

СТВОРЕННЯ МОДЕЛЬНОГО РЯДУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

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

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

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

4. 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.

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

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

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

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

РЕФЕРАТ

роботи «Створення модельного ряду спеціалізованих броньованих машин»

На озброєнні збройних сил України найбільш масовим і затребуваним видом техніки є різноманітності модифікації автомобілів військового призначення. Під час бойових дій в умовах воєнного стану широке застосування та все більшу значущість отримали спеціалізовані броньовані машини. Необхідність їх використання під час військового стану і виконання бойових завдань в умовах вогневої протидії супротивника не викликає сумнівів. Підприємствами України запропоновано декілька видів багатоцільових броньованих колісних машин підвищеної прохідності, призначених для перевезення і вогневої підтримки особового складу транспортування вантажів та обладнання до району бойових дій або евакуації з нього, проведення тактичних операцій озброєних військових підрозділів. Значна кількість розроблених бронемашин, складність їх конструкцій, різна адаптованість до умов експлуатації та терміни їх виготовлення ускладнюють процес вибору техніки для військових формувань. Обов'язково, в умовах військового стану, необхідно враховувати економічні можливості, науково-технічний потенціал, здатність до військово-технічної співпраці держави й підприємства. Розробка, виготовлення і модернізація спеціалізованих броньованих машин пов'язана з врахуванням існуючих тенденцій розвитку засобів ураження, засобів зниження уразливості і досконалості броньованої колісної техніки. Необхідність підвищення захищеності, рухливості, вогневої потужності, надійності, а також поліпшення компанування викликає необхідність комплексного вирішення завдань формування науково-обґрунтованих підходів до формування вимог до сучасних броньованих колісних машин, критеріїв оцінки їх досконалості і ефективності, формування концептуальних підходів до удосконалення компоновальних схем і елементів конструкції. У зв'язку з викладеним, проблема розвитку теорії і практики створення військової броньованої техніки здатної виконувати певні тактичні, технічні і функціональні задачі на сонові конструктивно-технологічного формування та компоновання елементів конструкції і подальшим вдосконаленням комплексної математичної моделі, що прогнозує здатність техніки виконувати бойову задачу при кінетичному та мінному враженні.

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.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання:

Розробити та удосконалити 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, уламками, мінами фугасної дії.

Вирішити 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.

Предмет дослідження: спеціалізовані броньовані колісні машини

Об'єкт дослідження роботи: науково-методологічний апарат визначення боездатності спеціалізованої броньованої колісної техніки, оцінка уразливості та рівня технічної досконалості, критерії порівняльного аналізу, стійкість бронезахисту, механогенез травмування екіпажу.

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 «ХОРУНЖИЙ»; броньовані вантажівки, в тому числі «Фортеця на колесах» та ін. офіційно поставлена на озброєння у Збройних Силах України та Національній гвардії України, пройшла державні випробування і неодноразово перевірена в бою.

Її призначення бойові завдання допоміжного характеру: передислокація особового складу, організація зв'язку, постановка радіозад, 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 вирогідності 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 оптимізацією, 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, уламками, мінами 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, з залученням комплексу математичних моделей. Імпульсної ударної хвилі, що утворюється в наслідок детонації вибухової речовини, з урахуванням аналітичних залежностей взаємодії 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 уламками та кулями, надмірного тиску і температури.

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 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» з вимірюванням 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.

Практична значимість роботи

1. З початку 90-х років по наступний час Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського, Науково-виробничим об'єднанням «ПРАКТИКА», Національною академією Національної гвардії України розроблено математичні моделі та методики експериментальних досліджень динамічної поведінки різноманітних конструкцій при вибуховому

навантаженні, методики оцінки балістичної стійкості, уразливості та живучості військової техніки, науково-методичний апарат визначення боєздатності броньованої колісної техніки.

2. Науково-виробничим об'єднанням «ПРАКТИКА» з 1998 р. освоєно бронювання автомобілів. У 2009 р. компанія розробила і побудувала першу власну модель броньованого автомобіля – «КОЗАК», в 2010 р. представила мікроавтобус на шасі Mercedes-Benz Sprinter, в 2011 р. – автомобіль швидкої допомоги. З 2015 року постачає машини для ЗСУ, Національної гвардії, Прикордонної служби, а загальна кількість машин різної модифікації перевищила 300 одиниць: броньовані VIP-автомобілі; бронетранспортери «ОТАМАН» 8x8, «ОТАМАН» 6x6, «ОТАМАН-3», 60М «ХОРУНЖИЙ»; броньовані вантажівки, в тому числі «Фортеця на колесах»; спеціальний броньований автомобіль «КОЗАК» і «КОЗАК 2»; спеціальні автомобілі; автобуси VIP-класу; засоби безпеки для банків та офісів; протипожежне обладнання; автомобіль швидкої медичної допомоги; військовий броньований вантажний автомобіль КРАЗ-6322; військовий броньований автомобіль Toyota Hilux; мобільні медичні діагностичні комплекси та лабораторії; броньований блок-пост; операційний модуль польового шпиталю; мобільний штабний пункт.



Рисунок 1 – Науково-виробниче об'єднання «ПРАКТИКА»



Рисунок 2 – Військова та спеціалізована продукція

3. Розроблено технологічний комплекс для виготовлення нового типу листових профілів з деформаційнозмцненою поверхнею протиковзання, що включає профілі Н2-560, Н2-760, Н2-960 для настилів спеціалізованих броньованих машин.

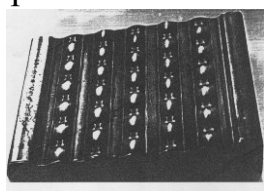


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд профілів сходів СЛ-01, СЛ-02

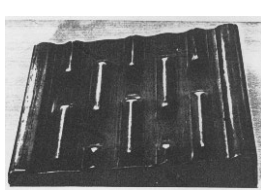


Рисунок 4 – Зовнішній вигляд настилів з поверхнею протиковзання

4. Вирішено завдання створити броню, розміщену на бронемашині, яка здатна затримувати кулю.

5. Вирішена задача створення протимінного днища броньованого автомобіля з покращеними показниками протимінної стійкості.

6. Розроблено кулеметну установку, основні переваги якої наступні: можливість встановлення на бойових машинах та надійного кріплення

великокаліберного кулемета при веденні вогню; можливість наведення на ціль та ведення прицільного вогню з великокаліберного кулемета у діапазоні $0...360^\circ$ у горизонтальній площині та $-8^\circ...+45^\circ$ у вертикальній площині; можливість надійної фіксації механізмів наведення у горизонтальній та вертикальній площинах при веденні вогню; можливість точного наведення на ціль у вертикальній площині в усьому діапазоні наведення від -8° до $+45^\circ$; забезпечення нормативної точності та кучності бою кулемета при веденні вогню; збільшення інтенсивності ведення вогню; спрощення конструкції механізмів наведення на ціль; забезпеченні можливості проведення технічного обслуговування та неповного розбирання великокаліберного кулемета безпосередньо на установці; забезпечення можливості захисту кулеметника від ураження стрілецькою зброєю та уламками.

7. Розроблено бронезахисні елементи конструкції для захисту найбільш схильних до поразки агрегатів бронемашин з опуклими зовнішніми та внутрішніми поверхнями та опуклою або плоскою зовнішньою поверхнями (рис. 5, 6). Застосування запропонованих ударостійких шаруватих елементів суттєво, у 5-6 разів зменшує заброньовану дію на об'єкт, що захищається, у порівнянні із плоскими шаруватими бронезахисними елементами з аналогічних матеріалів.

Схема дії захисної структури з опуклою зовнішньою поверхнею

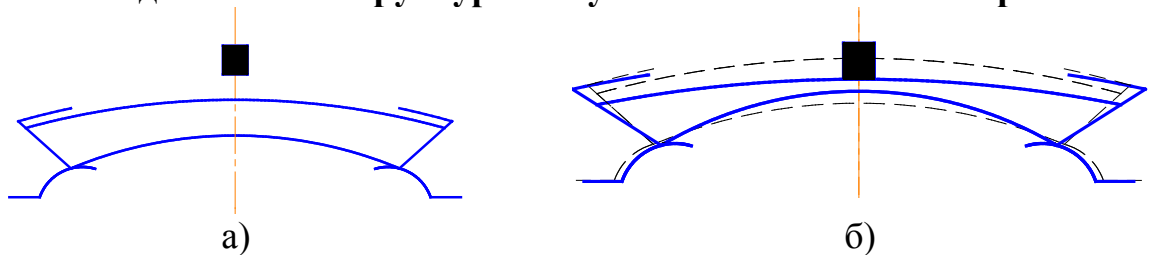
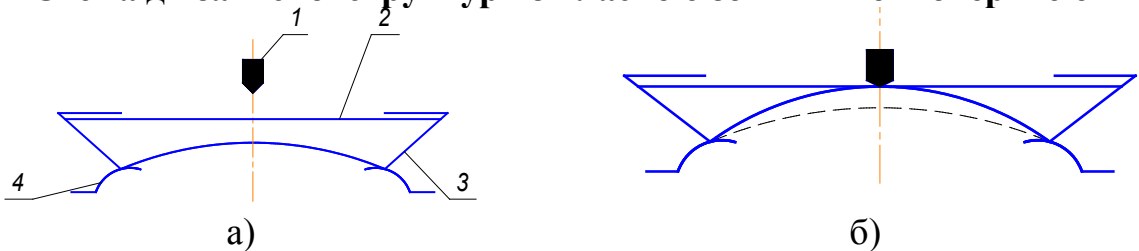


Схема дії захисної структури з плоскою зовнішньою поверхнею



а) до враження; б) після враження

1 – куля; 2 – зовнішня пластина; 3 – внутрішня пластина; 4 – опорна пластина.

Рисунок 5 – Принцип дії запропонованих захисних структур

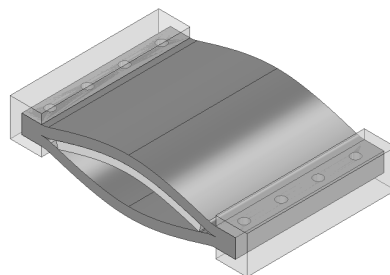


Рисунок 6 – Загальний вигляд ударостійкого шаруватого елемента

(бічні скоби показані прозорими)

8. На показники механічних властивостей металу в зоні термічного впливу (зона термічного впливу) істотний вплив надає вміст вуглецю в сталі та швидкість охолодження зварних з'єднань. Найбільш близькі показники механічних властивостей металу ЗТВ та основного металу відповідають швидкості охолодження при зварюванні на рівні $W_{6/5}=10-30^{\circ}\text{C}/\text{c}$.

9. Показники твердості металу в зоні термічного впливу зварних з'єднань броньованої сталі на рівні $\text{HB}=4760-5380$ МПа можуть бути досягнуті, коли режими зварювання забезпечують швидкості охолодження $W_{6/5}$ не нижче $20^{\circ}\text{C}/\text{c}$ в сталях з вмістом вуглецю 0,31%, і не нижче $15^{\circ}\text{C}/\text{c}$ у сталях із вмістом вуглецю 0,36%.

10. 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 (рис. 7).

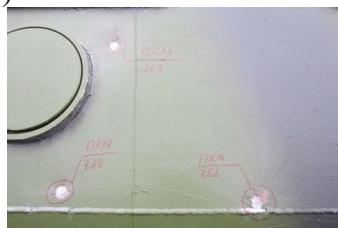


Рисунок 7 – Місця влучання з кулемету ПКМ після влучання

11. При зварюванні броньованої сталі метал в зоні термічного впливу зварних з'єднань має високу міцність та твердість.

12. Встановлено особливості утворення холодних тріщин в зварних з'єднаннях броньованих сталей високої міцності і твердості вітчизняного і зарубіжного виробництва. Показано, що підвищену стійкість проти утворення холодних тріщин мають з'єднання, виконані високолегованим зварювальним дротом марки Св08Х20Н9Г7Т.

13. Балістичний захист броньованих 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.

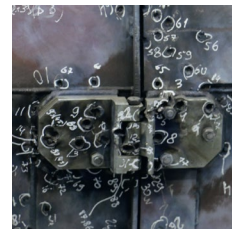
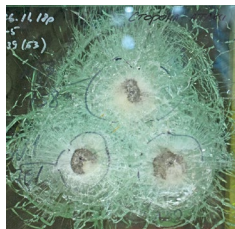
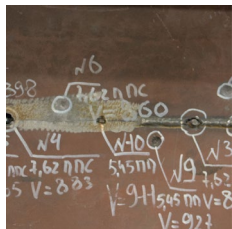


Рисунок 8 – Балістичний захист броньованих автомобілів компанії «ПРАКТИКА»

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



Рисунок 9 – Протимінний захист бронев автомобілів компанії «ПРАКТИКА»

14. Захист від вибуху забезпечується одразу декількома конструктивними рішеннями: V-подібне днище; значна відстань від поверхні землі (відповідно, від точки вибуху); багатошарова підлога, що захищає від вторинних уламків і поглинає енергію вибуху; кріплення сидінь до стін або стелі, без зв'язку з підлогою; бічні тримачі, підголовники та 5-точкові ремені безпеки на сидіннях.

15. Оцінка протимінної стійкості проводиться за процедурою випробувань за стандартом NATO STANAG 4569 «Рівні захисту екіпажу логістичних та бойових броньованих машин легкої категорії».



Рисунок 10 – Протимінні випробування

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.

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.

Кожен із автомобілів компанії «ПРАКТИКА» являє собою платформу, на базі якої можуть вироблятися транспортні засоби різного призначення.

7. Результати наукових досліджень упроваджені в серійне виробництво НВО «ПРАКТИКА» та ПрАТ «АвтоКрАЗ»

8. Основні результати опубліковані в 10 колективних монографій (підручників, посібників), 42 статей в журналах, включених до категорії "А" (у т.ч. 32 зарубіжних виданнях) та 82 статей у журналах, включених до категорії "Б". Загальна кількість посилань на публікації авторів/h-індекс за роботою згідно з базами даних складає відповідно: Web of Science 5/60, Scopus 24/1150, Google Scholar 26/1415. Отримано 5 патентів на винахід України, 20 патентів на корисну модель, промисловий зразок.

9. Підготовлені та захищені дві кандидатські дисертації (Кривий В. І., Висоцький О. М.) і чотири докторські дисертації (Гайваронський О. А., Драгобецький В. В., Кайдалов Р. О., Шаповал О. О.).

10. Основні наукові та науково-технічні результати:

Розроблено нову концепцію та принципи конструювання та технології обробки облицювальних бронематеріалів із завданням оптимальних параметрів термічного та силового навантаження, що забезпечують найбільш високі експлуатаційні показники міцності та надійності з удосконаленням науковообґрунтованого конструктивно-технологічного методу формування із залученням до нього 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 комплексу реалістичних математичних моделей.

Вперше в Україні проведена оцінка протимінної стійкості бронетехніки за процедурою випробувань за стандартом NATO STANAG 4569 «Рівні захисту екіпажу логістичних та бойових броньованих машин легкої категорії». Після підривів броневих автомобілів зберіг цілісність відсіку екіпажу, а пошкодження в цілому були не критичними (зокрема, двигун залишився працездатним).

11. Порівняння з аналогами дозволяє зробити такі висновки:

По балістичній стійкості, за параметрами прохідності, за максимальною швидкістю руху, терміну розробки, мінімуму витрат на перевезення бойового підрозділу для виконання тактичної задачі, броневих автомобілів сімейства «КОЗАК» та показникам балістичної стійкості або живучості перевищують кращі вітчизняні та світові аналоги.

За економічним критерієм, за який прийнято собівартість виробництва броневих автомобілів, слід зазначити, що за цим показником його величина у 5-6 разів менше у порівнянні з закордонними аналогами.

12. Зв'язок з державними науково-технічними програмами.

Тематика дослідження входить до Переліку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки та відповідає розпорядженню Кабінету Міністрів України від 30.08.2017 р. № 600-р із змінами, що внесені згідно з Розпорядженнями КМ № 1358-р від 24.12.2019 р., № 223-р від 23.02.2022 р., а також до Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року.

13. Виставкова діяльність:

Протягом 2014-2022 р.р. ПрАТ «НВО «Практика» приймало участь у 13-ти виставкових подіях:

Протягом 2014-2020 рр. щорічно приймалась участь в українській міжнародній виставці «Зброя та безпека». Усі рази виставлялися повнорозмірні екземпляри бронетехніки НВО «Практика».

У 2015 та 2017 роках НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці IDEX, що проходила у м. Абу-Дабі, ОАЕ, 21.02.2015-25.02.2015 та 19.02.2017-23.02.2017 відповідно.

У 2015 та 2017 роках НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці IDEF, що проходила у м. Стамбул, Туреччина, 05.05.2015-08.05.2015 та 09.05.2017-12.05.2017 відповідно.

У 2015 та 2021 роках НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці SitDEF, що проводилась у м. Ліма, Перу, 14.05.2015-17.05.2015 та 28.10.2021-31.10.2021 відповідно. На SitDEF-2015 експонувалися макети продукції, на SitDEF-2021 – повнорозмірні екземпляри.

У 2016 НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці Eurosatory-2016, що проводилась у м. Париж, Франція, 13.07.2016-17.07.2016. Експонувалися повнорозмірні екземпляри бронетехніки НВО «Практика».

У 2017 НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці Defense And Security-2017, що проводилась у м. Бангкок, Тайланд, 06.11.2017-09.11.2017.

У 2018 НВО «Практика» брала участь в міжнародній виставці IDEAS-2018, що проводилась у м. Карачі, Пакистан, 27.11.2018-30.11.2018.

14. Дійсний опис складається з п'яти розділів, змісту, вступу і висновку, у тому числі:

– **Розділ 1** містить опис модельного ряду спеціалізованих броньованих машин.









– **Розділ 2** містить опис теоретичні дослідження 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» 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.

Претенденти

	Драгобецький В. В.
	Труніна І. М.
	Шаповал О. О.
	Гайворонський О. А.
	Кайдалов Р. О.
	Висоцький О. М.
	Кривий В. І.
	Захаревич Д. М.