітря в комбінованій силовій установці.....	206
<b>Пилипенко О.М., Шльончак І.А.</b> Токсичність відпрацьованих газів дизеля і газодизеля .....	207
<b>Пліс В.Б., Балака М.М.</b> Водень як альтернативне моторне паливо .....	209
<b>Прохоренко А. О., Кравченко С. С., Вовк Є. Г.</b> Стенд для безмоторних досліджень електронної системи керування дизельних двигунів.....	211
<b>Скалыга Н.Н., Рудинец Н.В., Грицук И.В., Белоусов Е.В.</b> Концепция улучшения экономических и экологических показателей транспортных ДВС путем оптимизации работы системы газотурбинного наддува типа гипербар .....	213
<b>Томашевский В.О., Ткаченко А.С.</b> Перспективы применения сталей для производства поршней автомобильных дизельных двигателей .....	215
<b>Цюман М.П., Шевчук І.В.</b> Оцінювання паливної економічності та шкідливих викидів двигуна з іскровим запалюванням під час використання спиртовмісного палива .....	216
<b>Швыдкий Д.В.</b> Измерительный комплекс «SPARKING & COMBUSTION ANALYSER».....	218

## **Секція 5.**

### **МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ І КОНСТРУКЦІЙ**

<b>Авершин А.Г., Роговий А.С., Солодов В.</b> Побудова моделі центральної частини міста харкова .....	219
<b>Біловол О.В.</b> Використання кореляцій на мікрорівні у вигляді неаналітичних в'язей для одержання рівнянь руху рідини.....	221
<b>Воропай А.В., Малахов Е.С.</b> Применение интегральных уравнений Вольтерра для моделирования нестационарных колебаний консольной балки .....	225
<b>Гащук П.М., Нікіпчук С.В.</b> Стендово-аналітичні засоби моделювання теплових явищ, що перебігають у двигуні внутрішнього згоряння .....	227
<b>Давидовський Л.С., Бісик С.П.</b> Мінімізація впливу уражаючих факторів на екіпажи бойових броньованих машин при підриві на мінно-вибухових пристроях .....	229
<b>Егоров П.А., Янютин Е.Г.</b> Нестационарные колебания мембраны в форме равнобедренного прямоугольного треугольника .....	232
<b>Копотилов В.И.</b> О движущих силах транспортных машин .....	233
<b>Красніков С.В., Бардаш М.М.</b> Моделювання та аналіз міцності вантового моста .....	235
<b>Кіндрацький Б.І., Осмак О.А.</b> Моделювання коливних процесів у підвісці тривісного автобуса засобами Matlab Simulink .....	239
<b>Пельо Р.А.</b> Алгоритми оптимального керування механічною ступеневою трансмісією автомобіля .....	241
<b>Песков В.И., Пожидаев С.П.</b> К расчету максимальной высоты эскарпа, доступного для преодоления колесной машиной.....	243
<b>Пожидаев С.П.</b> Описание разгона автомобиля с помощью закона сохранения энергии .....	245
<b>Пожидаев С.П.</b> О противоречии в теории качения эластичного колеса .....	247
<b>Приходько А.А., Арсенюк М.С.</b> Численное моделирование обтекания транспортного средства с геометрией корпуса типа Ahmed Car.....	249
<b>Роговий А.С., Дрокін А.О.</b> Характеристики вихорокамерного нагнітача в бездренажному режимі роботи.....	255

**Гащук Петро Миколайович**, д-р техн. наук, професор  
*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*  
**Нікіпчук Сергій Вячеславович**, старший викладач, [nikipch@gmail.com](mailto:nikipch@gmail.com)  
*Національний університет «Львівська політехніка»*

## **СТЕНДОВО-АНАЛІТИЧНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ЯВИЩ, ЩО ПЕРЕБІГАЮТЬ У ДВИГУНІ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Проблема хімічного й теплового забруднення довкілля двигунами внутрішнього згоряння хоч якого призначення, та особливо автомобільними, спонукує до пошуку технічних засобів підвищення ефективності згоряння суміші в їх робочих просторах. Втілення цих спонук потребує, перш за все, створення можливостей багатократного відтворення процесу згоряння в циліндрах двигуна за різних керованих умов та володіння апаратом адекватного (на рівні теорії) аналізу наслідків планованої зміни обставин теплового енерговиділення.

Вимірювальна техніка ідентифікує далеко не завжди саме те, чого насправді хоче дослідник, а відтак постає необхідність досліджувати термодинамічні явища в циліндрах двигуна ще й аналітичними засобами, хоча «мова аналітики» не цілком ідентична «мові досліду». Отож існує нагальна потреба системно залучити в модельне середовище експериментально-стендові та комп'ютерно-аналітичні засоби пізнання закономірностей перетворення речовинної енергії в теплову, а далі – в механічну.

Звісно, існує дуже багато способів відображення процесу згоряння в аналітичній формі. Приміром, деякі дослідники зосередили увагу на визначенні швидкості згоряння суміші за допомогою рівнянь хімічних реакцій пального з повітрям. Інші навіть спробували моделювати закон впорскування пального в двигуні й обчислювати швидкість перетворення енергії на підставі визначення розмірів та закономірностей поширення крапель пального в робочому просторі двигуна. Інколи на засадах біомолекулярної теорії окиснення висновують залежності, які пов'язували б швидкість згоряння із законом надсилання свіжого пального, беручи до уваги також існування частки вже спаленого пального. Тощо-тощо... Та всі ці моделі вимушено спираються на надмірно велику кількість вмотивованих спрощень, які зумовлюють помітні та далеко не завжди контрольовані відхилення модельного процесу від реального.

Виявляється, що моделювання теплових процесів в циліндрі двигуна можна звести до вимірювання там тиску газів стендовими засобами з паралельним у реальному часі аналітичним відтворенням перебігу теплотворення, а потім навпаки, взявши за основу експериментально зафіксовані мовою дослідів перебіги теплотворення, розрахувати тиск газів у циліндрі. Це дає змогу задовільно якісно відкалібрувати машинно-аналітичну модель енергоперетворення. Перевагою такого (загалом вимушеного) моделювання є відносно висока точність результатів розрахунків та можливість вивчення впливу різних чинників (чи параметрів, що їх характеризують) на процес теплотворення без залучення для цього складних й глибоких експериментальних вимірювань.

Для розрахунку теплових явищ, що перебігають у циліндрах двигуна, є підстави застосовувати, перш за все, систему трьох рівнянь: рівняння закону збереження енергії, рівняння закону збереження речовини та рівняння термодинамічного стану. Тож доводиться оперувати чотирма змінними величинами: тиском газів у циліндрі, температурою робочого тіла, енергією, яка міститься в робочому тілі, та масою робочого тіла. Тому модельну систему рівнянь необхідно доозначити або якимсь додатковим рівнянням, або інформаційно, задаючи функцію зміни в часі однієї з перелічених величин. Такою функцією є, зокрема, відображена індикаторною діаграмою взаємна зміна тиску і об'єму.

Найчастіше для моделювання термодинамічних процесів застосовують так звану однозонну модель, коли робоче тіло, займаючи певний робочий простір, всюди в ньому залишається однорідним (гомогенним). Вона сприймається як точна за фізичним змістом і адекватна за кількісними ознаками, коли йдеться про відображення теплових процесів на гальмівних режимах роботи двигуна без надання йому пального або якщо її використовують для моделювання процесу газообміну. Та для моделювання активних теплових процесів, зумовлених спалюванням пального, більше підходить двозонна модель, коли модельна камера згоряння поділена безмежно тонким шаром полум'я на дві зони, які між собою різняться хімічним складом та станом (термодинамічними параметрами) робочого тіла – зона спаленої суміші знаходиться позаду фронту полум'я, а зона горіння попереду нього.

Дослідження засвідчили, що процес теплотворення доцільно аналітично описувати формулою І. Вібе в тому разі, коли можна відмовитись від жорсткого тлумачення параметра, що характеризує повноту згоряння. Тоді вона найкраще зі всіх відомих залежностей поєднує в собі теоретично вмотивовану загальність, зручність використання, якісну змістовність, формальну адекватність. Застосування цього доволі простого виразу дає змогу ще й прослідкувати вплив трьох параметрів – миті початку згоряння, тривалості згоряння та так званого показника характеру теплотворення – на такі визначальні для адекватного оцінювання робочого процесу в двигуні інтегральні величини, як максимальні тиск та температура газів під час згоряння, середній індикаторний тиск, питома витрата пального, індикаторний коефіцієнт корисної дії тощо, якщо йдеться про проектування двигуна, або ж перевірити ефективність тепловикористання у вже існуючому двигуні.

Контроль за «спілкуванням» модельного комп'ютера зі стендом, що здійснював вимірювання температур за допомогою 186 термоелементів, вмонтованих в головку модельного циліндра, було з'ясовано, що широко вживане рівняння Вошні досить якісно описує втрати енергії через стінки циліндра в інтегральному сенсі, хоча й з відносно великим розкидом значень окремих параметрів. Натомість поточне відтворення процесу зміни теплових витоків через стінки циліндра в часі нема підстав вважати прийнятно якісним. Та на основі теорії подібності й результатів стендово-комп'ютерного моделювання вдається вибудувувати удосконалені рівняння, за допомогою яких вже можна належно точно аналітично відтворювати результати стендових вимірювань – як інтегральні, так і поточні в часі.

Давидовський Леонід Сергійович, к.т.н., davidovski14@ukr.net

Бісик Сергій Петрович, к.н.т., с.н.с., sergey-new@ukr.net

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки  
ЗС України

## **МІНІМІЗАЦІЯ ВПЛИВУ УРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ЕКІПАЖИ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ПРИ ПІДРИВІ НА МІННО-ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЯХ**

Бойовий досвід антитерористичної операції (АТО) та аналіз бойових пошкоджень у воєнних конфліктах останніх десятиліть показує, що більша частина втрат припадає саме на підриви бойових броньованих машин (ББМ) на протитанкових мінах та саморобних вибухових пристроях (далі МВП – мінно-вибухові пристрої). Тому фундамент тенденцій розвитку ББМ та модернізації існуючих зразків лежить у вдосконаленні системи комплексного захисту, одним з основних складових якої є протимінна стійкість (ПМС).

Першочерговим завданням при підвищенні протимінного захисту є збереження цілісності корпусу та мінімізація деформацій елементів силового каркаса ББМ. Тому, з початком АТО, вітчизняні виробники ББМ розробили зразки, корпуси яких концептуально відповідають вимогам до машин класу MRAP (англ. Mine Resistant Ambush Protected). Це ББМ, що мають високий кліренс, v-подібну чи w-подібну форму днища, протимінні екрани та інше специфічне обладнання, серед них: БТР-4, БТР-4ЕМ, «Дозор-Б», «Козак-2», «Варта», «Барс-8», «Тритон», «Shrek-APC», «Feona».

Рівень ПМС і сама методика випробувань, повинні базуватись на оцінці ймовірності та ступені тяжкості травмування людини, тому в роботах [1-3] визначено медико-технічні вимоги та обґрунтовано критерії травмування, крім того, представлено методики та вирази за якими розраховуються критерії, їх допустимі значення та криві ймовірності травмування в залежності від їх значення [1]. Для недопущення перевищення граничнодопустимого рівня визначених критеріїв пропонується застосовувати сидіння спеціальної конструкції, що забезпечуватимуть процес дисипації енергії вибуху при передачі її від корпусу ББМ до екіпажу у вигляді вертикальних прискорень (рис. 1а).

Сидіння новітніх вітчизняних зразків ББМ не враховують реакцію організму людини на дію вибухового навантаження, так як основу напрацювань становлять застарілі стандарти, що не відповідають сучасним вимогам. Тому, сформовані вимоги до протимінних енергопоглинаючих сидінь ББМ, основними з яких є забезпечення допустимих значень перевантажень екіпажу. Обґрунтовано параметри елементів конструкції сидіння, що відповідають антропометричним, фізіологічним та психологічним даним людини [3–5].

Для визначення навантаження в місцях кріплення сидінь, яке необхідно мінімізувати до визначених значень критеріїв проведено числовий експеримент підриву багатоцільового тактичного автомобіля «КОЗАК-2» (далі – БТА «КОЗАК-2»). Адекватність розробленої числової математичної моделі визна-