

УДК 423.437.4

А.Н. Гребеник¹, В.А. Голуб¹, С.В. Дунь²¹Центральний НІІІ озброєння і військової техніки ВС України, Київ²Публічне акціонерне товариство «АвтоКрАЗ», Кременчук

КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ АВТОМОБИЛЯ КРАЗ-6322

Предложено концепцию, использование которой позволяет повышать баллистическую защищенность автомобиля КРАЗ-6322 без значительного увеличения снаряженной массы с учетом сохранения подвижности, а также выбирать рациональную конструкцию защищенного автомобиля.

Ключевые слова: автомобиль, конструкция, защищенность.

Введение

Постановка проблемы. Военная автомобильная техника является основным средством обеспечения тактической и оперативной подвижности войск и мобильных наземных объектов [1]. Опыт использования армейских автомобилей в современных миротворческих операциях и вооруженных конфликтах показал их недостаточную защищенность от воздействия поражающих факторов, основным из которых является стрелковое оружие, воздействие которого приводит к возрастанию потерь личного состава и потере подвижности автомобилей, то есть необходимость в повышении баллистической защищенности армейских автомобилей [2 – 6]. В настоящее время в 26 странах мира находятся на вооружении армейские автомобили с повышенным уровнем защищенности и разрабатываются более 120 их типов [7, 8]. В связи с этим, проведение исследований по повышению уровня баллистической защищенности армейских автомобилей является очень актуальной задачей для Вооруженных Сил Украины, контингенты которых принимают активное участие в миротворческих и антитеррористических операциях, но не имеют на вооружении ни одного защищенного образца армейского автомобиля.

Анализ последних достижений и публикаций. Исследованиям по повышению защищенности военных машин посвящено много работ, в которых предлагаются различные подходы и методики обоснования построения баллистической защищенности образцов вооружения и военной техники [9 – 12]. Однако они основаны на рациональной установке (использовании) защитных элементов из различных материалов, что приводит к росту снаряженной массы образцов, и не учитывают сохранения подвижности и выполнения задач образцами по назначению в современных военных конфликтах. Таким образом, существующие методы обоснования баллистической защищенности базируются на стойкости защиты броневых конструкций и не позволяют обеспечить повышение баллистической защищенности за счет рациональных конструктивно-компоновочных решений.

Цель статьи. На основании вышеизложенного и в связи с тем, что на вооружение Вооруженных Сил Украины принято семейство автомобилей повышенной проходимости КРАЗ-6322, целью статьи является разработка концепции повышения баллистической защищенности автомобиля КРАЗ-6322, основным образом за счет конструктивно-компоновочных решений с минимальным повышением снаряженной массы и с учетом сохранения подвижности при поражении стрелковым оружием, а также выбор рациональной конструкции такого автомобиля.

Основная часть

Распределим конструкцию автомобиля КРАЗ-6322 по компонентам, составляющим компонентом и элементам, поражение которых приводит к потере подвижности автомобиля или поражению водителя и экипажа, по 4 группам и предложим возможные технические решения по повышению уровня баллистической защищенности.

1. По первой группе элементов, составляющих компонентом и компонентом, которые можно исключить из конструкции автомобиля с применением других технических решений по компоновке автомобиля (конструктивному составу)

1.1 Компонент – обслуживающие системы двигателя; составляющая – система охлаждения; элементы: жидкостной насос, каналы в блоке цилиндров и головке, радиатор, термостат, патрубки системы охлаждения и элементы системы предпускового подогрева – применение двигателя с воздушной системой охлаждения.

1.2 Компонент – тормозные системы; составляющая – стояночная и запасная тормозные системы; элементы: пружинные энергоаккумуляторы, кран стояночной и запасной тормозных систем, двухмагистральный клапан, датчик падения давления, ресиверы контура, ускорительный клапан, одинарный предохранительный клапан, воздушные трубопроводы – применение стояночной и запасной тормозных систем с механическим приводом.

1.3 Компонент – ходова часть; составляющая – колесный движитель; элементы: автошины – установка специальных пневматических шин, которые имеют усиленные борты, что при спущенном состоянии позволяют продолжать движение: типа КИ-113 НС 10, RunOnFlat ("беспробочная технология") или Zero Pressure ("нулевое давление").

1.4 Компонент – трансмиссия; составляющая – ведущие мосты; элементы: редукторы ведущих мостов – использование независимой подвески с разрезными мостами, в которой редукторы конструктивно подняты и защищены швеллерами рамы.

2. По второй группе элементов, по которым возможно выполнить конструктивные и технические решения по их размещению, дооборудованию и изменению конструкции

2.1 Компонент – обслуживающие системы двигателя, составляющие:

система питания топливом; элементы: топливные баки – установка специальных топливных баков с полимерной вставкой, которая при пробитии имеет функцию самозатягивания пробоин;

система предпускового подогрева; элементы: котел предпускового подогревателя, насосный агрегат и трубопроводы охлаждающей жидкости предпускового подогревателя – установка жидкостных кранов на входном и выходном патрубках блока цилиндров для отсоединения от системы охлаждения двигателя.

2.2 Компонент – система регулирования давления воздуха в шинах (СРДВШ), элементы: кран управления давлением, манометр, клапан-ограничитель, воздушные трубопроводы СРДВШ, головки подвода воздуха, колесные краны подкачки автошин и соединительные шланги на каждом колесе – установка на внутренней стороне рамы дополнительных воздушных клапанов-отсекателей двустороннего действия каждой шины, которые будут отключать шину от магистрали СРДВШ в случае ее такого пробития, когда мощность системы (компрессора) не обеспечивает ее подкачки или при поражении элементов СРДВШ (резкого падения давления в системе).

2.3 Компонент – ходова часть; составляющая – колесный движитель; элементы: автошины – установка специальных вставок типа PAX Run Flat Tire (система для передвижения на пробитых шинах), которые закрепляются на колесный диск и позволяют продолжать движение длительное время на пораженной автошине.

3. По третьей группе элементов, по которым возможно изменение конструкции с использованием усиленных или защитных материалов

3.1 Компонент – обслуживающие системы двигателя; составляющая – система питания топливом; элементы: трубопроводы низкого давления, топлив-

ные фильтры, топливный кран, топливные баки – установить дополнительный бронированный топливный бачок в магистраль перед топливным насосом высокого давления.

3.2 Компонент – рулевое управление; составляющая – рулевой привод; элементы: наконечники рулевых тяг – установить наконечники рулевых тяг повышенной стойкости (усиленные).

3.3 Компонент – трансмиссия; составляющая – карданная передача; элементы: шарниры (крестовины) фланцев выходного вала коробки передач, входных и выходных валов раздаточной коробки – установить шарниры (крестовин) повышенной стойкости (усиленные).

3.4 Компонент – кабина; составляющие:

салон; элементы: спинки сидений водителя и экипажа – установить специальные бронированные сиденья ковшеобразной формы, которые будут защищать водителя и членов экипажа в задней и боковой проекциях;

стекло кабины; элементы: ветровые стекла кабины, стекла дверей кабины, задние стекла кабины – установить бронированные стекла ветровых окон, окон дверей и задних окон.

4. По четвертой группе элементов, которые для обеспечения необходимого уровня защищенности, требуют использования защитных (бронированных) элементов для них:

4.1 Компонент – двигатель; элементы: кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов.

4.2 Компонент – обслуживающие системы двигателя; составляющие:

система смазки; элементы: масляный радиатор, масляные трубопроводы, поддон картера, масляный насос, масляные фильтры;

система питания топливом; элементы: топливный насос высокого давления, топливоподкачивающий насос, трубопроводы высокого и низкого давления, форсунки, топливные фильтры;

система жидкостного охлаждения; элементы: жидкостной насос, каналы в блоке и головке цилиндров, радиатор, термостат, патрубки системы охлаждения.

Целесообразно объединить компоненты двигателя и его обслуживающие системы, их составляющие и элементы, которые расположены непосредственно на двигателе и установить бронированные панели на облицовку моторного отсека и кабины, которые находятся в площади перекрытия проекций силовой установки, а именно: переднюю панель с решеткой радиатора, капот, бампер и боковые облицовки моторного отсека (4.1).

4.3 Компонент – трансмиссия; составляющие:

коробка передач; элементы: шестеренчатые пе-

редачи – установить бронированные панели в боковых проекциях коробки передач;

раздаточная коробка; элементы: шестеренчатые передачи – установить бронированные панели в боковых проекциях раздаточной коробки;

ведущие мосты; элементы: редукторы ведущих мостов – установить бронированные панели в передней проекции на редукторе переднего моста и задней проекции на редукторе заднего моста.

4.4 Компонент – кабина; составляющая – облицовка; элементы: стойки, поперечина ветрового стекла кабины, передние боковые элементы кабины, боковые панели кабины, двери кабины, задняя стенка кабины – установить бронированные панели на указанные элементы кабины для защиты водителя и экипажа.

Проведем расчеты. Приведенных площадей элементов, составляющих и компонентов поражения автомобиля КраЗ-6322 $S_{пр\ i\ ел.\ y}$ по выражению (1) [13]:

$$S_{пр\ i\ ел.\ y} = S_{б\ i\ ел.\ y} \frac{\sin\alpha}{\alpha} + (S_{з\ i\ ел.\ y} + S_{п\ i\ ел.\ y}) \frac{(1 - \cos\alpha)}{2\alpha}, \quad (1)$$

где $S_{п\ i\ ел.\ y}$, $S_{б\ i\ ел.\ y}$, $S_{з\ i\ ел.\ y}$ – передняя, боковая и задняя площади проекций конструктивных элементов автомобиля; $\alpha = \arccos(D_{\min}/D_{\max})$ – угол обстрела; D_{\min} , D_{\max} – минимальное и максимальное расстояние обстрела (принято 300 и 400 м соответственно).

Общей приведенной площади конструктивных элементов поражения автомобиля КраЗ-6322 $S_{пр\ ел.\ y}$ по выражению (2) [13]:

$$S_{пр\ ел.\ y} = k \sum_1^n S_{б\ i\ ел.\ y} \frac{\sin\alpha}{\alpha} + k \left(\sum_1^n S_{з\ i\ ел.\ y} + \sum_1^n S_{п\ i\ ел.\ y} \right) \frac{(1 - \cos\alpha)}{2\alpha}, \quad (2)$$

где k – коэффициент перекрытия площадей проекций элементов.

Общей приведенной площади автомобиля КраЗ-6322 $S_{пр}$ по выражению (3) [13]:

$$S_{пр} = S_{б} \frac{\sin\alpha}{\alpha} + (S_{з} + S_{п}) \frac{(1 - \cos\alpha)}{2\alpha}, \quad (3)$$

где $S_{п}$, $S_{б}$, $S_{з}$ – передняя, боковая и задняя площади проекций автомобиля.

Вероятностей поражения автомобиля $P_{ур}$ при условии попадания в его габарит по выражению (4):

$$P_{ур} = \frac{S_{прел.\ y}}{S_{пр}}, \quad (4)$$

где k – коэффициент перекрытия площадей проекций элементов.

Процента снижения вероятности поражения с применением множества технических решений по повышению уровня баллистической защищенности.

Значений повышения снаряженной массы автомобиля КраЗ-6322 и его стоимости при применении соответствующего технического решения.

В качестве защитных элементов принято бронированные панели из стали типа 2П толщиной 5 мм [14].

В качестве защитных материалов принято бронестекло толщиной 36 мм [15].

Стоимость 1 т бронепанелей принято 12000 грн. и 1 м² бронестекла – 2625 грн. [14, 15].

Значение стоимости и увеличение массы при использовании технического решения принято для варианта построения нового автомобиля, а не для модернизации с переработкой существующего образца.

Результаты проведенных расчетов (рис. 1, табл. 1) показали следующее:

при применении лишь разработанных технических решений, без использования защитных элементов, общая приведенная площадь элементов автомобиля КраЗ-6322, поражение которых приводит к потере подвижности, снижается с 13,13 м² до 6,73 м², что приводит к снижению вероятности поражения автомобиля с 0,562 до 0,274, и соответствует снижению вероятности поражения на 51,2;

при использовании только защитных элементов приведена общая площадь элементов автомобиля КраЗ-6322, поражение которых приводит к потере подвижности, снижается с 13,13 м² до 6,4 м², что приводит к снижению вероятности поражения автомобиля с 0,562 до 0,288, и соответствует снижению вероятности поражения на 48,8%;

при использовании только защитных элементов приведена общая площадь элементов автомобиля КраЗ-6322, поражение которых приводит к потере подвижности, снижается с 13,13 м² до 6,4 м², что приводит к снижению вероятности поражения автомобиля с 0,562 до 0,288, и соответствует снижению вероятности поражения на 48,8%.

Для выбора рациональной конструкции автомобиля КраЗ-6322 с повышенным уровнем баллистической защищенности предложим в качестве примера 6 вариантов конструкций:

1 вариант – базовый автомобиль – вероятность поражения 0,562, снаряженная масса 12900 кг и стоимость 900000 грн;

2 вариант – автомобиль с использованием следующих технических решений: 1,2; 2,2; 2,3; 2,4; 3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,6; 4,1; 4,2; 4,3; 4,4; 4,6 (табл. 1) – вероятность поражения 0,065, прирост массы 994 кг и прирост стоимости 26169 грн. Автомобиль имеет комбинацию с использованием технических решений и защитных элементов.

3 вариант – автомобиль с использованием следующих технических решений: 1,2; 2,2; 2,3; 2,4; 3,1; 3,2; 3,3; 3,5; 4,1; 4,2; 4,3; 4,4; 4,5 (табл. 1) – вероятность поражения 0,065, прирост массы 1028 кг и прирост стоимости 26994 грн. Автомобиль имеет комбинацию с использованием технических решений и защитных элементов.

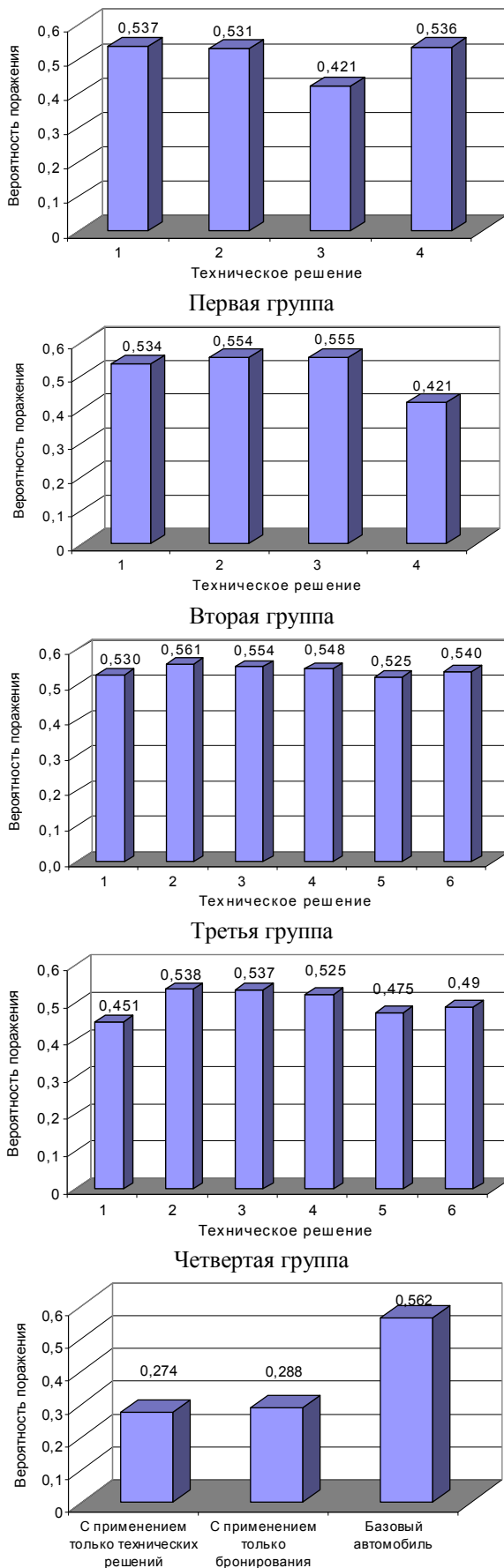


Рис. 1. Гистограммы вероятностей поражения автомобиля КрАЗ-6322 с применением технических решений по 4 группам и в целом

4 вариант – автомобиль с использованием следующих технических решений: 3.4; 3.6; 4.1; 4.6 (табл. 1) – вероятность поражения 0,328, прирост массы 623 кг и прирост стоимости 10545 грн. Автомобиль имеет защиту силовой установки, водителя и экипажа с использованием части защитных элементов, бронестекла и защищенных сидений;

5 вариант – автомобиль с использованием следующих технических решений: 3.5; 4.1 и 4.5 (табл. 1) – вероятность поражения 0,328, прирост массы 647 кг и прирост стоимости 11370 грн. Автомобиль имеет защиту силовой установки, водителя и экипажа по использованию защитных элементов и бронестекла;

6 вариант – автомобиль с использованием следующих технических решений: 1.2; 2.2; 2.3; 2.4; 3.1; 3.2; 3.3 (табл. 1) – вероятность поражения 0,274, прирост массы 510 кг и прирост стоимости 20360 грн. Автомобиль имеет только применение разработанных технических решений без использования защитных элементов.

Проведем процедуру последовательной оптимизации в сочетании с методом уступок по рассчитанным параметрам показателей вероятности поражения, снаряженной массы и прироста стоимости. Сравним варианты конструкции по показателю вероятности поражения. Лучший параметр будет у образцов варианты №2 и №3. Проводим процедуру последовательной оптимизации начиная с уступки в 10% по каждому показателю и постепенно снижаем ее до величины, когда возможно добиться оптимизации в целом. При значении уступки 0,2% возможно добиться оптимизации в целом и удастся прийти к единой рациональной структуре конструкции автомобиля КрАЗ-6322 под №2.

Результаты выбора рациональной конструкции автомобиля КрАЗ-6322 с повышенным уровнем баллистической защищенности методом последовательной оптимизации приведены в табл. 2 и изображены на рис. 2.

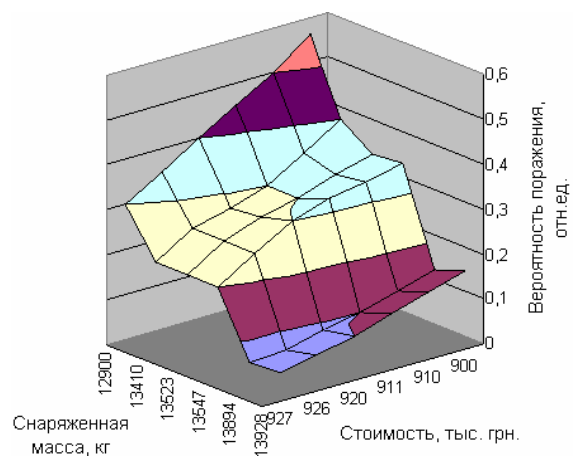


Рис. 2. Графическое изображение целевой функции оптимизации рациональной конструкции автомобиля КрАЗ-6322

Таблица 1

Сводная таблица приведенных площадей элементов, составляющих и компонентов автомобиля КрАЗ-6322, вероятностей их поражения и процентов снижения вероятности поражения с применением технических решений

Компонент	Название составляющей	Элементы	Техническое решение	Приведенная площадь элементов, м ²	Увеличение массы, кг	Увеличение стоимости, грн.	Вероятность поражения с техническим решением	Процент снижения вероятности поражения
1. Первая группа элементов, составляющих компонентов и компонентов, которые можно исключить из конструкции автомобиля с применением других технических решений по компоновке автомобиля (конструктивному составу)								
обслуживающие системы двигателя	система охлаждения	радиатор, термостат, жидкостной насос, патрубки	воздушная система охлаждения	0,59	--	--	0,537	4,4%
тормозные системы	стояночная и запасная тормозные системы	пружинные энергоаккумуляторы, кран стояночной и запасной тормозных систем, двухмагистральный клапан, датчик падения давления, ускорительный клапан, одинарный предохранительный клапан, воздушные трубопроводы, ресиверы контура	механический привод стояночной и запасной тормозных систем	0,74	--	--	0,531	5,5%
ходовая часть	колесный движитель	автошины	автошины типа: КИ-113 НС 10, RunOnFlat, Zero Pressure	3,31	140	9500	0,421	25,1%
трансмиссия	ведущие мосты	редукторы ведущих мостов	разрезные мосты с независимой подвеской	0,62	--	15000	0,536	4,6%
2. Вторая группа элементов, по которым возможно выполнить конструктивные и технические решения по их размещению, дооборудованию и изменений конструкции								
обслуживающие системы двигателя	система питания	топливные баки	полимерное покрытие против утечки топлива при пробитии	0,65	30	5000	0,534	5,0%
	система предпускового подогрева	котел предпускового подогревателя, насосный агрегат, трубопроводы охлаждающей жидкости	жидкостные краны отключение от системы охлаждения	0,19	1	160	0,554	1,4%
СРДВШ	элементы СРДВШ	кран управления давлением, манометр, клапан-ограничитель, воздушные трубопроводы, головки подвода воздуха, колесные краны подкачки, соединительные шланги	клапаны-отсекатели двустороннего действия	0,17	3	600	0,555	1,2%
ходовая часть	колесный движитель	автошины	вставки типа PAX Run Flat Tire	3,31	140	9500	0,421	25,1%
3. Третья группа элементов, по которым возможно изменение конструкции с использованием усиленных или защитных материалов								
обслуживающие системы двигателя	система питания топливом	трубопроводы низкого давления, фильтр грубой очистки, фильтры тонкой очистки, топливный кран, топливные баки	дополнительный топливный бачок	0,75	30	1000	0,530	5,7%
рулевое управление	рулевой привод	наконечники рулевых тяг	усиленные (упрочненные) наконечники рулевых тяг	0,02	30	800	0,561	0,2%

Окончание табл. 1

Компонент	Название составляющей	Элементы	Техническое решение	Приведенная площадь элементов, м ²	Увеличение массы, кг	Увеличение стоимости, грн.	Вероятность поражения с техническим решением	Процент снижения вероятности поражения
трансмиссия	карданная передача	шарнир фланца выходного вала КП, шарнир фланца входного вала РК, шарнир фланца выходного вала РК	усиленные (упрочненные) шарниры карданной передачи	0,19	80	2400	0,554	1,4%
кабина	салон	сидение водителя и сидения экипажа	защищенные сидения	0,33	100	1200	0,548	2,5%
	стекло кабины	ветровые стекла кабины, стекла дверей кабины, задние стекла	бронестекло	0,86	147	5490	0,525	6,6%
	стекло кабины	ветровые стекла кабины, стекла дверей кабины		0,53	126	4700	0,540	3,9%
4. Четвертая группа элементов, которые для обеспечения необходимого уровня защищенности требуют использования защитных элементов для них								
двигатель	кривошипно-шатунный и газораспределительный механизм	передняя панель с решеткой радиатора, капот, боковые облицовки моторного отсека, бампер	скрытое бронирование элементов моторного отсека	2,61	280	3360	0,451	19,8%
трансмиссия	коробка передач	шестеренчатые передачи	бронированные панели корпуса КП	0,56	38	456	0,538	4,3%
	раздаточная коробка	шестеренчатые передачи	бронированные панели корпуса РК	0,59	39	468	0,537	4,4%
	ведущие мосты	редуктор переднего моста, редуктор заднего моста	бронированные панели редукторов ведущих мостов	0,86	20	240	0,525	6,6%
кабина	облицовка кабины	поперечина ветровых окон, стойки, средняя поперечина кабины, капот, передние боковые элементы кабины, задняя стенка кабины, боковые панели кабины, двери кабины	скрытое бронирование элементов кабины	2,05	220	2520	0,475	15,5%
кабина	облицовка кабины (без верхней части задней стенки)	поперечина ветровых окон, стойки, капот, передние боковые элементы кабины, двери кабины с рамками, нижняя часть задней стенки кабины	скрытое бронирование элементов кабины	1,61	107	1285	0,49	12,8%
Автомобиль КрАЗ-6322 в целом				23,35	12900		0,562	--
Компоненты, составляющие и элементы автомобиля КрАЗ-6322, поражение которых приводит к потере подвижности				13,13	12900		0,562	--
Компоненты, составляющие и элементы по которым предложено технические решения				6,73			0,274	51,2%
Компоненты, составляющие и элементы, требующие использования бронированной защиты				6,4			0,288	48,8%

Таблиця 2

Результаты выбора рациональной конструкции автомобиля КраЗ-6322

Показатель	Вариант конструкции автомобиля КраЗ-6322					
	1	2	3	4	5	6
Вероятность поражения	0,562	0,065	0,065	0,328	0,328	0,274
Минимальная вероятность поражения		0,065	0,065			
Уступка 0,2%	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013
Значение с уступкой	0,06513	0,06513	0,06513	0,06513	0,06513	0,06513
Результат с уступкой		0,065	0,065			
Стоимость образца	900000	926160	926994	910545	911370	920360
Минимальная стоимость		926160				
Уступка 0,2%		1852	1852			
Значение с уступкой		928012	928012			
Результат с уступкой		926160	926994			
Снаряженная масса	12900	13894	13928	13523	13547	13410
Минимальная масса		13894				
Уступка 0,2%		28	28			
Значение с уступкой		13922	13922			
Результат с уступкой		13894				
Рациональная конструкция		+				

Выводы

Таким образом, разработано концепцию повышения баллистической защищенности автомобиля КраЗ-6322 в которой:

1. Предоставлено множество вариантов технических решений по повышению уровня баллистической защищенности автомобиля КраЗ-6322

2. Проведено расчетно-экспериментальную оценку повышения уровня баллистической защищенности автомобиля КраЗ-6322. Определено, что при применении лишь разработанных технических решений, без использования защитных элементов, вероятность поражения автомобиля КраЗ-6322 снижается на 51,2%.

3. Методом последовательной оптимизации в сочетании с принципом уступок из 6 предложенных вариантов выбрано рациональную конструкцию автомобиля КраЗ-6322 с повышенным уровнем баллистической защищенности. При этом цена максимальной уступки составила 0,2%. Вероятность поражения защищенного автомобиля КраЗ-6322 с рациональной конструкцией снижается на 88,4% по сравнению с базовой.

КОНЦЕПЦІЯ ПІДВИЩЕННЯ БАЛІСТИЧНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-6322

О.М. Гребеник, В.А. Голуб, С.В. Дунь

Запропоновано концепцію, використання якої дозволяє підвищувати балістичну захищеність автомобіля КраЗ-6322 без значного збільшення спорядженої маси з урахуванням збереження рухомості, а також вибирати раціональну конструкцію захищеного автомобіля.

Ключові слова: автомобіль, конструкція, захищеність.

THE CONCEPT OF IMPROVING THE BALLISTIC PROTECTION OF KRAZ-6322

A.N. Grebenyk, V.A. Golyb, S.V. Dun

The concept allows to improve the ballistic protection of KrAZ-6322 with no significant increase in the equipped weight with regard to conservation of mobility, as well as to choose the rational design of a protected vehicle.

Keywords: vehicle, design, protection.

Список литературы

1. Експлуатація військової автомобільної техніки: навч. посібн. / [А.С. Бурковський, В.А. Голуб, О.Ф. Дорошенко та ін.]. – Ч. 1. – Львів: ЛІСВ, 2006. – 196 с.
2. Гребеник А.Н. Анализ использования и поражения автомобилей многоцелевого назначения в международных миротворческих операциях и вооруженных конфликтах последних десятилетий / А.Н. Гребеник // Артиллерийское и стрелковое вооружения. – К.: НТЦ АСВ. – 2011. – № 1(38). – С. 36-40.
3. Роцин С. Второе пришествие бронемашин / С. Роцин // Армейский сборник. – 2003. – №10. – С. 54 – 56.
4. Роцин С. Три крепких орешка автотехники / С. Роцин // Армейский сборник. – 1998. – № 11. – С.44-50.
5. Кудряшов Е. Системный подход, подвижность и безопасность / Е. Кудряшов, И. Лебедев // Военный парад. – 2002. – № 5. – С. 78-80.
6. Ильин А. Автомобили, для которых нет преград / А. Ильин // Военный парад. – 2002. – № 6. – С. 38-39.
7. Гринченко С. Броненосцы / С. Гринченко // Defense Express. – 2010. – № 12. – С. 44-58.
8. Мосалев В. Летучие тени войны / В. Мосалев, В. Ушаков // Солдат удачи. – 2006. – № 9. – С. 42-48.
9. Полетаев А.А. Броневая защита корпусов и башен самоходных боевых машин / А.А. Полетаев. – М.: ЦНИИ информации. – 1976. – 411 с.
10. Зіркевич В.М. Імовірність ураження легких броньованих машин під час бойових дій / В.М. Зіркевич, В.А. Брезгун, А.А. Аветов // Артиллерийское и стрелковое вооружение. Международный научно-технический журнал. – К.: НТЦ АСВ. – 2002. – № 6. – С. 14-16.
11. Ковель В.А. Оценка противоосколочной стойкости брони / В.А. Ковель, Г.Е. Королев // Вестник бронетанковой техники. – 1988. – № 3. – С. 20-21.
12. Белкін Ю.І. Применение математико-статистических методов для оценки противоположной стойкости брони / Ю.І. Белкін, Г.Н. Буравлев, В.П. Яньков // Вестник бронетанковой техники. – 1988. – № 6. – С. 22-23.
13. Гребеник О.М. Оцінка впливу конструктивних заходів на живучість автомобілів багатоцільового призначення / В.А. Голуб, О.М. Гребеник, О.М. Купріненко // Автошляховик України. – 2009. – № 6 (212). – С. 8-10.
14. Сайт ООО «Металлопрокат»: Листы бронированные [Электрон. ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.artormark.ru>.
15. Официальный сайт ООО «Галиксон»: Стекло защитное многослойное (СЗМ) (Бронированное стекло) [Электрон. ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.galikson.ru>.

Поступила в редколлегию 9.07.2012

Рецензент: д-р техн. наук, ст. научн. сотр. М.И. Васюковский, Центральный НИИ вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Киев.