

СТВОРЕННЯ МОДЕЛЬНОГО РЯДУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

ДРАГОБЕЦЬКИЙ Володимир Вячеславович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

ТРУНІНА Ірина Михайлівна – докторка економічних наук, професорка, завідувачка кафедри бізнес адміністрування, маркетингу і туризму Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

ШАПОВАЛ Олександр Олександрович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

ГАЙВОРОНСЬКИЙ Олександр Анатолійович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу зварювання легованих сталей № 039 Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України.

КАЙДАЛОВ Руслан Олегович – доктор технічних наук, професор, заступник начальника з наукової роботи Національної академії Національної гвардії України.

ВИСОЦЬКИЙ Олег Миколайович – кандидат фізико-математичних наук, голова ради директорів ПрАТ Науково-виробниче об'єднання «ПРАКТИКА».

КРИВИЙ Віктор Іванович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник генерального директора ПрАТ Науково-виробниче об'єднання «ПРАКТИКА».

ЗАХАРЕВИЧ Дмитро Миколайович – заступник директора-головний конструктор ПрАТ Науково-виробниче об'єднання «ПРАКТИКА».

Робота складається з чотирьох розділів, змісту, вступу і висновку, у тому числі:

Розділ 1 містить опис модельного ряду спеціалізованих броньованих машин.

Розділ 2 містить опис теоретичних досліджень протимінної та балістичної стійкості спеціалізованих броньованих машин.

Розділ 3 містить порівняння результатів натурного (на зразках) та числового експерименту

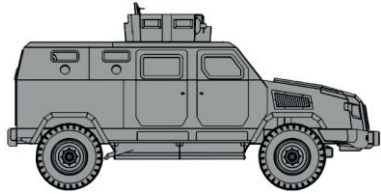
Розділ 4 містить оцінку відповідності броньованого автомобіля «КОЗАК-001» щодо показників протимінної стійкості в реальних умовах ПрАТ «НВО «ПРАКТИКА».

Отримані результати мають пріоритетний характер і в ряді випадків не мають аналогів у світовій і вітчизняній практиці.



МОДЕЛЬНИЙ РЯД СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

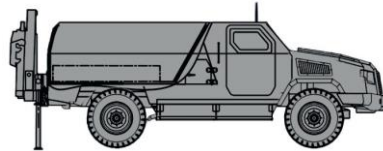
**ТРАНСПОРТУВАЛЬНИК
ОСОБОВОГО СКЛАДУ (БАЗОВА
МОДИФІКАЦІЯ)**



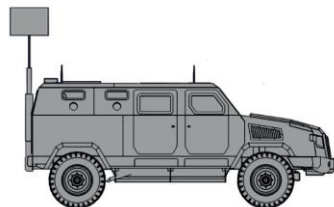
**ТАКТИЧНИЙ/РОЗВІДУВАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬ**



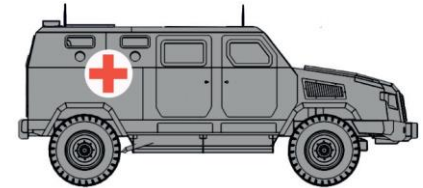
**РЕМОНТНО-ЕВАКУАЦІЙНИЙ
АВТОМОБІЛЬ**



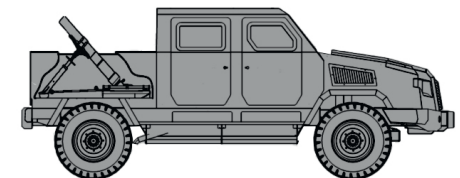
**КОМАНДО-ШТАБНА
МАШИНА**



**САНІТАРНО-ЕВАКУАЦІЙНИЙ
АВТОМОБІЛЬ**



**АВТОМОБІЛЬ МІНОМЕТНОЇ
ПІДТРИМКИ**



МОДЕЛЬНИЙ РЯД СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

ХОРУНЖИЙ. ГЛИБОКА МОДЕРНІЗАЦІЯ (ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ) БТР-60



БА «ДЖУРА»



«ФОРТЕЦЯ НА КОЛЕСАХ» НА ШАСІ КРАЗ-6322



Науково-технічна проблема, вирішенню якої присвячена ця робота, полягає в розвитку теоретичних основ і наукових положень розробки оптимізаційних моделей і механізмів ефективного пошуку раціонального варіанту спеціалізованих броньованих колісних машин шляхом рішення системи рівнянь, що містять показники бойової, економічної і експлуатаційної ефективності з визначенням виробничих витрат і терміну розробки техніки.

Мета роботи: розробка та виробництво спеціалізованих броньованих колісних машин з високим рівнем досконалості на основі розвитку науково-методологічного апарату конструктивно-технологічного формування елементів конструкції.

Галузь використання. Продукція військового призначення KOZAK, KOZAK2, KOZAK5, OTAMAN, ВТР 60М, LOGISICS, 60М « ХОРОНЖИЙ »; броньовані вантажівки, в тому числі «ФОРТЕЦЯ НА КОЛЕСАХ» та ін. офіційно поставлена на озброєння у Збройних силах України та Національної гвардії України, пройшла державні випробування і неодноразово перевірена в бою.

Її призначення бойові завдання допоміжного характеру: передислокація особового складу, організація зв'язку, постановка радіозавод, виконання тактичних завдань малого ризику, задачі на полі бою (OTAMAN).



Наукова новизна роботи.

1. Виконано аналіз рівнів технічної досконалості (тактико-технічних вимог) з урахуванням і реалізацією методів розрахунку максимальної вірогідності виконання тактичного завдання з визначенням терміну розробки як критерію в поєднанні з якістю, надійністю та живучістю спеціалізованих броньованих колісних машин.

2. Отримала подальший розвиток теорія оптимального проектування спеціалізованої броньованої колісної техніки на базі інваріантних математичних моделей. Розробка відрізняється тим що оптимізація, що забезпечує необхідну протимінну та балістичну стійкість елементів конструкції, мінімальний вплив надмірних тиску та температурного фактору на екіпаж, здатність виконувати бойову задачу, мінімальну уразливу площину конструкції від кінетичного враження кулями та уламками, запальної дії.

3. Удосконалено науковообґрунтований конструктивно-технологічний метод формування із залученням до методу складових, що пов'язані з аналізом фонду накопичених знань та умов ведення бойових дій, що надає можливість забезпечення підвищення захищеності, протимінної стійкості, здатності виконувати бойове завдання та зниження уразливості броньованої техніки і синтезу математичних моделей: початкового стану заготовок з листових броньованих матеріалів технологічних процесів їх обробки і визначення деформованого стану та динамічної поведінки при кінетичному враженні кулями, обламками, фугасної дії.

4. Вирішено задачу пошуку раціонального варіанту спеціалізованих броньованих колісних машин шляхом рішення системи рівнянь, що містять показники бойової, економічної і експлуатаційної ефективності з визначенням витрат праці і терміну розробки техніки.

5. Вперше розроблено метод розрахунку протимінної стійкості кузовів спеціалізованих броньованих колісних машин згідно вимог договору по стандартизації НАТО. Детонація заряду вибухової речовини під кожним колесом та центром автомобіля з залученням комплексу математичних моделей. Імпульсної ударної хвилі, що утворюється в наслідок детонації вибухової речовини, з урахуванням аналітичних залежності взаємодії з ударної хвилі та продуктами детонації із даною поверхнею (монолітною, шаруватою, шаруватою з рознесеними шарами) бронемашини та екіпажу. Моделей початкового стану та пружно пластичного деформування елементів конструкції з урахуванням залежності інваріантів тензора напружень, показника деформованості, ресурсу пластичності, критеріїв руйнування в умовах імпульсного навантаження з забезпеченням стійкості конструкції до пробивної дії обломками та кулями, надмірного тиску і температури.

Наукова новизна роботи.

6. Вперше отримано оптимальне рішення з альтернативними варіантами та обмеженнями щодо твердості, пружним деформаціям та зварюваності матеріалу, виникнення тріщин при кінетичному враженні та зварюванні і відколу щодо балістичної стійкості броні спеціалізованої броньованої колісної техніки.

7. Вирішено проблему отримання бездефектних з'єднань броньованих сталей, які задовольняють технологічним вимогам та вимогам балістичної стійкості, з визначенням умов формування структури та необхідних механічних властивостей. При запропонованому варіанті зварювання немає необхідності в застосуванні попереднього підігріву, при цьому зміни твердості зони термічного впливу мінімальні, що необхідно при виробництві броньованої техніки.

8. Вперше в Україні розроблено методику та виконані натурні випробування протимінної стійкості спеціалізованого броньованого автомобіля «КОЗАК-001» з вимірювання прискорення та тиску електротензодатчиками встановленими у ключових точках манекену (область тазу, грудна клітина, голова, тощо), що дало можливість визначити здатність бронеавтомобіля до збереження життя та уникнення серйозних травм для членів екіпажу і некритичних пошкоджень бронеавтомобілів в цілому. Експериментальні данні щодо встановлення значень прискорень та тиску у відсіку екіпажу дозволили розробити адекватний, реалістичний математичний опис процесу вибухового навантаження фугасної дії. У порівнянні із закордонними аналогами броньовані машини мають більш високі показники жорсткості, міцності, балістичної та мінної стійкості за рахунок використання у елементах конструкції шаруватих пластин та оболонок з рознесеними шарами. Їх функціональне призначення забезпечення жаростійкості, балістичної та мінної стійкості, збереження стабільності температури у салоні транспортного засобу, компенсація дії вібраційних та ударних навантажень.

Науково-виробниче об'єднання «ПРАКТИКА»



Виставкова діяльність

Протягом 2014-2022 р.р. відбулось 20 виставо-ярмаркових подій, в яких брало участь «Мотор Січ». Основними з них є:

«Power Gen Africa - 2014» - з 17 по 19 березня 2014 року ПАТ «МОТОР СІЧ» брало участь в міжнародній спеціалізованій виставці «Power Gen Africa - 2014» (ПАР, м. Кейптаун).

«ADEX 2014» - з 11 по 13 вересня 2014 року на території МВЦ «Баку Експоцентр», м. Баку пройшла 1-а Міжнародна спеціалізована виставка озброєння та військової техніки «ADEX 2014». На експозиції ПАТ «МОТОР СІЧ» були представлені сучасні макети середнього транспортного вертольота Мі-8МСБ-В і багатоцільового літака Ан-2-100, зразки прогресивних технологічних процесів і виробу медичного призначення.

«Нафта і Газ» / KIOGE 2014 --з 30 вересня по 3 жовтня 2014 року на території виставкового центру «Атакент», Республіка Казахстан, м. Алмати пройшла 22-я казахстанська міжнародна виставка та конференція «Нафта і Газ» / KIOGE 2014. У виставці KIOGE щорічно бере участь близько 500 компаній - учасниць більш ніж з 20 країн світу.

На експозиції ПАТ «МОТОР СІЧ» були представлені розробки підприємства в галузі промислових установок наземного застосування. «КазАгро - 2014» - з 27 по 29 жовтня 2014 року в виставковому центрі «годувати» (м. Астана, Казахстан) ПАТ «МОТОР СІЧ» брало участь в казахстанській міжнародній виставці сільського господарства і харчової промисловості «КазАгро - 2014». На стенді ПАТ «МОТОР СІЧ» були представлені товари народного споживання: агротехніка для фермерських господарств, сепаратори молочні, від споживчих до промислових, бензино-і електро моторні пили. Продукція ПАТ «МОТОР СІЧ» користувалася великим попитом у відвідувачів виставки.

У 2015 році ПАТ «Мотор Січ» взяло участь у багатьох міжнародних виставках. З авіаційної тематики: в Індії - «AERO INDIA-2015»; у Франції - «PARIS AIR SHOW-2015», Китаї - «HELICHINA-2015 »,« AVIATION EXPO CHINA», в ОАЕ -«DUBAI AIRSHOW-2015», в Чехії -«EUROPEAN HELICOPTERSHOW», в Туреччині - «IDEF-2015», в Україні -« Озброєння і безпеку-2015». Продукція наземного застосування демонструвалася на виставках в Узбекистані - «OGU-2015», в Казахстані - «ATYRAU OIL & GAS-2015», в Ірані - «IRAN OIL SHOW-2015», в Аргентині - «ARGENTINA OIL & GAS- 2015 »

Оцінка витрат щодо підвищення надійності та захищеності спецавтомобілів

Витрати на агрегат $C_a = C_{ao} + Y_R(R_a) + Y_L(L_a)$

де C_a – витрати на виробництво агрегату; C_{ao} – витрати на виробництво агрегату, що має мінімальну надійність; $Y_R(R_a)$ – функція, що зростає з підвищенням надійності агрегату; R_a – надійність агрегату; $Y_L(L_a)$ – функція, що зростає з підвищенням живучості агрегату; L_a – живучість агрегату.

Витрати на підвищення надійності пов'язані із зменшенням відмов

$$Y_R(R_a) = Y_r(r)$$

де $Y_r(r)$ – функція інтенсивності відмов; r – інтенсивність відмов.

Підвищувати захищеність (живучість) доцільно, якщо

$$\frac{dC_{aT}}{dR_a} < 0 \qquad \frac{dC_{aT}}{dD_a} < 0$$

Залежність зміни витрат приводиться до вигляду

$$\frac{dC_a}{dR_a} = \frac{\partial m_o P_i C_r}{\partial m_a R_a}$$

де m_o – добуток маси автомобіля на критерій його складності; m_a – добуток маси агрегату на критерій його складності; P_i – ймовірність виконання цільового завдання; D_a – захищеність військового автомобіля

ОРИГІНАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ТЕХНІКИ

ЛЮКИ ТА ДВЕРІ

Бронеавтомобілі компанії «ПРАКТИКА» мають достатню кількість отворів (дверей та люків) для швидкого десантування на полі бою та для ведення вогню у відповідь. Усі вони обладнані посиленими петлями, обмежувачами відкриття, пневмостійками та пружинами для полегшення відкриття



КОЛЕСА

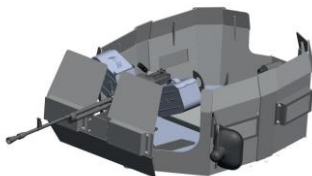
Усі бронеавтомобілі компанії «ПРАКТИКА» обладнуються спеціальними колесами, які мають: великорозмірні шини зі спеціальним протектором для бездоріжжя; легкорозбірні колісні диски з двох частин; зовнішню систему підкачки шин (для машин на шасі); централізовану систему підкачки шин (для машин з незалежною підвіскою).



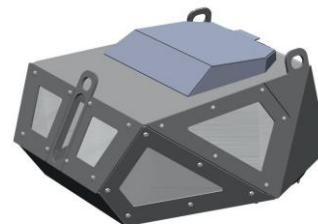
ТУРЕЛЬ

Бронеавтомобілі компанії «ПРАКТИКА» обладнуються захищеною з усіх сторін поворотною туреллю для стрілка. Усі турелі мають: кронштейн для кулемету; оглядові вікна з кулестійким склом; безуламкове дзеркало заднього виду; ручний або електричний механізм повороту; спинний упор для стрілка.

Базова конструкція



Полегшена конструкція



Закрита конструкція (для боїв у місті)



ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНЕ ОЗБРОЄННЯ

Для підвищення бойових характеристик автомобілі компанії «ПРАКТИКА» опційно обладнуються дистанційно керованими бойовими модулями. Модулі можуть бути різного класу: від малих, озброєних кулеметом 7,62 мм або 12,7 мм для броневих автомобілів 4х4, до великих, озброєних автоматичними гарматами 25 мм або 30 мм, для бронетранспортерів бх6/8х8



СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Автомобілі компанії «ПРАКТИКА» обладнані системами боротьби з вогнем – як у відсіку двигуна, так і у відсіку екіпажу. Зокрема, система для відсіку екіпажу укомплектована детекторами полум'я з ультракоротким часом спрацювання та заправлена спеціальною вогнегасною суспензією, що нешкідлива для людини.



КЛІМАТИЧНА СИСТЕМА

Автомобілі компанії «ПРАКТИКА» обладнані комплексом систем для підтримання комфортного мікроклімату у відсіку екіпажу: кондиціонером, обігрівачем, фільтро-вентиляційною установкою (з РБХ-фільтром).



ОРИГІНАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ТЕХНІКИ

ПРОТИМІННИЙ ЗАХИСТ

Бронеавтомобілі компанії «ПРАКТИКА» мають рівень захисту STANAG 4569 2a/2b (6 кг тротилу) або 3a/3b (8 кг тротилу).

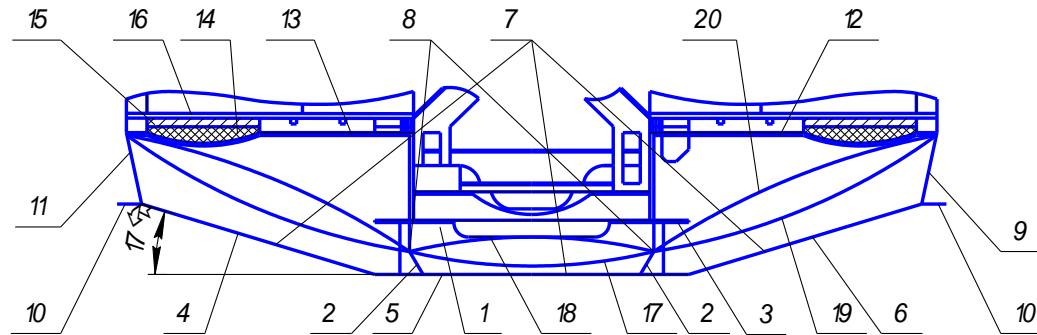


ЕРГОНОМІКА

Бронеавтомобілі компанії «ПРАКТИКА» розроблені з огляду на те, що екіпаж може довго перебувати всередині транспортного засобу. Відсіки екіпажу просторі, з комфортною внутрішньою висотою та безліччю спеціального обладнання, призначеного для полегшення виконання місії солдатами

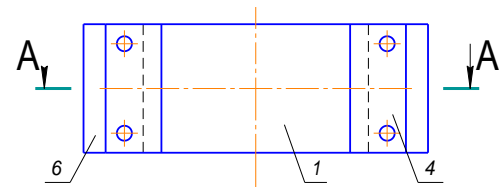


ПРОТИМІННЕ ДНИЩЕ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

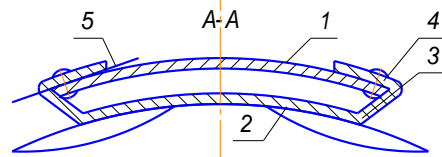


1 – перша демпфуюча пластина; 2 – демпфуючі елементи; 3 – друга демпфуюча пластина; 4 – другий ряд; 5 – третій ряд; 6 – четвертий ряд; 7 – нижня частина V-подібного днища; 8 – елементи кріплення; 9 – п'ятий ряд; 10 – елементи кріплення; 11 – перший ряд; 12 – шостий ряд; 13 – сьомий ряд; 14 – шар з армованої гуми; 15 – шар мінеральної вати; 16 – шар з листів рифленої сталі; 17 – верхня пластина; 18 – нижня пластина; 19 – верхня бокова пластина; 20 – нижня бокова пластина.

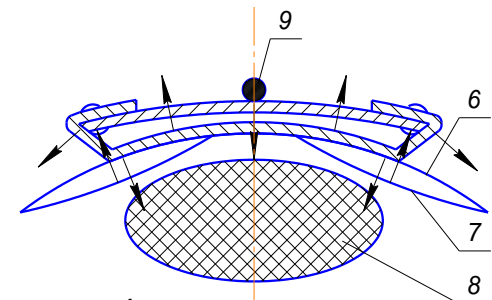
**Захисний броньований елемент
(вигляд згори)**



**Переріз бронезахисного
елемента**



**Процес деформації зовнішнього
та внутрішнього шарів при
навантаженні ударником**



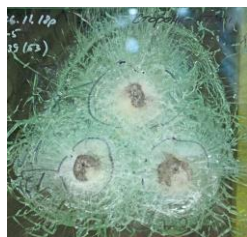
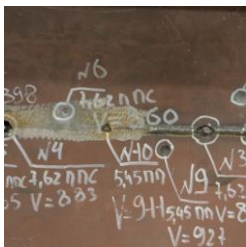
1 – зовнішній шар; 2 – внутрішній шар; 3 – відігнуті за кінцівки; 4 – додаткове відгинання; 5 – дотична; 6 – зовнішня пластина; 7 – внутрішня пластина; 8 – об'єкт, що захищається; 9 – ударник

Балістичний захист броневих автомобілів компанії «ПРАКТИКА»

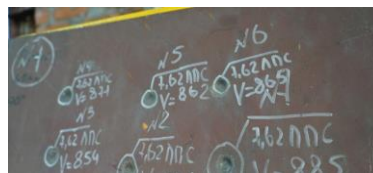
Балістичний захист броневих автомобілів компанії «ПРАКТИКА» забезпечується броньованою сталлю та кулестійким склом. Балістична сталь – це спеціально легована сталь, яка має з одного боку надвисоку твердість (500 НВ), з іншого – високу пластичність. Кулестійке скло виробляється самостійно і являє собою спеціальний сендвіч із окремих шарів скла, з'єднаних шарами полімерної плівки, який затримує кулю за рахунок такої багатошарової структури. Базовий рівень балістичного захисту – рівень 2 за STANAG 4569 (захист від бронебійних куль калібру 7,62 мм.). За допомогою додаткової керамічної броні можливе підвищення до рівня 4 (захист від бронебійних куль калібру 12,7 мм).

Броньована сталь та кулестійке скло

Кулестійке скло



Хорунжий

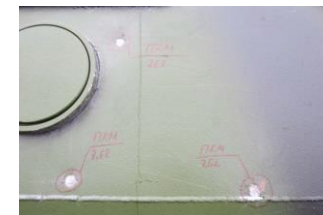


БТР-60



Місця влучання з кулемету ПКМ після влучання по зварним швам

Після підриву Зразка бронекорпус витримав обстріл з АК-74 (5,45 мм), СВД (7,62 мм) та ПКМ (7,62 мм) по зварним швам (руйнування швів відсутнє) та площині



Модель динамічної поведінки при бойовому враженні в AUTODYN складається з таких компонентів:

- рівняння стану (EOS) – відображає зв'язок між тиском p , щільністю ρ та питомою енергією e ;
 - міцнісна модель – відображає протимінну стійкість. Це відображається функцією властивостей матеріалу, такі: як деформація, швидкість деформації або накопичена енергія;
 - модель руйнування – вводиться у модель матеріалу для урахування напруження розтягу або стискання та їх меж.
- Модель руйнування визначає початок руйнування, який може бути визначено шляхом критичної величини змінис (наприклад, тиску або ефективної пластичної деформації);
- ерозія – дозволяє подолати проблему великого спотворення Лагранжевої сітки. Елемент видаляється : розрахунку, коли деформація перевищує задане обмеження.


Ресурс пластичності в умовах імпульсного навантаження з урахуванням впливу історії деформування: пропонується використовувати в тому ж вигляді як і для умов статички із заміною e_p на e_p^e , тобто

$$\phi = \int_0^{e_p^d} n \left[\frac{e_u^{n-1}}{e_p^d e_n} \right] de_u$$

де ϕ – ресурс пластичності; n – деяка функція, що залежить від напрямку деформування; e_u – інтенсивність деформацій до моменту руйнування.

Поле пікових тисків ударної хвилі можна описати з достатньою точністю виразом

$$P_m = 0,1241 \cdot 10^7 \left(\frac{q}{q_0} \right)^{0,572} \cdot r^{-1,144} + \left[0,1166 \cdot 10^8 \cdot \left(\frac{q}{q_0} \right)^{0,4} \cdot r^{-0,805} - 0,1241 \cdot 10^7 \left(\frac{q}{q_0} \right)^{0,572} \cdot r^{-1,144} \right] \cdot \lambda$$

де λ – довжина дуги за фронтом ударної хвилі; q – енергія вибуху на одиницю довжини, Дж/м; r – дистанція: вибух  1.

Розрахункові оцінки протимінної стійкості спеціалізованого броньованого автомобіля

Вимоги STANAG-4569 щодо захисту екіпажів броньованих машин

Рівень	Характеристика рівня протимінного захисту	
1	ручна граната, артилерійський снаряд, що не вибухнув, різні дрібні вибухові пристрої, що детонують у будь-якому місці під транспортним засобом	
2	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг	1a, 2a, 3a, 4a - вибух міни під будь-яким колесом транспортера; 1b, 2b, 3b, 4b - вибух міни під транспортером у центрі машини
3	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 8 кг	
4	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 10 кг	

Геометрична модель корпусу СБА КОЗАК



Характеристики SE-моделі конструкції зразка:
 кількість деталей корпусу – 157 шт.;
 характерні розміри елементів днища - 0,01 мм;
 характерні розміри елементів даху та бортів - 0,02-0,06 мм;
 кількість вузлів – близько 141000;
 кількість оболонкових елементів – близько 17000;
 кількість об'ємних елементів – близько 140000;
 загальна маса конструкції зразка – 15 000 кг.

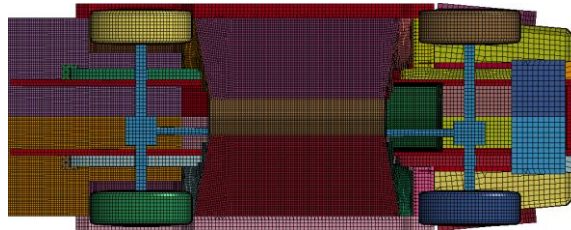
Скінченно-елементна модель (далі – СЕ-модель) утворена оболонковими елементами. Для зменшення машинного часу обчислення деталі конструкції, що зазнають значних пружно-пластичних деформацій розбиті на скінченні елементи менших розмірів. Так в нижній площині деталі днища, стінок днища, внутрішніх перегородок розбиті скінченними елементами з характерним розміром 0,01 м. Деталі даху та бортів розбиті на скінченні елементи з характерними розмірами 0,02-0,06 мм.

СЕ-модель зразка

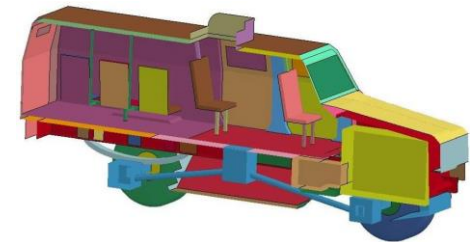
загальний вигляд



вигляд знизу

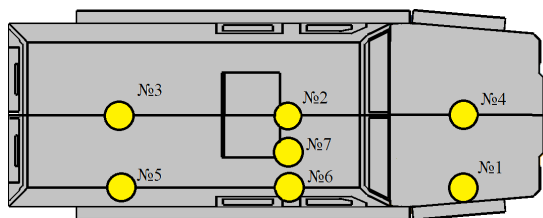


поперечний переріз
СЕ-моделі зразка



Місця розміщення заряду вибухової речовини під зразком при проведенні моделювання №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – місця розміщення заряду вибухової речовини при проведення моделювання

вигляд зверху



вигляд спереду



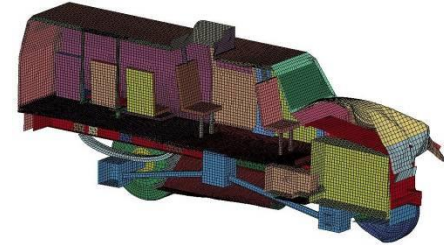
Результати, що отримані при розміщенні заряду в точці №1 (маса ВР=6 кг)



$t=0,02$ с

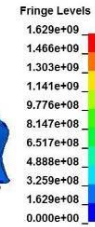
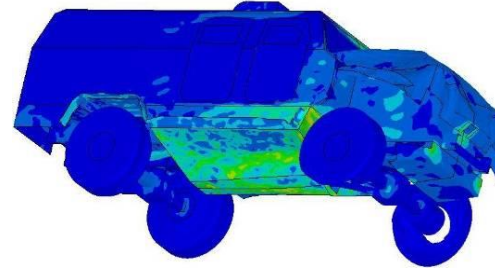
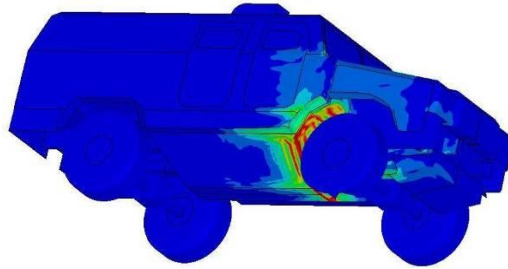


$t=0,02$ с



$t=0,045$ с

Поля напружень в конструкції зразка при підриві заряду ВР у точці №1



Результати отримані при розміщенні заряду в точці №2 (маса ВР=6 кг)



$t=0,001$ с



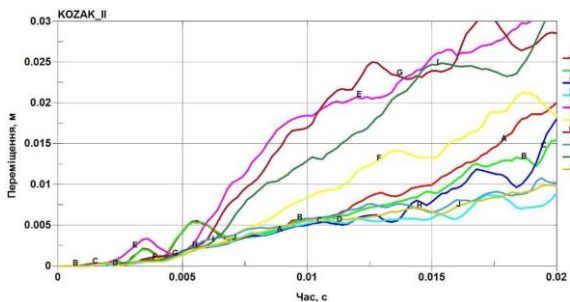
$t=0,03$ с



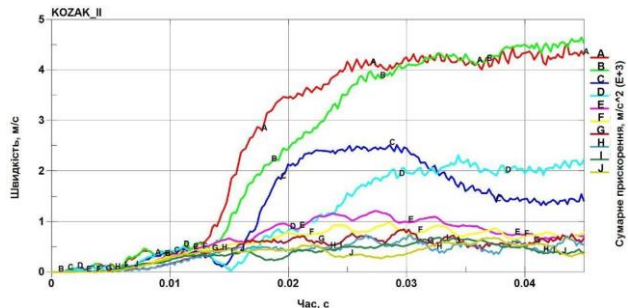
$t=0,029$ с

Результати отримані при розміщенні заряду в точці №4 (маса ВР=6 кг)

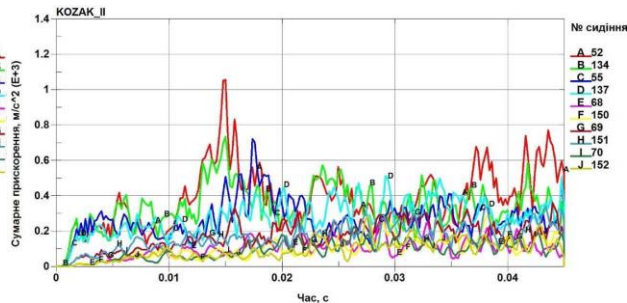
Значення переміщень контрольних точок на підлозі відділення екіпажу



Значення швидкостей подушок сидінь екіпажу та десанту



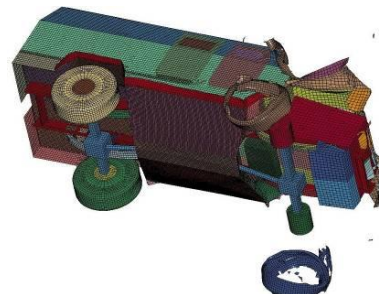
Значення прискорень сидінь екіпажу та десанту



Деформування конструкції зразка при підриві заряду ВР у точці №4



$t=0,008\text{s}$



$t=0,045\text{s}$

Випробування автомобіля «КОЗАК» щодо показників протимінної стійкості

Для оцінки протимінної стійкості броньованого автомобіля «Козак» призначеного для перевезення особового складу на полігони Національної гвардії України були проведені визначальні державні випробування.

Умови випробувань наступні на відкритому полігоні: температура навколишнього повітря 0 ± 7 °С; атмосферний тиск, мм. рт. ст. – 755; відносна вологість, % – 81; швидкість вітру, м/с – 5; переважний напрямок – північно-західний; загальна хмарність, % – 60 – 90; опади – відсутні.

Випробувальне обладнання

Таблиця – Вимірювальне обладнання та устаткування

№ з/п	Тип обладнання	Найменування
1	Акселерометри	<u>KISTLER 808 1K1</u> , 2 шт.
2	Підсилювач сигналів акселерометрів	<u>KISTLER 561 T</u> , 2 шт.
3	Осцилограф	<u>DATAMAN 570</u> .
4	Осцилограф	<u>BORDO B421</u>
5	Датчик тиску	<u>KISTLER 601H</u> (
6	Підсилювач сигналів датчика тиску	<u>KISTLER 5007</u>
7	Вибухова речовина	Тротил, 6 кг, 2 заряди
8	Комплект кабелів (подовжувачів) для підключення апаратури реєстрації	Коаксіальний кабель <u>PK-50</u> , 1 к-т.
9	Ноутбук з програмним забезпеченням для обробки даних з датчиків	<u>Sony VAIO VGN-AR41SR</u>
10	Манекен	Манекен (
11	Фотоапарат	<u>Canon PowerShot SX40</u>
12	Фотоапарат	<u>Sony Cyber-Shot DSC-H7</u>

Зразок після підриву заряду під днищем



Руйнування V-подібного екрану днища після підриву заряду під днищем



Після проведення випробувань було здійснено два вдалих запуски двигуна з подальшою його роботою. Акумуляторні батареї та електрична схема Зразка залишились функціональними. Було проведено вмикання склоочисників, внутрішнього освітлення, аварійної сигналізації. Після двох підривів Зразка, конструкція корпусу забезпечує вільне відкриття замків (дверей та люків), дверей, люків, бійниць. Відсутнє руйнування та зміщення бронескла відносно корпусу Зразка. Деформація бронекорпусу зразка **відсутня**. Після випробувань неушкодженими залишились три робочих колеса Зразка та його запасне колесо. Після підривів Зразка бронекорпус витримав обстріл з АК-74 (5,45 мм), СВД (7,62 мм) та ПКМ (7,62 мм) по зварним швам (руйнування швів відсутнє) та площині. Встановлена можливість руху Зразка за умови заміни пошкодженого колеса на запасне. Автоматична аерозольна система пожежогасіння двигуна не спрацювала за умов відсутності виникнення вогнища.

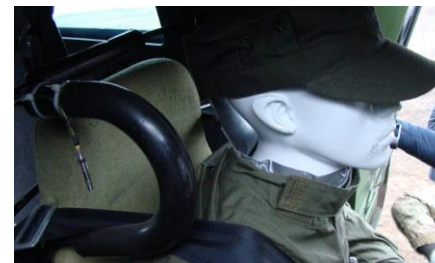
**Акселерометр
в районі тазу**



**Акселерометр сидіння
в районі грудей манекену**



Датчик тиску



Манекен до підривів



**Манекен після підриву
заряду під днищем Зразка**



**Манекен та внутрішній
простір Зразка
після підриву заряду
під правим переднім
колесом**



Порівняння з аналогами дозволяє зробити такі висновки

1. По балістичній стійкості броне захисту екіпажу і десанту від обстрілу зі стрілецької зброї і підриву на мінах, про що свідчать визначальні державні випробування в реальних умовах на відкритому полігоні броньовані автомобілі «КОЗАК-001» отже і модифіковані автомобілі «КОЗАК-2», «КОЗАК-5» мають переваги над вітчизняними броньованими машинами сімейства «БАРС-8», «ВАРТА», КрАЗ та ін. і відповідають кращим світовим аналогам.

2. За параметрами прохідності, зокрема переднім і заднім кутом звису, кліренсу за повної і спорядженої маси, максимальними кутами підйому і крену броньовані автомобілі сімейства «КОЗАК» не поступаються броньованим машинам вітчизняного («БАРС-8», «ВАРТА», КрАЗ «ФІОНА, КрАЗ «ШРЕК») і закордонного виробництва.

3. За максимальною швидкістю руху, втратами пального на 100 км пробігу, витратами пального на одиницю виконаної транспортної роботи, тобто питомою величиною витрат реального на одного перевезеного пасажера бронемашини вітчизняного виробництва в тому числі сімейства «КОЗАК» знаходяться приблизно на одному рівні.

4. Домінуючим критерієм ефективності військової техніки при її проектуванні, виробництві та експлуатації в умовах військового стану є термін розробки. Крім того цей критерій відповідає оптимальній технологічності конструкції. За цим показником броньовані автомобілі сімейства «КОЗАК» є безперечним лідером серед броньованих вітчизняного виробництва. НВО «ПРАКТИКА» є надійним національним виробником броньованої колісної техніки з повним циклом їх серійного виробництва від розробки та виготовлення до сервісного супроводу в експлуатації та ремонті.

5. За економічним критерієм, за який прийнято собівартість виробництва броньованого автомобіля, слід зазначити, що за цим показником його величина у 5-6 разів менше у порівнянні з закордонними аналогами. По мінімуму витрат на перевезення бойового підрозділу для виконання тактичної задачі, броньовані автомобілі сімейства «КОЗАК» та показникам балістичної стійкості або живучості перевищують кращі вітчизняні та світові аналоги.

ВИСНОВКИ

1. Розроблені броньовані колісні машини спеціального призначення для оснащення Збройних Сил України повною мірою відповідають оперативно-тактичним (тактико-технічним) вимогам до потреб сьогодення. Виконано аналіз рівнів технічної досконалості (тактико-технічних вимог) з урахуванням і реалізацією методів розрахунку максимальної вірогідності виконання тактичного завдання з визначенням терміну розробки як критерію в поєднанні з якістю, надійністю та живучістю спеціалізованих броньованих колісних машин KOZAK, KOZAK2, KOZAK5, OTAMAN, ВТР 60М, LOGISICS, 60М «ХОРОНЖИЙ», броньовані вантажівки, в тому числі «ФОРТЕЦЯ НА КОЛЕСАХ». Встановлено, що вітчизняні зразки не поступаються, а по показникам здатності виконувати бойові завдання з часу їх виробництва до введення в експлуатацію перевищують найкращі закордонні аналоги HMMWV M1151A1WBI (США), VEGA 6x6 (Чехія), LMV (Італія), Auferland A4 AVL (Франція).

2. Вперше в Україні проведена оцінка протимінної стійкості бронетехніки за процедурою випробувань за стандартом НАТО STANG 4569 «Рівні захисту екіпажу логістичних та бойових броньованих машин легкої категорії». У відсіку екіпажу було встановлено манекен із датчиками у ключових точках (область таза, трудна клітина, голова тощо). Було проведено підриви 6 кг тротилового еквіваленту. Після підривів бронеавтомобіль зберіг цілісність відсіку екіпажу, а пошкодження в цілому були не критичними (зокрема, двигун залишився працездатним). Таким чином, за умови проведення належного ремонту він може бути відновлений. Ключовий результат – в усіх точках вимірювань отримані значення прискорення та тиску набагато менші за критичні, що говорить про збереження життя та уникнення серйозних травм для членів екіпажу. У порівнянні із закордонними аналогами броньовані машини мають більш високі показники жорсткості, міцності, балістичної та мінної стійкості за рахунок використання у елементах конструкції шаруватих пластин та оболонок з рознесеними шарами. Їх функціональне призначення забезпечення жаростійкості, балістичної та мінної стійкості, збереження стабільності температури у салоні транспортного засобу, компенсація дії вібраційних та ударних навантажень.

3. Отримала подальший розвиток теорія оптимального проектування спеціалізованої броньованої колісної техніки на базі інваріантних реалістичних математичних моделей початкового стану, еволюції фізико-механічних властивостей, поведінки при кінематичному враженні матеріалу і елементів конструкції, властивостей ґрунту.

4. Розроблено комплексний критерій травмування, що характеризує здатність організму людини переносити вибухові навантаження із заданою ймовірністю травмування. Визначені конструктивні рішення, які сприяють зменшенню ймовірності отримання характерних травм окремих частин організму людини при вибуховому навантаженні.

5. Бронетехніка має необхідну протимінну та балістичну стійкість елементів конструкції, мінімальний вплив надмірних тиску та температурного фактору на екіпаж, здатність виконувати бойову задачу, мінімальну уразливу площину конструкції від кінетичного враження кулями та уламками, запальної дії. Підвищення надійності та захищеності до прийнятного рівня досягається шляхом реалізації комплексу конструктивних та організаційних рішень. На основі статистичних та логічних зв'язків між масою агрегатів, витрат на їх виробництво та експлуатацію, надійністю та захищеністю, запропоновані наближені математичні залежності для визначення виробничих витрат.

6. Розроблена математична модель для числового рішення імпульсного вибухового навантаження дозволяє з високою точністю моделювати процес вибухового навантаження дослідної пластини та може застосовуватися для оцінки протимінної стійкості кузова та днища спеціалізованих броньованих машин. Маса заряду вибухової речовини у моделі задавалася шляхом зміни розмірів і об'єму моделі заряду. У результаті проведених досліджень отримані значення прогинів у контрольних точках, швидкості та прикорень сидінь екіпажу та десанту спеціалізованого броньованого автомобіля «КОЗАК-001». У декількох випадках спостерігається руйнування зовнішнього V-екрану. При цьому руйнування корпусу зразка відсутнє.

7. Методами лінійного програмування з обмеженнями щодо твердості, пружних деформацій її матеріалу, виникнення тріщин і відколу вперше отримано оптимальне рішення з альтернативними варіантами з визначення стійкості та механічних властивостей облицювальних деталей та днища броньованої колісної техніки.. Це дозволило визначити найбільш ефективні матеріали броні захисту.

8. Уперше отримані залежності інваріантів тензорів напружень, показника деформованості ресурсу пластичності для умов імпульсного навантаження та фугасної дії, що надало можливість удосконалити методи розрахунку балістичної стійкості броньованої техніки.

9. Вирішено проблему отримання бездефектних з'єднань броньованих сталей, які задовольняють технологічним вимогам та вимогам балістичної стійкості, з визначенням умов формування структури та необхідних механічних властивостей. При запропонованому варіанті зварювання немає необхідності в застосуванні попереднього підігріву, при цьому зміни твердості зони термічного впливу мінімальні, що необхідно при виробництві броньованої техніки.