

А.Ю. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., ст.н.с. каф. ТММиСАПР НТУ "ХПИ";
О.Е. ШАТАЛОВ, к.т.н., доц. Академии сухопутных войск им. гетмана Петра Сагайдачного, Львов;
Е.Е. ДУДАР, адъюнкт Академии сухопутных войск им. гетмана Петра Сагайдачного, Львов

ОБЗОР ПОДХОДОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО БРОНИРОВАНИЯ ЛЕГКОБРОНИРОВАННЫХ МАШИН

Рассмотрены варианты решения проблем, связанных с недостаточной защищенностью легкобронированной техники, стоящей на вооружении ВСУ. Приведены положительные и отрицательные факторы, связанные с повышением защищенности наиболее распространенными вариантами дополнительного бронирования. Выбрано направление дальнейших исследований.

Ключевые слова: легкобронированная машина, легкобронированная техника, защищенность, дополнительное бронирование, способы поражения.

Постановка проблемы. Ранее легкобронированным машинам, которые стоят на вооружении Украины (БМП, БТР и др.), отводилась роль преимущественно доставки пехоты к месту активных боевых действий. Даже когда ставились и другие задания, за счет слабого вооружения и защищенности подобная техника использовалась преимущественно таким образом и именно под эти задачи она проектировалась и производилась [1-3]. Также следует отметить, что за прошедшие десятилетия существенно изменились подходы и относительно тактики ведения войн вообще, и применительно к использованию отдельных единиц военной техники [4]. На базе опыта использования ЛБМ в вооруженных конфликтах последних десятилетий ("Буря в пустыне", Ирак; Чеченские конфликты; вооруженные конфликты в Афганистане, гражданские войны в Югославии, Ливии, Сирии, Либерии; АТО в Украине) разработано множество модификаций как принципиально новых машин, так и вариантов глубокой модернизации. Так, например, МТ-ЛБ, который изначально разрабатывался как военный тягач, на сегодняшний день имеет больше 70 вариантов модификаций [5].

На сегодняшний день изменился подход к проектированию, и теперь новые машины изначально проектируются как семейство машин, что позволяет решать различные задачи, кроме непосредственно транспортной. Так БТР-4 (рисунок 1), в дополнение к возможности установки различных боевых модулей, силовых установок и дополнительного бронирования имеет следующие модификации [6-8]: БРМ-4К – разведывательная машина; МВП-4К – машина огневой поддержки (рисунок 1, в); БРЭМ-4 – бронированная ремонтно-эвакуационная машина, специально разработанная для миротворческой миссии в Ираке; БРЭМ-4РМ – бронированная ремонтно-эвакуационная машина; БСЭМ-4К – бронированная

санитарно-эвакуационная машина на базе БТР-4, разработанная для миротворческой миссии в Ираке (рисунок 1, а); БММ-4С – бронированная медицинская машина на базе БТР-4Е; БТР-4К – командирская машина, разработанная для Ирака; БТР-4КШ – командно-штабная машина, разработанная для Ирака.



Рисунок 1 – Варианты модификаций БТР-4

Несмотря на наличие некоторого количества образцов новой техники и несколько большего числа модернизированной [9-13], техника ВСУ, в основном, морально устарела. Кроме того, в условиях современной войны, моральное старение проявляется не только в невозможности выполнения новых задач в соответствии с последними доктринами [3-4, 13], но и в постепенном повышении уровня проблем, которые мешают выполнять даже исходные задачи. Например, в условиях выполнения большого числа тактических операций: боевое охранение, патрулирование местности, передвижение в колонне, организация блокпостов, доставка личного состава к месту боевых действий.

Анализ последних исследований и публикаций. Как показал опыт использования легкобронированной техники в различных конфликтах, в том числе и на территории Украины [14], уровень защищенности ЛБМ, стоящей на вооружении ВСУ на сегодняшний день не соответствует уровню вооружения, используемого в конфликтах. На текущий момент бронекорпуса практически всех машин легче танков, не обеспечивают необходимого уровня защиты даже от стрелкового оружия. Таким образом, со всего набора ТТХ наиболее актуальными становятся требования к защищенности машин.

Вопрос совершенствования уровня защищенности ЛБМ до необходимого для решения стоящих задач в условиях современного боя является очень важным и актуальным. Рассмотрим основные причины недостаточного уровня защищенности:

1. Неэффективное использование личным составом имеющейся техники по причине отсутствия знаний о слабых и сильных сторонах используемых машин.
2. Отсутствие возможности использовать рельеф местности и текущую обстановку с целью уменьшения вероятности поражения техники в связи с отсутствием адекватных способов анализа обстановки [15].
3. Низкий уровень ТТХ машин по критерию защищенности.

В качестве основных путей решения перечисленных проблем можно перечислить, соответственно работу с личным составом, проведение обучения, составление подробных инструкций и донесение их до личного состава, использование общепринятых методик (тактические диаграммы на основе метода Жакоб де Марра и топографических карт) или современных разработок [16, 17] (однако, как показал опыт конфликтов [15], классические подходы являются крайне опасными для ЛБМ в связи с тем, что данные методики не учитывают ни особенности ведения

современного боя с использованием разницы высот, ни многих других особенностей. Разработки последних лет [16, 17] чрезвычайно сложны и неприспособлены для использования их в оперативной обстановке, хотя хорошо решают вопросы, связанные с проектированием, а также позволяют проектировать новые машины и разрабатывать варианты модернизаций.

Целью статьи является проведение анализа возможностей повышения уровня тактико-технических характеристик легкобронированных машин по критерию защищенности.

Изложение основного материала. В рамках работы стоит задача рассмотреть возможные варианты повышения защищенности ЛБМ, их применимость и ограничения по отношению к существующим реалиям.

Обзор возможных вариантов. Основными вариантами решения можно назвать: использование новых образцов защиты вместо устаревших; установка дополнительного бронирования.

Использования в качестве брони бронелистов из новых материалов, разработанных в последние годы для защиты от современного вооружения – это один из наилучших вариантов решения проблемы защищенности. Современные виды бронированной стали обладают повышенными прочностными характеристиками и обеспечивают более высокий уровень защищенности при меньших толщинах. Подобная замена позитивно отразится на уровне защищенности, при этом такая модификация не приводит к повышению массы или ухудшению прочности корпуса.

Однако данный подход будет работоспособным только в случае производства новых образцов модернизированной техники и абсолютно непригоден для проведения модернизации существующих машин. Это происходит вследствие того, что большая часть ЛБМ, которые используются в ВСУ, имеют пространственный силовой корпус, к которому прикреплены остальные агрегаты. Замена бронелистов для существующей машины является даже более сложной и дорогой, чем производство новой техники. Следовательно, подобный вариант нерационален, кроме как при изготовлении новых образцов техники.

Таким образом, для решения задач по повышению защищенности при модернизации остается только дополнительное бронирование. Его можно проводить как снаружи машины, так и внутри. В качестве дополнительного бронирования могут выступать: бронелисты из спецстали; бронелисты из алюминиевых, титановых и других сплавов специального назначения; керамические бронепластины; кевларовые, углепластиковые, стеклопластиковые и другие композитные пластины или обшивка; дополнительные композиционные модули защиты; решетчатые экраны; динамическая и активная защита; дополнительная защита, изготовленная из подручных материалов (мешки с песком, ящики с камнями и т.п.); комбинация различных решений.

Дополнительное бронирование может быть несъемным, легкозаменяемым и комбинированным.

Для танков наибольшее распространение получили варианты модернизации путем установки модулей динамической и активной защиты (рисунок 2) [18]. Связано это с тем, что одним из наиболее эффективных средств поражения танков являются

кумулятивные снаряды, ПТКР и др. Эти средства поражения являются не менее эффективными и против ЛБМ, однако установка динамической или активной защиты на легкую военную технику связана с рядом проблем. Во-первых, ни динамическая, ни активная защита практически не добавляют защищенности от кинетических средств поражения. При этом они крайне неэффективны даже против обычного стрелкового вооружения. Также следует отметить, что по своему образу действия активная защита сама может стать причиной поражения бронекорпуса или "дружественной" пехоты осколками. Основной принцип работы динамической и активной защиты базируется на рассеивании энергии кумулятивной струи или разрушения снаряда за счет создания локальных взрывов. При этом мощность взрыва должна



Рисунок 2 – Активная броня на Т-64

быть достаточной для разрушения кумулятивной струи или ударника. Взрывы подобной мощности вблизи тонкостенного корпуса ЛБМ создают слишком большую нагрузку и могут привести к существенным пластическим деформациям или даже к разрушению. Следовательно, такая защита может решить лишь одну из проблем обеспечения необходимого уровня защищенности, при этом попутно создавая другие

проблемы, в том числе с точки зрения защищенности, а значит, для легкобронированных машин следует рассмотреть другие варианты.

Наиболее перспективными являются варианты установки дополнительных пластин из высокопрочных сталей, специальных сплавов или керамики. Это позволит полностью решить проблему защищенности от кинетических способов поражения. Никаких эффектов, негативно влияющих на уровень защиты от других средств поражения, не проявляется, а наоборот, защита несколько повышается, в т. ч. и для кумулятивных или подкалиберных боеприпасов, хотя и недостаточно для обеспечения полноценной защиты. Перед тем как продолжить рассмотрение данного подхода, следует обратить внимание на способы индивидуальной защиты, такие как бронежилеты. Согласно



Рисунок 3 – Бронежилеты Osprey МК3, МК4

ДСТУ В 4103-2002 бронежилеты (рисунок 3) делятся на 6 классов защиты. 6-й как наивысший обязан обеспечивать защиту от выстрела из СВД бронебойной пулей Б-32 7,62-мм с расстояния 5-10 м. Основными элементами большинства подобных бронежилетов являются стальные листы толщиной 6-10 мм. Практически все ЛБМ, стоящие на вооружении ВСУ, в том числе и новые образцы (БТР-4), не могут сравниться по уровню защищенности с подобными бронежилетами, даже несмотря на использования больших толщин (до 20 мм) и специально подобранных углов наклона [19].

На первый взгляд может показаться странным отсутствие примеров использования материалов, аналогичных пластинам бронежилетов, при производстве корпусов ЛБМ, так как они могли бы существенно повысить защищенности и даже уменьшить вес. Однако эта странность является кажущейся, и связана она с существенным отличия

ем в принципах работы, целях и пр. В бронезиловых используется термоупрочненная закаленная сталь, обладающая повышенной жесткостью. При этом повышение жесткости приводит к ухудшению некоторых других механических характеристик, например, длительной прочности при динамических нагрузках. Находясь в бронезиловом на человеке, данные пластины работают только в случае попадания пули, никакой другой нагрузки они не испытывают. Более того, ни о каком циклическом использовании речь не может идти ввиду того, что после попадания даже единичной пули в пластину ее рекомендуется сразу заменять на новую [20].

В случае использования упомянутых материалов для бронелистов силового корпуса его ресурс от действия динамических нагрузок (движение, преодоление препятствий, стрельба из установленного вооружения, температурные перепады) будет крайне малым. А если учесть, что их будет невозможно заменить при повреждении средством поражения или восстановить при локальном разрушении – становится понятным отсутствие примеров использования таких материалов в качестве конструктивных.

Более рациональным можно назвать разработку механизма крепления подобных пластин на корпуса ЛБМ. Несмотря на разнообразие типов ЛБМ с их отличиями в геометрии, материалах корпуса, расположении внутренних и внешних элементов, можно разработать единую (унифицированную) систему с высоким уровнем стандартизации конструктивных элементов для проведения модернизации техники, стоящей на вооружении ВСУ. Более того, большая часть работ по модернизации может быть выполнена не только силами бронетанкоремонтных заводов, но и личным составом. Данный вопрос требует отдельного рассмотрения и является целью следующих работ, а пока продолжим рассмотрение оставшихся вариантов.

Одной из насущных проблем является заброневое поражение вторичными осколками [21-22]. В практике встречалось множество случаев, когда снаряд застревал в броне, но при этом либо выбивал пробку, либо откалывал некоторое количество осколков с внутренней стороны бронеплиты. Обычно подобные осколки обладают существенно меньшей кинетической энергией по сравнению с пулей, и для повреждения внутреннего оборудования ее чаще всего недостаточно. Однако этой энергии в большинстве случаев хватает, чтобы поразить незащищенные участки тел личного состава, который находится внутри машины. Наиболее рациональным, в данном случае является использование многослойной "мягкой" брони типа "кевлар", или композитной брони с повышенной вязкостью. В связи с тем, что кевлар, углепластик, стеклопластик и другие композитные материалы имеют достаточно сложную технологию производства и специфику в работе с ними, подобные работы можно выполнять только после проведения длительных подготовительных работ (для каждого типа техники отдельно) на базе организаций, которые обладают достаточным опытом.

Частичными способами решения проблемы вторичных осколков и увеличения общего уровня защищенности может выступать армированная резина. Источником подобной резины могут выступать даже списанные колеса ЛБМ. Подобные

варианты модернизации менее эффективные по сравнению с кевларом, однако существенно дешевле, и их можно проводить силами личного состава. Также силами личного состава можно проводить мероприятия по повышению защищенности с помощью подручных средств. В этом случае "конструкторская мысль" ограничена исключительно имеющимися в распоряжении материалами и средствами. Наиболее распространенные тары: мешки, деревянные ящики, металлические и пластиковые емкости. Наиболее распространенными наполнителями являются



Рисунок 4 – М113 с дополнительным бронированием из подручных средств

земля, песок и камни. В качестве других вариантов "самодельного" дополнительного бронирования можно назвать: гусеничные траки, колеса, колоды и толстые доски, отдельные листы металла и самодельные решетчатые экраны, изготовленные из уголков, полос и арматуры. Такие варианты "модернизации" используются не только в ВСУ (в связи с дефицитом финансирования), но и военнослужащими стран НАТО (рисунок 4) [23].

Оценить их вклад в защищенность бывает крайне проблематичным, поскольку большая часть работ проводится "на глаз" без научной или хотя бы инженерной проработки и без учета накопленного опыта. Также немаловажным является то, что подобные "модернизации" очень отличаются одна от другой ввиду различия условий, имеющихся возможностей и материалов при каждой из модернизаций. Таким образом, эффективность подобных "улучшений" крайне сомнительна. При этом следует отметить, что такие решения обычно приводят к существенному увеличению массы машины, изменению ее инерционных и масс-центровочных характеристик. Также повышается нагрузка на двигатель, трансмиссию, ходовую. Это приводит к существенным потерям в подвижности, маневренности, ресурсе.

При использовании некоторых материалов, особенно в середине корпуса, резко повышается пожарная опасность (при стрельбе противником бронебойно-зажигательно-трассирующими пулями). Как следствие получается не очевидное и не всегда реальное улучшение защищенности при существенном ухудшении иных характеристик.

Заключение. Каждый из предложенных подходов имеет свои преимущества и недостатки. Некоторые подходы (активная или динамическая защита) требуют серьезных исследований, адаптации и выпуска новых образцов для возможности использования на ЛБМ, кроме того, они решают лишь малую часть проблем. Другие (дополнительное "навесное" бронирование с помощью композитных и металлических материалов повышенной прочности, твердости, вязкости) могут решить большую часть проблем. Но и они требуют определенной проработки с целью поиска наиболее рациональных схем и способов подобного бронирования.

Все варианты дополнительного бронирования кроме позитивных эффектов (увеличения уровня защищенности) приводят к некоторому снижению уровня мобильности и повышению нагрузки на элементы машины. Перед проведением модер-

низации необходимо подобрать рациональные схемы бронирования так, чтобы максимизировать эффективность защиты и минимизировать негативные явления.

Подобная задача является противоречивой и требует проведения большого числа как натуральных, так и численных экспериментов. Подобные работы будут объектом последующих исследований. Текущее развитие универсальных САД-систем позволяет без проблем проводить многовариантные исследования про изменение масс-инерционных характеристик в зависимости от типа и параметров дополнительного бронирования. Что касается вопросов защищенности, то современный уровень вычислительной механики позволяет проанализировать данный вопрос "виртуально", однако для повышения адекватности необходимо проведение экспериментов по определению физико-механических характеристик используемых материалов. Поэтому на первом этапе будет более рациональным ограничиться натурными экспериментами и справочными пособиями.

Список литературы: 1. Машины гусеничные военные. Типы / Термины и определения : ГОСТ В 21794-76. – [Действующий от 1977-07-01]. – Изд. оф.- М.: Государственный комитет по стандартам, 1977 – С.16. 2. *Лосик О.А.* Танки (Основы теории, конструкции и боевой эффективности). Книга первая: Учебник – Издание академии / О.А. Лосик – М.: Военная орд. Ленина и Окт. рев-ии Красноз. ак-я бронетанк. войск им. маршала Советского Союза Малиновского Р.Я., 1983 – С. 38-40. 3. *Анипко О.Б.* Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники: монография / Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2008 – С.33-40. 4. Комплексный подход к модернизации корпусов легкобронированных машин с использованием современных программных комплексов / Васильев А.Ю., Мартыненко А.В., Шаталов О.Е. [и др.] // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: Вип. 26. – 2005. – С.169-174. 5. *Пonomarev E.P.* К вопросу о проведении многовариантного анализа динамики поведения корпуса МТ-ЛБ при одиночном выстреле / Пonomarev E.P., Васильев А.Ю. // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2005. – №53. 6. <http://xtz.ua>. 7. <http://uos.ua/produksiya/bronetechnika/62-bronetransporter-btr-4>. 8. <http://morozovkmdb.com/rus/body/btr4.php>. 9. <http://ru.tsn.ua/zbroya/voennye-poluchili-novuyu-partiyu-modemizirovannoy-tehniki-istrebiteli-tanki-i-bmp-404118>. html. 10. <http://ru.tsn.ua/ukrayina/ukrainskaya-armiya-poluchila-okolo-tyssyachi-edinic-modemizirovannoy-tehniki-402310>. html. 11. <http://rian.com.ua/analytics/20141002/357774790.html>. 12. http://shron.chtyvo.org.ua/Viisko_Ukrainy/2011_N02_128.pdf. 13. http://www.mil.gov.ua/content/files/whitebook/WB_2013.pdf. 14. http://www.ukrinform.ua/rus/news/rossiya_postavlyayet_na_donbass_noveyshee_orugie_probi-vayushchee_lyubie_bronegileti_vsu_1671725. 15. Математическое представление построения трехмерных тактических диаграмм с учетом движения и изменения ориентации корпуса бронированной машины в пространстве / Шаталов О.Е., Ларин А.Ю., Васильев А.Ю. [и др.] // Вестник НТУ "ХПИ". Тем. вып.: Машиноведение и САПР. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2005. – Вып. 53. – С.152-161. 16. *Гребеник А.Н.* Состояние и перспективы повышения защищенности армейских автомобилей многоцелевого назначения / А.Н. Гребеник, С.А. Стукота // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – К.: НТЦ АСВ, 2005. – Вып. № 2. – С. 37-43. 17. *Васильев А.Ю.* Моделирование физико-механических процессов в корпусах легкобронированных машин: подходы, модели, эффекты. / А.Ю. Васильев, С.Т. Бруль, Н.А. Ткачук, И.Н. Карапейчик // Механіка та машинобудування. – Харків: НТУ "ХПИ", 2011. – № 1. – С. 66 - 73. 18. *Григорян В.А.* Защита танков / Григорян В.А., Юдин Е.Г., Терехин И.И. [и др.]. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – С.127-130, 142-145. 19. *Четков И.Б.* Обзор современных мер по обеспечению непоражаемости современных танков от тандемныхкумулятивных и кинетических ПТС / Состояние и перспективы усиления защищенности современных танков [Электронный Ресурс]. – Режим доступа до журналу: http://bvt.narod.ru/1/armor_72_80_84/armor_72_80_84.htm. 20. <http://rus.postimees.ee/186239/policija-poluchit-poderzhannye-bronezhilyety>. 21. Захист легкоброньованої техніки: проблеми та перспективи підвищення бронезахисту / Грищенко Г.Д., Степанов С.С., Слюсаренко О.І [та ін.] // Вісник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – Вып. 4. – С.44-54. 22. Общие подходы к оценке и обеспечению защищенности бронекорпусов легких по массе машин / Бусяк Ю.М., Ткачук Н.А., Васильев А.Ю. [и др.] // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ "ХПИ", 2014. – Вып. 3. – С.154-163. 23. <http://topwar.ru/21708-desant-na-brone-pochemu-nikto-ne-doveryaet-otechestvennym-btr.html>.

Bibliography (transliterated): 1. Mashiny gusenichnye voennye. Tipy / Termini y opredeleniya: GOST V 21794-76. – [Dejstvujushhij ot 1977-07-01]. – Izd. of.- Moscow: Gosudarstvennyj komitet po standartam, 1977 – P. 16. 2. *Losik O.A.* Tanki (Osnovy teorii, konstrukcii i boevoj jeffektivnosti). Kniga pervaja: Uchebnik – Izdanie akademii / O.A. Losik –

Moscow: Voennaja ord. Lenina i Okt. rev-ii Krasnoz. ak-ja bronetank. vojsk im. marshala Sovetskogo Sojuza Malinovskogo R.Ja., 1983 – P. 38-40. 3. *Anipko O.B.* Konceptual'noe proektirovanie ob'ektov bronetankovoj tehniki: monografija / Anipko O.B., Borisjuk M.D., Busjak Ju.M. – Kharkov: NTU "KhPI", 2008 – P. 33-40. 4. Kompleksnyj podhod k modernizacii korpusov legkobreirovannyh mashin s ispol'zovaniem sovremennyh programnyh kompleksov / *Vasil'ev A.Ju., Martynenko A.V., Shatalov O.E.* [i dr.] // Praci Tavrijs'koj derzhavnoj agrotehnicnoj akademii: Vol. 26. – 2005. – S.169-174. 5. *Ponomarev E.P.* K voprosu o provedenii mnogovariantnogo analiza dinamiki povedenija korpusa MT-LB pri odinocnom vystrele / Ponomarev E.P., Vasil'ev A.Ju. // Vestnik NTU "HPI". – Kharkov: NTU "HPI", 2005. – No 53. 6. <http://xtz.ua>. 7. <http://uos.ua/produksiya/bronetechnika/62-bronetransporter-btr-4>. 8. <http://morozovkmdb.com/rus/body/btr4.php>. 9. <http://ru.tsn.ua/zbroya/voennye-poluchili-novuyu-partiyu-modemizirovannoy-tehniki-istrebiteli-tanki-i-bmp-404118>. html. 10. <http://ru.tsn.ua/ukrayina/ukrainskaya-armiya-poluchila-okolo-tyssyachi-edinic-modemizirovannoy-tehniki-402310>. html. 11. <http://rian.com.ua/analytics/20141002/357774790.html>. 12. http://shron.chtyvo.org.ua/Viisko_Ukrainy/2011_N02_128.pdf. 13. http://www.mil.gov.ua/content/files/whitebook/WB_2013.pdf. 14. http://www.ukrinform.ua/rus/news/rossiya_postavlyayet_na_donbass_noveyshee_orugie_probi-vayushchee_lyubie_bronegileti_vsu_1671725. 15. Matematicheskoe predstavlenie postroenija trehmernyh takticheskikh diagramm s uchetoм dvizhenija i izmenenija orientacii korpusa bronirovannoj mashiny v prostranstve / *Shatalov O.E., Larin A.Ju., Vasil'ev A.Ju.* [i dr.] // Vestnik NTU "KhPI". Tem. vyp.: Mashinovedenie i SAPR. – Kharkov: NTU "HPI", 2005. – Vol. 53. – P.152-161. 16. *Grebениk A.N.* Sostojanie i perspektivy povyshenija zashhishhennosti armejskikh avtomobilej mnogocelevego naznachenija / A.N. Grebenik, S.A. Stukota // Artillerijskoe i strelkovoe vooruzhenie. – Kiev: NTC ASV, 2005. – Vol. 2. – P. 37-43. 17. *Vasil'ev A.Ju.* Modelirovanie fiziko-mehaničeskikh processov v korpusah legkobreirovannyh mashin: podhody, modeli, jeffekty. / A.Ju. Vasil'ev, S.T. Brul', N.A. Tkachuk, I.N. Karapejchik // Mehanika ta mashinobuduвання. – Kharkov: NTU "KhPI", 2011. – No 1. – P. 66 - 73. 18. *Grigorjan V.A.* Zashhita tankov / Grigorjan V.A., Judin E.G., Terехin I.I. [i dr.]. – Moscow: Izd-vo MGТУ im. N.E. Baumana, 2007. – P.127-130, 142-145. 19. *Chepkov I.B.* Obzor sovremennyh mer po obespečeniju neporazhaemosti sovremennyh tankov ot tandemnyh kumuljativnyh i kineticheskikh PTS / Sostojanie i perspektivy usilenija zashhishhennosti sovremennyh tankov [Elektronnij Resurs]. – Rezhim dostupu do zhurnal: http://bvt.narod.ru/1/armor_72_80_84/armor_72_80_84.htm. 20. <http://rus.postimees.ee/186239/policija-poluchit-poder-zhannye-bronezhilyety>. 21. Zakhyst lehkobron'ovanoyi tekhniki: problemy ta perspektivy pidvyshchennya bronezakhystu / *Hrytsenko H.D., Stepanov S.S., Slyusarenko O.I* [ta in.] // Visnyk NTU "KhPI". – Kharkov: NTU "KhPI", 2007. – Vol. 4. – P. 44-54. 22. Obshhie podhody k ocenke i obespečeniju zashhishhennosti bronekorpusov legkih po masse mashin / *Busjak Ju.M., Tkachuk N.A., Vasil'ev A.Ju.* [i dr.] // Інтегровані технології та енергозбереження. – Kharkov: NTU "KhPI", 2014. – Vol. 3. – P.154-163. 23. <http://topwar.ru/21708-desant-na-brone-pochemu-nikto-ne-doveryaet-otechestvennym-btr.html>.

Поступила (received) 05.05.2015