

УДК 623.438

[https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1\(33\).57-73](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).57-73)

Л. С. ДАВИДОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, старший дослідник
<https://orcid.org/0000-0002-2529-1989>

С. П. БІСИК, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-5009-2113>

А. А. БАРАНОВСЬКИЙ,
<https://orcid.org/0000-0001-9637-7280>

С. І. КОНДРАЧУКОВ, ад'юнкт
<https://orcid.org/0000-0002-6763-3377>
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ РОСІЙСЬКОГО БРОНЕАВТОМОБІЛЯ ПІДВИЩЕНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ «ТАЙФУН-К». ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ КОНСТРУКЦІЇ

З моменту повномасштабного вторгнення збройних сил російської федерації на територію України, Збройними Силами України ефективно знищується російська техніка, в тому числі й новітні зразки. Так, в різних областях нашої держави зафіксовано численні випадки знешкодження новітніх російських броневих автомобілів КамАЗ-63968 «Тайфун-К», які з 2016 року стоять на озброєнні повітряно-десантних військ ЗС рф і активно застосовуються окупантами в агресії проти України. Окрім знищених «Тайфун-К» є також трофейні зразки, захоплені технічно справними, що дає можливість оцінити конструкцію зразка та застосовані в ньому технічні рішення. Оскільки в рф КамАЗ-63968 позиціонується як броневий автомобіль підвищеної захищеності, то предметом дослідження в статті є система захисту броневих автомобілів «Тайфун-К». Основними методами дослідження в статті є формалізований і порівняльний аналізи, що дозволяють оцінити рівень технологічного розвитку ОПК противника в частині захищеності броневих автомобілів, допомагає визначити важливі для розвідувальної діяльності елементи, в тому числі й іноземні комплектуючі, обмеження поставок яких в рф впливатиме на поточні та майбутні бойові дії, а також дозволяє виокремити переваги і недоліки, які необхідно врахувати вітчизняним виробникам аналогічної продукції. Тому, метою статті є: по-перше – оцінити конструкцію броневих автомобілів, елементів

системи пасивного захисту та визначити фактичний рівень захисту від типових засобів ураження; по-друге – виявити іноземні комплектуючі елементи системи захисту «Тайфун-К» для включення їх до списку товарів для обмеження їх експорту до рф країнами-партнерами; по-третє – спростувати завищені показники ТТХ, що заявляються російською стороною для ілюзії домінування над аналогічними броневими автомобілями класу MRAP країн-членів НАТО. Способи нейтралізації таких зразків залишаються дуже актуальними, оскільки на поточний момент в ЗС РФ їх поставлено понад 260 од. З основного матеріалу статті, у відповідності до її мети, узагальнені висновки та рекомендації для врахування вітчизняними виробниками.

Ключові слова: броневий автомобіль, протимінний захист, МРАП, корпус, днище, модуль, керамічна броня, енергопоглинаючі сидіння.

ВСТУП

Одним з найбільших досягнень в галузі бронетехніки в росії є універсальний броневий автомобіль підвищеної захищеності КамАЗ-63968 «Тайфун-К», що являється новітньою розробкою автотехніки для ЗС рф, оскільки там востаннє автомобільна платформа була прийнята у 1961 році [1]. Історія всього сімейства «Тайфун» починається з 2010 року, коли була затверджена міністром оборони рф «Концепція розвитку військової автомобільної техніки ЗС рф на період до 2020 року», яка визначала розвиток високоуніфікованих сімейств броневих автомобілів. В результаті було створено єдину колісну вантажну платформу «Тайфун», що повинна забезпечувати захист екіпажу, вантажу та вузлів автомобіля від стрілецького озброєння та фугасів, а також для монтажу різного цільового обладнання та створення на її базі необхідних модифікацій. Сама концепція 2010 року і платформа «Тайфун», за своєю суттю, була російською альтернативою американській програмі 2005 року MRAP (англ. Mine Resistant Ambush Protected – укр. стійкі до мін і захищені від засідок), створення якої диктувалося бойовими втратами та досвідом війни в Афганістані (2001 р.) та Іраку (2003 р.) [2].

Не поодинокі випадки знешкодження КамАЗ-63968 «Тайфун-К» Збройними Силами України в Київській, Чернігівській, Сумській та Харківській областях, а також трофейні зразки, що захоплені технічно справними, свідчать про активне застосування ЗС рф цих зразків в агресії проти України [3].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В ході реалізації Концепції декларувалось, що сімейство броневих автомобілів «Тайфун» розроблялось кооперацією з більш ніж 120 підприємств, основними серед яких були: Камський (КамАЗ) та Уральський (Урал) автомобільні заводи (шасі), Ярославський моторний завод (двигун), НДІ сталі м. Москва (бронювання машини), Федеральний ядерний центр м. Саров (розрахунок захищеності бронекорпусу), «Магістраль-ЛТД» (бронескло), Московський ДТУ ім. Баумана (гідропневматична підвіска) та ін. [4]. Проте, з аналізу трофейного зразка, бази

патентів та фактичного маркування елементів системи захисту встановлено, що більшість результатів ДКР, які проводились російськими установами в ході розроблення сімейства броневих автомобілів «Тайфун», не знайшли впровадження в КамАЗ-63968 «Тайфун-К», а замінені на імпорتنні. Цей факт ілюструє військово-технічний потенціал ОПК рф в частині основних складових сучасних систем захисту зразків ОБТ, більш детально про це в основному матеріалі статті.

Мета статті: оцінка конструкції броневих автомобіля, елементів системи пасивного захисту та фактичного рівня захисту для ефективного знешкодження їх відповідними засобами ураження;

виявлення іноземних комплектуючих елементів системи захисту «Тайфун-К» для включення їх до списку товарів для обмеження їх експорту до рф країнами-партнерами;

спростування завищених показників ТТХ, що заявляються російською стороною для ілюзії домінування над аналогічними броневих автомобілями класу MRAP країна-членів НАТО.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

КамАЗ-63968 «ТайфунК» розроблений і вироблений публічним акціонерним товариством «КАМАЗ» (акронім від Камський автомобільний завод, раніше КамАЗ) та призначений для транспортування особового складу (рис. 1). Передбачається, що сама уніфікована платформа послужить для встановлення різного цільового обладнан-

ня та систем озброєнь, створення на їх базі машин зв'язку, мобільних артилерійських систем, автокранів, транспортно-пускових машин безпілотних літальних апаратів, евакуаторів та інших модифікацій для ЗС РФ [4].

КамАЗ-63968 «Тайфун-К» класифікується в ЗС рф як універсальний броневих автомобіль підвищеної захищеності, тому для його ефективної нейтралізації необхідно дослідити рівень його захисту. В даному зразку передбачено лише елементи пасивного захисту, а класична система пасивного захисту броневих автомобіля включає в себе низку технічних рішень, які передбачено в конструкції (компонуванні) броневих автомобіля «Тайфун-К» (рис. 2) [5, 6].

Для якісної оцінки системи захисту броневих автомобіля «Тайфун-К» розглянемо кожен її елемент окремо.

Конструкція корпусу та днища

Структура тривісного «Тайфун-К» зроблена за модульним типом: машина розбита на три окремі дискретні секції (рис. 3а). Така схема компонування не є інноваційною, а скопійована у ізраїльської фірми Israel Military Industries (IMI), що застосовувала масштабований метод у розробці багатоцільової машини Wildcat (рис. 3б) [7, 8]. Сама російська Концепція, в цілому, є запозиченою у IMI, яка розробила ціле сімейство спеціалізованих броневих автомобілів, включаючи санітарну машину, бойову машину тилового забезпечення, розвідувальну машину, ремонтно-евакуаційну машину та ін. Окрім цього, система захисту «ТайфунК» виконана за точною аналогією Wildcat, а силовий блок ізраїльської машини, що включає американські двигун Cummins (325 к. с.) та трансмісію



Рис. 1. КамАЗ-63968 «Тайфун-К» ліворуч – еталон, праворуч – трофейний зразок

Таблиця 1. Основні ТТХ з відкритих джерел

Загальне		Рухомість	
Роки розробки	2010-2015	Вмаксимальна, км/год	110
Виробництво/експлуатація	з 2014/ з 2015	Розхід пального, л/100 км	81
Кількість випущених, шт.	> 260	Запас ходу по ПМ, км	700
Маса споряджена/повна, т	21/24	Тип підвіски	керована гідропневматич.
Екіпаж/десант, чол.	3/14	Кліренс, мм	регулюємиий 185-575
Габарити Д/В/Ш, мм	8990/3300/2550	Максимальна потужність	331 кВт (450 к. с.)
Заявлений рівень захисту			
Протикульна стійкість	IV рівень за Stanag 4569 (14,5 мм з кузюю Б-32 з 200 м)	Протимінна стійкість	III рівень за Stanag 4569 (вибуховий пристрій масою 8 кг тринітротолуолу)



Рис. 2. Система пасивного захисту броневаномобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

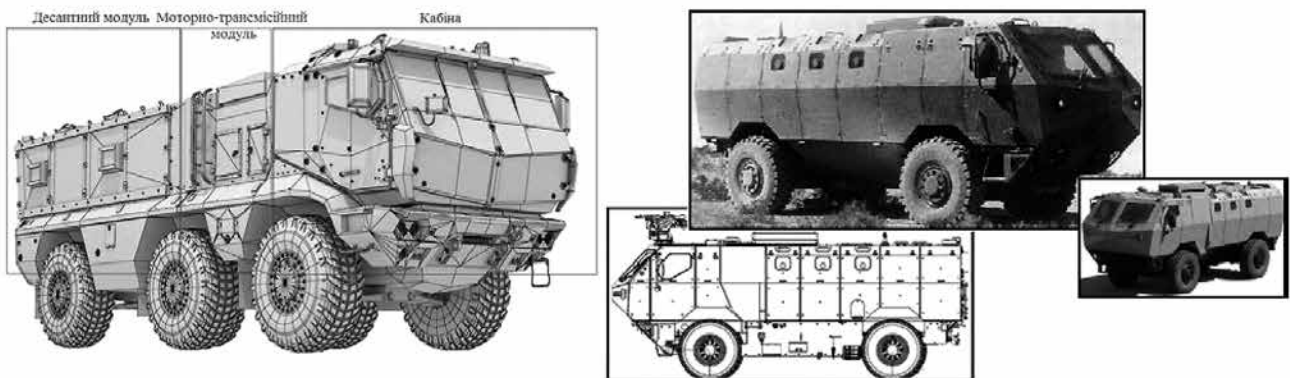


Рис. 3. Схема компонування броневаномобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» – ліворуч, броневаномобіль Wildcat фірми Israel Military Industries праворуч

Allison3000 застосовується практично у всіх автомобілях сімейства «Тайфун-К» [9].

Перша секція – кабіна, виконана у вигляді бронекapsули, оскільки всі з'єднані між собою стінки кабіни утворюють герметичний корпус жорсткої конструкції. Кабіна оснащена броньованими дверима, триточковими механізмами замикання, кріслами для двох пасажирів та водія, лобовими та бічними вікнами з бронескла. Конструкція (компонування) кабіни КамАЗ63968 «Тайфун-К» виконана у відповідності до патенту рф № RU 124380 U1 «Кабіна тактически захищеного транспортного средства многоцелевого назначения» власником якого є ПАТ «КАМАЗ» [10]. Для керування окремими системами наявні дублюючі кнопки, проте в основному управління здійснюється за допомогою електроніки через рідкокристалічну пристрійну панель: круїз-контроль, освітлення, підігрів палива, вибір режиму руху, включення зниженого ряду, блокування міжосових та міжколісних диференціалів, контроль тиску в шинах та ін. Крісло водія фіксоване, але рульова колонка регулюється у двох площинах.

Друга секція – моторно-трансмiсійний модуль, розташований між кабіною і десантним модулем. В ньому розміщено двигун КАМАЗ740.354450 та 6-ступчата КП Allison (США). У спорядженому вигляді там передбачено місце для однієї людини

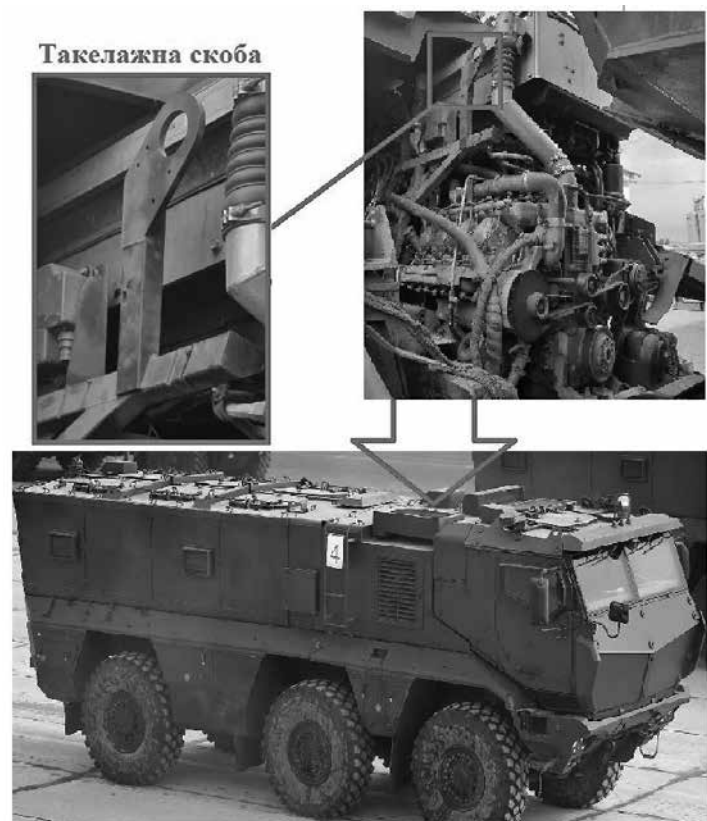


Рис. 4. Моторно-трансмiсійний модуль КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

ни, тобто на полі бою механік зможе провести ремонт під захистом броні. За допомогою такелажного каркасу, який об'єднує двигун і КП можна оперативно проводити демонтаж і монтаж силового блоку (рис. 4).

Третя секція – десантний модуль, виконаний у вигляді бронекapsули, оскільки містить каркас із закріпленими на ньому стінками та підлогою з розміщеним на ньому настилом і дахом, що утворюють герметичний корпус жорсткої конструкції. Бокові стінки виконані з броньових елементів, які додатково забезпечені зовні навісною композитною керамічною бронєю, в стінках передбачено вікна з бронескла, на даху розміщені бронелюки для евакуації екіпажу та ведення вогню зі стрілецької зброї, на задній стінці розташована відкидна апарель, в якій розміщені двері з механізмами замикання. Модуль має 14 місць десанту, сидіння не кріпляться безпосередньо до корпусу модуля, а з'єднані з демпфуючими каркасами, що встановлені на скосах підлоги через енергопоглинаючі елементи. Конструкція (компонування) десантного модуля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» виконана з незначними доопрацюваннями у відповідності до патенту рф № RU 123927 U1 «Функциональный модуль защищенный», власником якого є ПАТ «КАМАЗ» [11].

Для розсіювання енергії вибуху корпус виконаний прямокутної форми зі спрямованими всередину скосами на днищі (рис. 5а). Крім того, протимінний захист «Тай-

фун-К» передбачає захисні протимінні екрани V-подібної форми, що складаються з низки плит, виконаних у вигляді піддонів, додатково забезпечена бічними щитами та торцевими захисними елементами (рис. 5б) [12].

В районі розташування роздавальної коробки особливістю є те, що піддони виконані округлої форми з підсилюючими ребрами і додатковими шарами металу, що сприяє покращенню захисту агрегатів та модулів шляхом дисипації енергії ударної хвилі від вибуху (рис. 5в) [12].

Конструкція протимінного захисту, компоновання захисних екранів, піддонів, бічних щитів, торцевих захисних елементів, варіантів кріплень на КамАЗ-63968 «Тайфун-К» виконане з незначними доопрацюваннями у відповідності до патенту рф № RU 124381 U1 «Противоминная защита транспортного средства», власником якого є ПАТ «КАМАЗ» (рис. 6) [12]. Слід зазначити, що протимінний захист «Тайфун-К» не є «ноухау» в принципах компоновання, а є намаганням повторити конструкцію вибухозахищеного бронемодуля американського бронеавтомобіля MATV «Oshkosh» (рис. 6) [13].

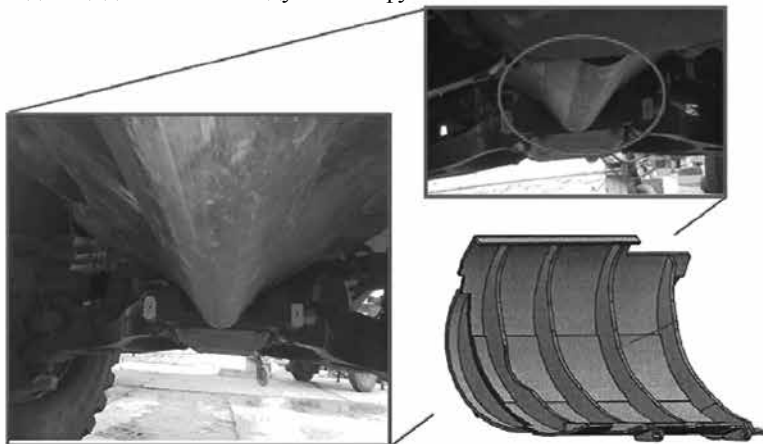
Важливою особливістю для збереження цілісності корпусу десантного модуля при підриві є спосіб зварювання броньових листів (стінок) при його виготовленні. Так, зварювання корпусу модуля виконується таким чином, що горизонтальні та похилі бронелисти днища, колісних арок, ніш паливних баків накладаються на вертикальні броне-



а) скоси на днищі десантного модуля «Тайфун-К»



б) V-подібний протимінний екран



в) піддони округлої форми з підсилюючими ребрами для захисту агрегатів

Рис. 5. Елементи системи протимінного захисту «Тайфун-К»

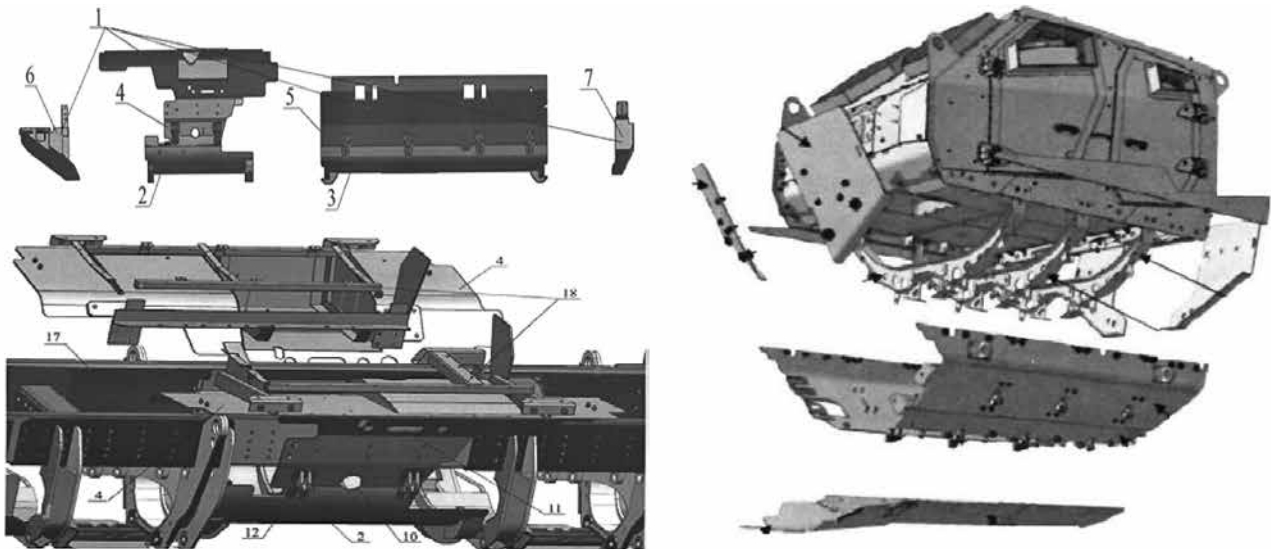


Рис. 6. Порівняння системи протимінного захисту «Тайфун-К» (ліворуч) та М ATV «Oshkosh» (праворуч) Протимінний захист «Тайфун-К» містить захисний екран (1), що складається з піддонів (2) та (3), бічні щити (4) та (5) та торцеві захисні елементи (6) та (7). Піддони (2) і (3) виконані округлої форми з підсилюючими ребрами (8). Піддон (3) додатково посилено кількома шарами металу (9). Бічні щити (4) і (5), а також торцеві захисні елементи (6) і (7) виконані з різноспрямованими перегинами, необхідними для відбиття вибухової хвилі. Бічні щити (4) мають монтажні місця (10) для розміщення вузлів та агрегатів автомобіля. Піддони (2) і (3) з'єднані відповідно з бічними щитами (4) і (5) за допомогою кріпильних елементів (12)



Рис. 7. Спосіб зварювання горизонтальних і вертикальних елементів корпусу «Тайфун-К»

листи бортів (стінок) з незначним виступом. На відміну від вітчизняної практики зварювання бронекорпусів, де зварюються торці бронелистів, такий спосіб сприятиме збереженню герметичності корпусу та запобіганню розтріскуванню його по зварним швам і потраплянню продуктів детонації у відділення десанту (рис. 7) [14].

В 2014 році броневий автомобіль «Тайфун-К» проходив випробування натурним підривом на заряді 6 кг у тротиловому еквіваленті під переднім та заднім колесом, а також під днищем корпусу. В ході випробувань на місці водія та десанту застосовувались спеціальні манекени Hybrid III, які обладнані 37 датчиками прискорення, переміщення та тиску. Декларується, що зафіксовані навантаження становили 35–50 % від максимально допустимих (рис. 8) [15].

В рф відсутній власний стандартизований документ, який класифікує бронетехніку за рівнем протимінного захисту. Випробування проводились за методикою, визначеною в STANAG-4569, при цьому в ТТХ декларується, що КамАЗ-63968 «Тайфун-К» відповідає рівню 3b

(вибух заряду фугасної дії з масою тринітротолуолу 8 кг), хоча натурні випробування проводились на відповідність рівню 2b (вибух заряду фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг) (табл. 2) [16, 17].

Корпус додатково забезпечений зовні навісною керамічною бронею, яка перекиває зварні з'єднання основних бронелистів (стінок) таким чином, що борти виступають над передньою та задньою стінками корпусу, оскільки ймовірність влучання засобів ураження в борт є набагато вищою ніж в фронтову (за бронекабіною та МТВ) та тильну стінки корпусу десантного модуля. Крім того, всі кутові з'єднання (стики) елементів корпусу додатково перекриті броньовими накладками (рис. 10).

Важливим елементом протимінного захисту є забезпечення герметичності корпусу броневий автомобіля при підриві. Досвід випробувань новітніх вітчизняних зразків на протимінну стійкість показує, що найслабшим місцем в такому випадку є двері, люки, апарелі та інші шарнірні елементи конструкції корпусу. Тому, важливу роль тут



Рис. 9. Натурні випробування підривом на заряді 6 кг у тротиловому еквівалент

Таблиця 2. 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 ВВП фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг	1a, 2a, 3a, 4a – вибух міни під транспортером у центрі машини; 1b, 2b, 3b, 4b – вибух міни під будь-яким колесом транспортера
3	вибух ВВП фугасної дії з масою тринітротолуолу 8 кг	
4	вибух ВВП фугасної дії з масою тринітротолуолу 10 кг	



Рис. 10. Перекриття з'єднань елементів корпусу



Рис. 11. Триточкові механізми замикання дверей кабіни «Тайфун-К»



Рис. 12. Елементи гідропневматичної підвіски Timoney Technology Limited на «Тайфун-К»

відіграють замикаючі пристрої та петлі. Застосовані в конструкції «Тайфун-К» замикаючі пристрої та петлі виконані з незначними доопрацюваннями у відповідності до патентів рф № RU 116175 U1 «Запирающее устройство двери транспортного средства», № RU 124242 U1 «Запирающее устройство кабины», № RU 117604 U1 «Люк транспортного средства» № RU 117484 U1 «Петля двери бронированной», власником всіх зазначених патентів є ПАТ «КАМАЗ» (рис. 11) [18–21].

Конструкція ходової частини

Гідропневматична підвіска

Гідропневматична підвіска «Тайфун-К» – це виріб ірландської компанії Timoney Technology Limited, яка у 2012 році уклала з КАМАЗом угоду щодо розробки незалежної підвіски для двох-, трьох- та чотиривісних шасі (рис. 12). У компанії Timoney великий досвід в оснащенні броневих автомобілів несучими та керуючими механізмами по всьому світу та спільної розробки броньовиків: бронетранспортер Amphibious Combat Vehicle 1.1, броньована модульна машина Enigma, БТР CM-32 Cloud Leopard, БТР Ejder, БТР Lazar та ін. [22].

Всі важелі та приводи незалежної підвіски виготовлені зі спеціальної сталі, що розрахована на значну вагу броневих автомобіля, навантаження при русі та підлив саморобних вибухових пристроїв у безпосередній близькості з машиною (рис. 12).

За командою водія підвіска міняє кліренс на 40 см для всього автомобіля або окремо для передньої чи задньої частини, збільшуючи дорожній проясвіт із експлуатаційних 185 мм до бойових 585 мм.

Колеса та шини

На КамАЗ-63968 «Тайфун-К» встановлені армовані колеса з вибухостійкими вставками 16.00 R20 Michelin XZL LRM TL 173G 22PR. Такі колеса мають радіальну, цільнометалокордну (ЦМК), безкамерну конструкцію, сумісну з системою регулювання тиску з роз'ємним ободом і внутрішніми додатковими захисними вставками. Армовані борти шини кріпляться до диска через «бедлок», що являє собою елемент колісного диска, який фіксує шину та запобігає розбортуванню при підливі та русі по ґрунті із заниженим тиском (рис. 13) [23].

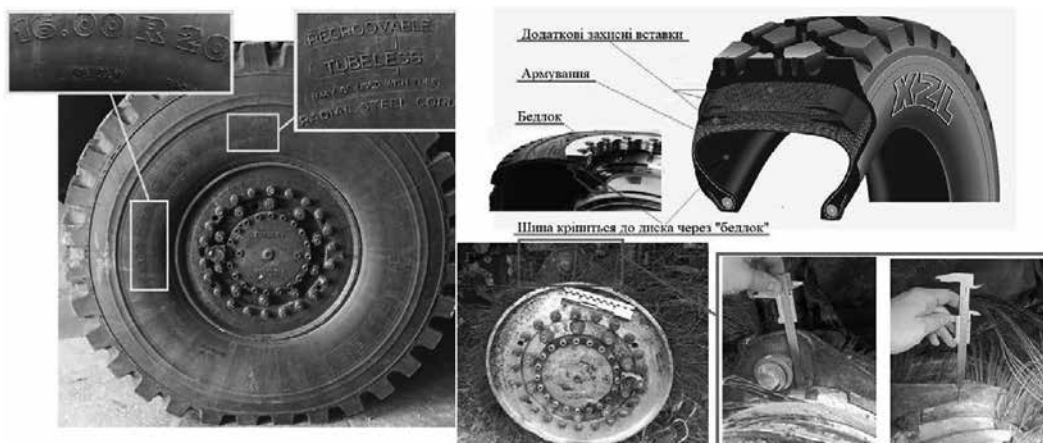


Рис. 13. Колесо 16.00 R20 Michelin XZL, елементи армування та роз'ємного обода колеса

Таблиця 3. Технічні характеристики шин

Параметр	Значення параметра
Позначення шини	16.00R20
Модель шини	XZL-Michelin
Виконання	TL (TubeLess) – безкамерне
Малюнок протектора	підвищеної прохідності
Максимальне навантаження, кг (lbs)	6595 (14.540)
Внутрішній тиск при min-max навантаженнях, кгс/см ²	4,5–7,5
Тиск повітря в шинах при максимальному навантаженні, кПа	750
Зовнішній діаметр, мм	1340
Ширина профіля, мм	442
Максимальна швидкість, км/год (mph)	90 (55)

Конструкція таких коліс забезпечує можливість руху під час пошкодження шини на відстань не менше ніж 50 км зі швидкістю 50 км/год. Для цього в конструкції коліс передбачено встановлення внутрішньої додаткової колісної вставки у внутрішній порожнині шини на плоский роз'ємний обід асиметрично і максимально наближено до кузова автомобіля (рис. 13). Кріплення шини до диска через «бедлок» за допомогою болтового з'єднання дозволяє виконувати монтажні роботи в польових умовах силами екіпажу без спеціального обладнання. Колеса мають малюнок протектора шин підвищеної прохідності, які дозволяють експлуатувати автомобіль дорогами всіх категорій, у тому числі в умовах бездоріжжя.

Броньові сталі та композити

На КамАЗ-63968 «Тайфун-К» заявлений IV рівень протикульного захисту відповідно до STANAG 4569 (рис. 14). Розробником декларується, що захист від броней куль калібру 14,5×114 мм досягнуто за рахунок

застосування дисперсно-керамічної броні, що складається з трьох шарів: декоративного (верхнього, першого, фронтального), дроблення (другого) і затримуючого (третього).

Перший і другий шари можна розглядати як один шар дроблення і відхилення, що складається з окремих керамічних елементів, які розташовуються між багатошаровими балістичними тканинами і притискаються до основної броні алюмінієвим листом. Керамічні елементи є невеликими циліндрами білого кольору, діаметром 13 мм, висотою 10 мм, з одним опуклим торцем. Для захисту з нижньої проекції кабіни, важливих елементів ходової частини, головних редукторів мостів та інших, застосовуються керамічні елементи у вигляді коричневих квадратів розміром 50х50 мм і висотою 8,5 мм (рис. 15).

Для бронювання застосовують три види кераміки, карбід бора B₄C (найякісніший і найдорожчий матеріал), карбід кремнію SiC і оксид алюмінію Al₂O₃ (найдешев-



Рис. 14. Додаткова дисперсно-керамічна броня «Тайфун-К»



Рис. 15. Керамічні елементи бронювання КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

Таблиця 4. Механічні властивості керамічних матеріалів які використовуються в балістичній броні

Керамічні матеріали	Спосіб виготовлення	Щільність ρ , г/см ³	Модуль пружності E, ГПа	Швидкість звуку, С м/с	Твердість HV, ГПа	Трщиностійкість K _{1с} , МПа·м ^{1/2}
T1 (>86% Al ₂ O ₃)	Вільне спікання	3,14	175	7 400	11	2,5
B6 (>98% Al ₂ O ₃) коричневий	Вільне спікання	3,86	340	9 590	12	3,4
K1 (>60% B ₄ C)	Гаряче пресування	2,42	210	9 320	10	3,7
B ₄ C	Гаряче пресування	2,52	430	13 060	25	3,5
SiC	Гаряче пресування	3,21	420	11 590	25	4,4
Al ₂ O ₃	Вільне спікання	3,5	350	11 000	18	3,7

ший із трьох видів кераміки і з найнижчими механічними властивостями з точки зору балістичної стійкості). Білий і коричневий колір керамічних елементів свідчить, що це кераміка на основі оксиду алюмінію Al₂O₃, оскільки карбід бора B₄C має сірий колір, а карбід кремнію SiC – чорний.

В різних російських джерелах зазначається різні розробники керамічної броні для «Тайфун-К», в одних сказано, що ТОВ «Науково-виробничий центр «СПЛАВ»» спільно з МДТУ «МАНІ» розробив та виготовив конструкцію бронезахисту, а в інших, що керамічні елементи у складі керамічних броньових плит виготовив Новосибірський електровакуумний завод «Союз». Проте, за описом, рефератом, формулою та кресленнями американського патенту US20040020353A1 «Ballistic Armor» виявлено схожість з конструкцією дисперсно-керамічної броні КамАЗ-63968 «Тайфун-К» [24]. Поточним правовлас-

З досвіду випробування балістичної стійкості вітчизняних дисперсно-керамічних бронепанелей з більш якісної кераміки на основі карбід кремнію SiC (розроблені та виготовлені Інститутом надтвердих матеріалів ім. Бакуля та Інститутом проблем матеріалознавства ім. Францевича НАНУ), конфігурація бронювання КамАЗ363968 «Тайфун-К», керамічні елементи товщиною 10 мм з оксиду алюмінію Al₂O₃ та броня 6–8 мм не виглядають такими, що здатні витримати влучання броньових куль калібру 14,5×114 мм, як це заявляється виробником та представниками МО рф. Хоча, в [26] у 2015 році зазначалось, що прийнято рішення відмовитись від такого потужного захисту з метою полегшення машини і довести захист до 3 рівня за STANAG 4569, захист від 7,62x54 мм з кулею БЗ Б-32 (табл. 5), проте і далі декларують 4 рівень.

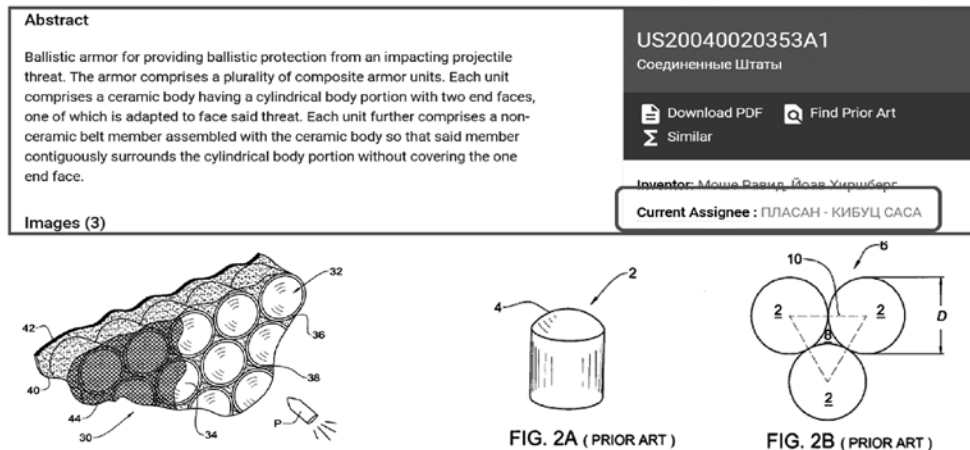


Рис. 16. Патент ізраїльської компанії Plasan Sasa US20040020353A1 «Ballistic Armor»

ником цього патенту є ізраїльська компанія Plasan Sasa (рис. 16). Таке співпадіння не здається випадковим, оскільки постачальником керамічного бронезахисту для іншого броньованого автомобіля з сімейства «Тайфун» КамАЗ-53949 «Тайфуненюк»/«ПатрульА» є компанія Plasan Sasa, Ізраїль, ця ж фірма постачає протимінні енергопоглинаючі сидіння для броньованих автомобілів сімейства «Тайфун» [25].

Нижній, затримуючий третій шар виконаний з броньованої сталі. Вимірювання в доступних місцях показали, що товщина основної броні по периметру броньованого автомобіля є диференційованою, на лобовій частині кабіни вона становить 8 мм, а на окремих елементах 6 мм (рис. 17).



Рис. 17. Третій затримуючий шар броньованої сталі дисперсно-керамічної броні

Для прикладу на рис. 18 наведено розміри вітчизняних керамічних елементів, що виготовлені з кераміки вищої якості на основі карбіду кремнію SiC і пройшли успішно балістичні випробування кулями 14,5×114 мм Б-32 та 12,7×108 мм Б-32.

Броньоване скло

В компонуванні КамАЗ-63968 «Тайфун-К» передбачено 8 місць встановлення бронескла: в кабіні 2 лобових + 2 бокових дверних і 4 в десантному модулі. Вони мають однакову констукцію, відрізняються лише формою та розмірами і являють собою багатошарові, плоскі констукції зі скла. Броньоване скло розроблене московською компанією «Магістраль ЛТД», має прозорість 70 % і товщину 128,5–129,0 мм.

Виробником декларується, що бронескло витримує 2 постріли з відстанню між влучаннями 300 мм при обстрілі бронебійними кулями калібру 14,5×114 мм. При цьому, найвищий рівень кулестійкості бронескла в російських стандартах (ГОСТ Р 51136 і ГОСТ Р 50963)









– це обстріл бронебійними патронами Б-32, 7,62×54 мм з СВД. Рівень протикульного захисту, що заявляється ТОВ «Магістраль-ЛТД» відповідає IV рівню STANAG 4569 – гарантований захист при обстрілі бронебійним боєприпасом Б-32, 14,5 114 мм з дистанції 200 м зі швидкістю кулі 891–931 м/с (рис. 19а) [27].

Усі бронескляні констукції встановлюються зовні. Таке розміщення запобігає проламуванню всередину при підривах збоку. Бронескло вклеюється в броньові рамки по периметру клеєм, герметичність встановлення скла забезпечують спеціальні прокладки з гуми низької щільності.

Енергопоглинаючі сидіння

Забезпечивши цілісність корпусу, основним уражаючим фактором при підриві залишається так званий «ефект метання», а сидіння є елементом констукції БМ, що сприймає вибухове навантаження та передає його на організм людини. Параметри констукції сидіння визначають значення отриманих людиною перевантажень внаслідок підриву [28].

Таблиця 5. Рівні протикульного бронезахисту броньованих машин за STANAG 4569

STANAG 4569 	Рівень 1	39 мм	92 кг/м ²		7,62×51 NATO ball	833 м/с
					5,56×45 SS109	950 м/с
					5,56×45 M193	950 м/с
	Рівень 2	50 мм	116 кг/м		7,62×39 Б3	900 м/с
фактично	Рівень 3	82 мм	190 кг/м ²		7,62×54 Б3 Б-32	854 м/с
					7,62×51 AP (WC core)	930 м/с
заявлено	Рівень 4	128 мм	290 кг/м ²		14,5×114 Б3 Б-32	911 м/с

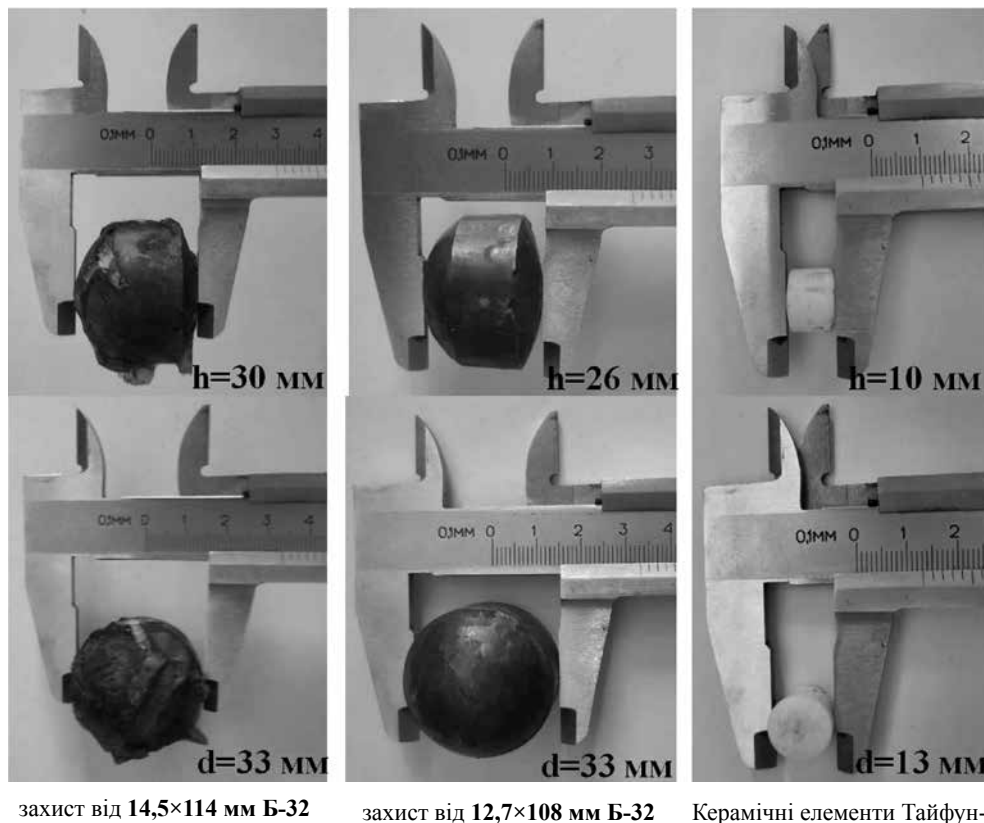


Рис. 18. Порівняння розмірів керамічних бронеелементів



а) фото випробувань еталона

б) фото бронескла трофейних та знищених «Тайфун-К»

Рис. 19. Броньоване скло КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

В рамках Концепції 2010 року, при створенні платформи «Тайфун» в рф, «НИИ Стали» та НТЦ «Спецтехника» почали розробку власних протимінних енергопоглинаючих сидінь. Виготовленні дослідні зразки не були реалізовані в КамАЗ-63968 «Тайфун-К». Броньоване автомобіль обладнаний протимінними енергопоглинаючими сидіннями «Тетга» ізраїльської компанії «Plasan» (рис. 20) [29].

Сидіння не мають жорсткого зв'язку з корпусом. До скосів на днищі кріпляться два вертикальні кронштейни, до них в перпендикулярній площині кріпляться вертикально пластина, до якої через енергопоглинаючі елементи кріпляться сидіння. Сидіння водія відрізняється від інших наявністю механізмів поздовжнього регулювання та жорсткості підвіски (рис. 21).

В якості енергопоглинаючих елементів в сидінні «Plasan Tetga» застосовано трубу і пуансон. Цей елемент поглинає енергію удару (імпульс від підриву), спрямовану вздовж його осі (вертикаль), шляхом зміни розміру перерізу труби за рахунок протяжки пуансона у вигляді кулі з дещо більшим діаметром ніж в труби (рис. 22) [30, 31].

Система фіксації екіпажу та десанту

Для фіксації екіпажу та десанту передбачено 5-ти точкові ремені безпеки британської компанії SECURON, що спеціалізується на ременях безпеки, прив'язних ременях та пристроях безпеки. Система фіксації на сидінні «Тайфун-К» включає в себе 47 мм статичні поясні, плечові, стегнові та один паховий



а) сидіння трофейного «Тайфун-К»

б) сидіння «Plasan Terra»

Рис. 20. Протимінні сидіння КамАЗ-63968 «Тайфун-К»



Рис. 21. Спосіб кріплення сидіння КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

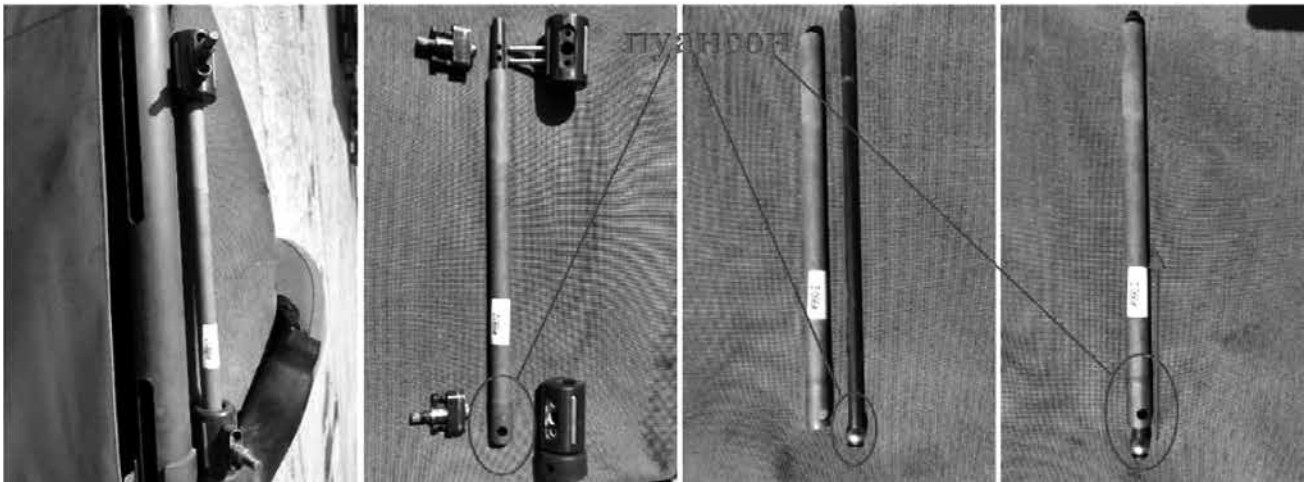


Рис. 22. Енергопоглинаючий елемент сидіння «Plasan Terra»

ремені і 5-ти точковий замок. На ремнях значиться: виготовлено в 2016 році в м. Амершем, Великобританія (рис. 23) [32].

Конструкція сидіння передбачає підголівник з обмежувачами руху голови людини в сторони, відкидну (складну) подушку сидіння, а за спинкою сидіння передбачено місце для фіксації особистої зброї (рис. 23).

Конструкція підлоги

Конструкцією десантного модуля передбачено рознесу підлогу, що ізолює десантне відділення від імпульсу ВУХ. Відстань між днищем модуля і внутрішньою підлогою складає 15 см. Внутрішня підлога застелена пружними елементами і виконує функцію підставки для ніг, крім того слугує додатковим захистом від ураження десанту у разі порушення герметичності днища модуля (рис. 24) [5, 6, 28].

Протиосколковий підбій

Десантний модуль з середини оброблений поліуретановим покриттям, з тильної сторони до нього кріпиться пружний елемент, який окрім примітивного протиосколкового захисту, виконує функцію тепло і шумо ізоляції (рис. 25).

На озброєнні ЗС України відсутні аналогічні бронеавтомобілю КаМАЗ363968 зразки за тривісним компонуванням. Проте, є експортний варіант вітчизняного бронеав-

томобіля КрАЗ-6322 Fiona (KrAZ Fiona), виготовлений Кременчуцьким автозаводом у партнерстві з канадсько-еміратською компанією Streit Group [33]. В якості базового шасі також застосовано 3-вісний КрАЗ6322 з колісною формулою 6х6. Фіона має балістичний захист Level 2 за стандартом Stanag 4569, а при застосуванні додаткової керамічної легкої броні забезпечить захист на рівні Level 3. Конструкція бронеавтомобіля передбачає всі основні технічні рішення в системі протимінного захисту (V-подібне днище, високий кліренс, колеса «gun-flat», система фіксації та ін.), відноситься до класу MPV (Mine Protected Vehicle) і витримує підрив заряду масою 8 кг в TNT еквіваленті. На відміну від «Тайфун-К», KrAZ Fiona має класичне для машин класу MRAP компонування кабіни (рис. 26) [34].

Призначення KrAZ Fiona і «Тайфун-К» однаково оперативне транспортування особового складу до місця проведення спецоперацій. Пасажиромісткість «Тайфун-К» – 14+3, KrAZ Fiona 14+2 (опція). За технічним рівнем «Тайфун-К» переважає KrAZ Fiona, але відповідно до основного призначення, в функціональному плані останній нічим не поступається, простота для машин такого класу є скоріше перевагою, ніж недоліком [33, 34]. Крім того, з точки зору техніко-економічного



Рис. 23. Система фіксації екіпажу та десанту «Тайфун-К»



Рис. 24. Внутрішня підлога десантного модуля «Тайфун-К»



Рис. 25. Протиосколковий підбій «Тайфун-К»



Рис. 26. Бронеавтомобіль КрАЗ Фіона (KGAZ Fion)

обґрунтування, KGAZ Fion є на порядок дешевше від КамАЗ363968 «Тайфун-К», орієнтовна вартість Fion становить близько 250 тис. дол., тоді як Тайфун-К – близько 2 млн дол.

ВИСНОВКИ

Розроблення високоуніфікованих сімейств бронеавтомобілів здійснювалось в рамках «Концепції розвитку військової автомобільної техніки ЗС рф на період до 2020 року» кооперацією з більш ніж 120 підприємств. Проте, більшість результатів ДКР в частині системи захисту, які проводились російськими установами, не знайшли впровадження в КамАЗ-63968 «Тайфун-К», а були замінені на імпортні: цільнометалокордні шини

«gun-flat» (Франція), гідропневматична вибухостійка підвіска (Ірландія), протимінні сидіння (Ізраїль), системи фіксації (Великобританія), модульне дисперсно-керамічне бронювання (Ізраїль). Крім того, сама ідея Концепції і філософія високоуніфікованих шасі в ЗС рф була скопійованою з багатоцільової машини Wildcat ізраїльської фірми Israel Military Industries (IMI). Загалом, інновацій та «ноу-хау» в елементній базі та принципах компонування не виявлено, навпаки, спостерігається прагнення повторити передові напрацювання. Цей факт ілюструє військово-технічний потенціал ОПК рф в частині основних складових системи захисту та й загалом.

Заявлені тактико-технічні характеристики КамАЗ-63968 «Тайфун-К» суттєво завищені або не підтверджені. Так, декларується, що броневий автомобіль витримує підрив на вибуховому заряді 8 кг в ТНТ еквіваленті і відповідає рівню 3b STANAG-4569. Проте, натурні випробування проводились на відповідність рівню 2b, тобто підрив на вибуховому заряді 6 кг. Крім того, заявлений рівень протикульної стійкості 4 за STANAG 4569 (14,5×114 мм Б-32), проте з аналізу керамічних бронееlementів можна стверджувати, що це не відповідає дійсності, а визначення фактичного рівня захисту потребує випробувань.

Для нейтралізації броневий автомобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» ефективними будуть кумулятивні засоби ураження, оскільки конструкцією не передбачено протикумулятивного захисту. Щодо способу боротьби з «Тайфун-К» за допомогою кінетичних засобів ураження, то ефективними будуть стрілецькі боєприпаси, починаючи з калібру 12,7 мм і більше з бронебійними кулями.

При виконанні дослідно-конструкторських робіт зі створення нових та модернізації існуючих броневий автомобілів доцільно враховувати особливості конструкції підсиленої вибухостійкої підвіски, принцип модульного бронювання, спосіб зварювання стінок бронекapsули, а також запатентовані технічні рішення зазначені в [10–12, 18–21].

КамАЗ-63968 «Тайфун-К» є концептуально сучасним зразком і в цілому відповідає ознакам машини класу MRAP. Проте, виробники не стали відмовлятися від «безкапотної» схеми, що є традиційним для КАМАЗу, хоча класична концепція MRAP передбачає «капотне» компоновання для винесення передньої вісі подальше від екіпажу, при цьому двигун слугує додатковим захистом.

Суттєвим недоліком КамАЗ-63968 «Тайфун-К» є його вартість, з відкритих джерел це становить близько 2 млн доларів (для порівняння Т 90А 2.5 млн дол.).

Десантування здійснюється лише через апарель в задній частині, що обмежує можливість використання броневий автомобіля для прикриття при спішунанні з врахуванням сторони, звідки йде загроза. Крім того, відсутність проходу між кабіною і десантним модулем унеможливує безпечне покидання кабіни екіпажем при попаданні під обстріл.

Компоновання десантного модуля передбачає 14 місць для десанту і місця для фіксації особистої зброї. При посадці десанту, в модулі досить тісно, а іншого простору для розміщення особистих речей, елементів екіпірування, речових мішків і т. п. не передбачено.

Передбачається, що машина класу MRAP після підриву може бути знищена і не підлягати відновленню, але основне завдання – збереження екіпажу. КамАЗ-63968 «Тайфун-К» не несе на собі ніякого озброєння і використання настільки високовартісного броневий автомобіля такого високого технічного рівня в якості MRAP є недоцільним через вузьку сферу застосування – оперативне транспортування особового складу. В статті наведено порівняння з українським броневий автомобілем KrAZ Fiona, який нічим не поступається за функціоналом, а з врахуванням фінансових затрат переважає «Тайфун-К» за

ефективністю. KrAZ Fiona є дешевшим приблизно в 8 разів (1 «Тайфун-К» \approx 8 KrAZ Fiona), тому простота для машин такого класу є скоріше перевагою ніж недоліком.

Davydovsky L., Bisyk S., Baranovskyi A., Kondrachukov S.

RESEARCH OF THE PROTECTION SYSTEM OF THE RUSSIAN ARMORED VEHICLE OF INCREASED PROTECTION «TYFUN-K». ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE DESIGN

Since the full-scale invasion of the armed forces of the Russian Federation on the territory of Ukraine, the Armed Forces of Ukraine have been effectively destroying Russian equipment, including the latest models. Thus, in different regions of our country, many cases of the destruction of the newest Russian armored vehicles KamAZ-63968 «Tyfun-K» have been recorded, which have been in service with the airborne troops of the Russian Armed Forces since 2016 and are actively used by the invaders in aggression against Ukraine. In addition to the destroyed «Tyfun-K» there are also trophy samples captured that are technically functional, which makes it possible to evaluate the design of the sample and the technical solutions applied in it. Since in the RF KamAZ-63968 is positioned as an armored vehicle of increased security, the subject of research in the article is the protection system of the armored vehicles «Tyfun-K». The main method of research in the article is analytical analysis, which allows us to assess the level of technological development of the enemy's military defense system in terms of the protection of armored vehicles, helps to determine elements important for intelligence activities, including foreign components, the restriction of supplies of which in the RF will affect current and future combat operations, and also allows to single out advantages and disadvantages that must be taken into account by domestic manufacturers of similar products. Therefore, the purpose of the article is: firstly, to evaluate the design of the armored vehicles, the elements of the passive protection system and the actual level of protection for their effective neutralization with appropriate means of destruction; secondly, to identify foreign component elements of the «Tyfun-K» protection system to include them in the list of goods to restrict their export to the RF by partner countries; thirdly, to refute the inflated specifications indicators claimed by the Russian side for the illusion of dominance over similar armored vehicles of the MRAP class of NATO member countries. Methods of neutralization of such samples remain very relevant, since at the moment more than 260 units of them have been delivered to the armed forces of the RF. From the main material of the article, in accordance with its purpose, conclusions and recommendations for consideration by domestic manufacturers are summarized.

Keywords: armored vehicle, anti-mine protection, MRAP, armored hull, bottom, module, ceramic armor, energy-absorbing seats.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. О содержании «Концепции развития военной автомобильной техники Вооруженных Сил российской федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/others/doctrina8.shtml?attempt=1>.
2. Mine Resistant Ambush Protected. Available at: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mrap.htm>.
3. ВСУ знищили универсальний броневий автомобіль російських окупантів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.slovoidilo.ua/2022/03/29/novost/bezopasnost/vsu-unichtozhili-universalnyj-broneavtomobil-rossijskix-okkupantov>.
4. КамАЗ-63968 «Тайфун» захищений автомобіль [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/army/tr/kamaz63968.shtml?attempt=2>.
5. Давидовський Л.С., Бісик С.П. Визначення напрямів підвищення захищеності бойових броньованих машин на основі аналізу бойових уражень. Зб. наук. пр. Київ: ЦНДІ ОБТ ЗС України. Вип. 1(68). 2018. С. 45—54. Т. Інв. № 4878.
6. Давидовський Л.С., Бісик С.П. Аналіз механогенезу травмування екіпажу бойових броньованих машин при підриві на мінно-вибухових пристроях. Військ.-техн. зб. Львів: НАСВ. 2015. № 13. С. 34—40.
7. Кристофер Ф. Фосс. Глобальные реакции: от США до всех стран мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://btvt.info/5library/mrap2.htm>.
8. IMI Introduces a new design for the Wildcat Armored Vehicle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://defense-update.com/20060601_wildcat.html.
9. Машина тайфун: Тайфун (семейство броневых автомобилей) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://дорспецтехника.рф/raznoe/mashina-tajfun-tajfun-semejstvo-broneavtomobilej-vikipediya-broneavtomobil-tajfun.html>.
10. Кабина тактически защищенного транспортного средства многоцелевого назначения (два варианта): пат. 124380 россия. № 2012114520/11; заявл. 12.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
11. Функциональный модуль защищенный: пат. 123927 россия. № 2012119561/11; заявл. 11.05.2012; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
12. Противоминная защита транспортного средства: пат. 124381 россия. № 2012114056/11; заявл. 10.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
13. Официальный сайт OSHKOSH DEFENSE. M-ATV High performance. High protection. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oshkoshdefense.com/vehicles/mine-resistant-ambush-protected-mrap>.
14. Бісик С.П., Давидовський Л.С., Сливінський О.А. Дослідження поведінки та характеру руйнування зварних з'єднань зі сталі нв 500mod при навантаженні вибухом. Наука і техніка Повітряних Сил ЗС України: зб. наук. пр. ХНУПС ім. Кожедуба. Харків. Вип. 3(32). 2018. С. 102—112. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.14>
15. Универсальный броневый автомобиль КамАЗ «Тайфун» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trucksbus.ru/spetstechnika/kamaz-tajfun>.
16. STANAG 4569 ed. 1. Protection levels for occupants of logistic and light armored vehicles. NSA/0533-LAND/4569.
17. Обґрунтування рівнів протимінної стійкості бойових броньованих машин / С.П. Бісик, Л.С. Давидовський, М.І. Васильківський, О.М. Арістархов, О.Д. Яльницький / Зб. наук. пр. Київ : ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2018. Вип. 2(69). С. 5–22. Т. Інв. №5019.
18. Запирающее устройство двери транспортного средства: пат. 116175 россия. № 2011154189/12; заявл. 28.12.2011; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14.
19. Запирающее устройство кабины: пат. 124242 россия. № 2012114521/11; заявл. 12.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
20. Люк транспортного средства: пат. 117604 россия. № 2011154190/11; заявл. 28.12.2011; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 18.
21. Петля двери бронированной: пат. 117484 россия. № 2012101886/12; заявл. 28.12.2011; опубл. 19.01.2012, Бюл. № 18.
22. Timoney Technology Limited of Ireland Available at: https://military-history.fandom.com/wiki/Timoney_Technology_Limited_of_Ireland.
23. Официальный сайт MILITARY TIRES. 16.00R20 Michelin XZL. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://militarytires.ca/product/16-00r20-michelin-xzl>.
24. Официальный сайт GooglePatents. Ballistic armor. Available at: <https://patents.google.com/patent/US20040020353A1/en?q=US20040020353>.
25. Новый бронированный КАМАЗ: Бронированный автомобиль КамАЗ 53949. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80ahdapmtfjlo4bl.xn--p1ai/raznoe/novyj-bronirovannyj-kamaz-bronirovannyj-avtomobil-kamaz-43269-vystrel.html>.
26. Броневый автомобиль КамАЗ-63968 «Тайфун» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/67951-broneavtomobil-kamaz-63968-tajfun.html>.
27. Магистраль. Надежная прозрачность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mgs-armor.com>.
28. Давидовський Л.С. Особливості конструкції протимінних сидінь бойових броньованих машин з врахуванням ергономічного фактору. Наука і техніка Повітряних Сил ЗС України: зб. наук. пр. Харків: ХНУПС імені Івана Кожедуба. 2017. Вип. 1(26). С. 133—139.
29. Plasans's Terra energy attenuating seats. Survivability, flexibility and ergonomic design. Available at: <https://operationpegasus.com/wp-content/assets/pdf-downloads/Terra.pdf>.
30. Davydovskiy, L.S., Bisyk, S.P., Chepkov, I.B., Vaskivskiy, M.I., Katok, O.A. & Slyvinskyi, O.A. (2019). Alternatives of Energy Absorption Element Design Parameters for an Armored Combat Vehicle Seat Under Explosive Loading. *Strength Materials*.

- Vol. 51. Pp. 900–907. <https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7>.
31. Давидовський Л.С., Бісик С.П., Корбач В.Г. Дослідження енергопоглинаючого елемента протимінного сидіння бойової броньованої машини. Озброєння та військова техніка. 2017. № 1(13). С. 24—33. [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.1\(13\).24-33](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.1(13).24-33).
 32. Офіційний сайт SECURON. Seat Belts, Harnesses & Safety Restraints. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.securon.co.uk/harness/index.htm>.
 33. Офіційний сайт AutoKraz. Бронированные автомобили. КраЗ «Фиона». Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autokraz.com.ua/index.php/ru/fabrication/automobile/military/bronirovannyeavtomobili/item/2444-kraz-fiona>.
 34. Дунь С.В., Єлістратов В.О. Результати випробувань броньованих автомобілів українського виробництва. Вісн. КрНУ імені Михайла Остроградського. 2020. Вип. 4(123). С. 91—99.
- ### REFERENCES
1. “O sodержanuyu “Kontseptsyy razvityia voennoi avtomobylnoi tekhniky Vooruzhennykh Syl rossiyskoi federatsyy na peryod do 2020 hoda”” [On the content of the “Concept for the development of military vehicles of the Armed Forces of the Russian Federation for the period up to 2020”]. Available at: xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/others/doctrina8.shtml?attempt=1.
 2. Mine Resistant Ambush Protected Available at: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mrap.htm>.
 3. “VSU unychtozhyly unyversalnyy broneavtomobyl rossiyskykh okkupantov” [Armed Forces of Ukraine destroyed the universal armored vehicle of the Russian invaders]. Available at: ru.slovoidilo.ua/2022/03/29/novost/bezopasnost/vsu-unichtozhili-universalnyj-broneavtomobil-rossijskix-okkupantov.
 4. “KamAZ-63968 «Taifun» zashchychennyi avtomobyl” [KAMAZ-63968 «Typhoon» protected vehicle]. Available at: https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/army/tr/kamaz_63968.shtml?attempt=2.
 5. Davydovskiy, L.S. & Bisyk, S.P. (2018), “Vyznachenia napriamiv pidvyshchennia zakhychshchenosti boiovykh bronovanykh mashyn na osnovi analizu boiovykh urazhen” [Determination of direct improvement of the protection of combat armored vehicles based on the analysis of combat damage]. *Coll. of scient. papers of CRI WME AF of Ukraine*. No 1(68). Pp. 45—54.
 6. Davydovskiy, L.S. & Bisyk, S.P. (2015), “Analiz mekhanohenezu travmuвання ekipazhu boiovykh bronovanykh mashyn pry pidryvi na minno-vybukhovnykh prystroiakh” [Analysis of the crew injury mechanism at armored combat vehicles blast on mine-explosive devices], *Military and technical coll. Lviv: NAA*. No 13. Pp. 34—40.
 7. Krystofer F. Foss. “Hlobalnye reaktsyy: ot SShA do vsekh stran myra” [Global reactions: from the USA to all countries of the world]. Available at: btvt.info/5library/mrap2.htm.
 8. IMI Introduces a new design for the Wildcat Armored Vehicle. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://defense-update.com/20060601_wildcat.html.
 9. “Mashyna taifun: Taifun (semeistvo broneavtomobylei)” [Typhoon vehicle: Typhoon (a family of armored vehicles)]. Available at: dorspetstekhnika.rf/raznoe/mashina-tajfun-tajfun-semejstvo-broneavtomobilej-vikipediya-broneavtomobil-tajfun.html.
 10. “Kabyna taktychesky zashchychshchennoho transportnoho sredstva mnohotselevoho naznachennia (dva varyanta)” [Cabin of a tactically protected multi-purpose vehicle (two options)]; pat. 124380 russia. № 2012114520/11; decl. 12.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
 11. “Funktsionalnyi modul zashchychshchennyi” [Protection functional module]; pat. 123927 russia. № 2012119561/11; decl. 11.05.2012; published. 10.01.2013, Bull. № 1.
 12. “Protyvomynnaia zashchyta transportnoho sredstva” [Mine protection of the vehicle]; pat. 124381 russia. № 2012114056/11; decl. 10.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
 13. The official site of OSHKOSH DEFENSE. “M-ATV High performance. High protection”. available at: oshkoshdefense.com/vehicles/mine-resistant-ambush-protected-mrap.
 14. Bisyk, S.P., Davydovskiy, L.S. & Slyvinskiy, O.A. “Doslidzhennia povedinky ta kharakteru ruinuvannia zvarnykh ziednan zi stali nv 500mod pry navantazheni vybukhom” [Research of behavior and nature of the fracture of welded joints of hb 500mod steel under explosion loading], *Science and technology of the AF of Ukraine*. No 3(32). Pp. 102—112. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.14>.
 15. “Unyversalnyy broneavtomobyl KamAZ «Taifun»” [Universal armored vehicle KamAZ «Typhoon»]. Available at: trucksbus.ru/spetstekhnika/kamaz-tajfun.
 16. STANAG 4569 ed. 1. Protection levels for occupants of logistic and light armored vehicles. NSA/0533-LAND/4569.
 17. Bisyk, S.P., Davydovskiy, L.S., Vaskivskiy, M.I., Aristarkhov, O.M. & Yalynskiy, O.D. (2018), “Obgruntuvannia rivniv protymynnoi stikosti boiovykh bronovanykh mashyn” [Justification of the levels of anti-mine resistance of combat armored vehicles], *Coll. of scient. papers of CRI WME AF of Ukraine*. No. 2 (69). Pp. 5—22.
 18. “Zapyraiushchee ustroistvo dvery transportnoho sredstva” [Vehicle door locking device]; pat. 116175 russia. № 2011154189/12; declar. 28.12.2011; publ. 20.05.2012. Bull. № 14.
 19. “Zapyraiushchee ustroistvo kabyny” [Cabin locking device]; pat. 124242 russia. № 2012114521/11; declar. 12.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
 20. “Liuk transportnoho sredstva” [Vehicle sunroof]; pat. 117604 russia. № 2011154190/11; declar. 28.12.2011; publ. 27.06.2012. Bull. № 18.
 21. “Petlia dvery bronirovannoi” [Armored door hinge]; pat. 117484 russia. № 2012101886/12; declar. 28.12.2011; published 19.01.2012. Bull. № 18.

22. Timoney Technology Limited of Ireland. Available at: https://military-history.fandom.com/wiki/Timoney_Technology_Limited_of_Ireland.
23. The official site of MILITARY TIRES. “16.00R20 Michelin XZL”. available at: militarytires.ca/product/16-00r20-michelin-xzl.
24. The official site of GooglePatents. “Ballistic armor”. available at: patents.google.com/patent/US20040020353A1/en?q=US20040020353.
25. Novyi bronirovannyi KAMAZ: Bronirovannyi avtomobil KaMAZ 53949. [New armored KAMAZ: Armored vehicle KAMAZ 53949]. Available at: xn--80ahdapmtfjlo4bl.xn--plai/raznoe/novyj-bronirovannyj-kamaz-bronirovannyj-avtomobil-kamaz-43269-vystrel.html.
26. “Broneavtomobil KaMAZ-63968 «TaifuN»” [Armored vehicle KAMAZ-63968 «Typhoon»]. available at: topwar.ru/67951-broneavtomobil-kamaz-63968-tayfun.html.
27. “Magistral. Nadezhnaya prozrachnost” [Highway. Reliable transparency]. Available at: mgs-armor.com.
28. Davydovskiy, L.S. (2017), “Osoblyvosti konstruktivnykh protyminnykh sydin boiovykh bronovanykh mashyn z vrakhuvanniam erhonomichnoho faktoru” [Construction features of antimine seats armored combat vehicles considering the ergonomic factor], *Science and technology of the AF of Ukraine*. No. 1(26). Pp. 133—139.
29. Plasans’s Terra energy attenuating seats. Survivability, flexibility and ergonomic design [Електронний ресурс]. Available at: <https://operationpegasus.com/wp-content/assets/pdf-downloads/Terra.pdf>.
30. Davydovskiy, L.S., Bisyk, S.P., Chepkov, I.B., Vaskivskiy, M.I., Katok, O.A. & Slyvinskyi, O.A. (2019). Alternatives of Energy Absorption Element Design Parameters for an Armored Combat Vehicle Seat Under Explosive Loading. *Strength Materials*. Vol. 51. Pp. 900–907. <https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7>.
31. Davydovskiy, L.S., Bisyk, S.P. & Korbach, V.H. “Doslidzhennia enerhopohlynaiuchoho elementa protymynnoho sydinnia boiovoi bronovanoi mashyny” [Investigation of energy-absorbing elements of crew antimine seat of combat armored vehicles], *Weapons and military equipment*. No 1 (13). Pp. 24—33. <https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017>.
32. The official site of SECURON. “Seat Belts, Harnesses & Safety Restraints”. Available at: www.securon.co.uk/harness/index.htm.
33. The official site of AutoKraZ. “Bronirovanye avtomobyly. KraZ “Fyona” [Armored vehicles. KraZ “Fiona”]. Available at: www.autokraz.com.ua/index.php/ru/fabrication/automobile/military/bronirovanyeavtomobili/item/2444-kraz-fiona.
34. Dun, S.V. & Yelistratov, V.O. (2020), “Rezultaty vyprobuvan bronovanykh avtomobiliv ukrainskoho vyrobnytstva” [The results of testing armored vehicles of Ukrainian manufacturing]. *Bull. of the KrNU named after Mikhail Ostrohradsky*. No. 4(123). Pp. 91—99.

Відомості про авторів

Давидовський Леонід Сергійович

кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2529-1989>

Бісик Сергій Петрович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5009-2113>

Барановський Андрій Анатолійович

науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9637-7280>

Кондрачуков Сергій Ігорович

ад’юнкт Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ОВТ ЗС України, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6763-3377>

Information about the authors:

Leonid Davydovskiy

Doctor of Philosophy, Senior Researcher, Senior Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2529-1989>

Serhii Bisyk

Doctor of Sciences, Senior Research, Head of Research Department of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5009-2113>

Andrii Baranovskiy

Researcher of Central Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9637-7280>

Serhii Kondrachukov

postgraduate military student of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6763-3377>