

УДК 623.4.08: 623.45: 539.3

*И.В. МАЗУР, А.В. ГРАБОВСКИЙ, Н.А. ТКАЧУК, Я.М. МОРМИЛО***ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТА КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕТЧАТЫХ ПРОТИВОКУМУЛЯТИВНЫХ ЭКРАНОВ**

Разработана методика оптимизации основных конструктивных параметров элементов решетчатых противоккумулятивных экранов для защиты от кумулятивного боеприпаса, в частности от гранат ручного противотанкового гранатомета. На основе этой методики, исходя из требований противодействия конкретному типу боеприпаса, возможен подбор оптимальной, по массо-габаритным показателям и с максимально допустимой вероятностью срабатывания, конструкции противоккумулятивного решетчатого экрана.

Ключевые слова: бронетанковая техника, легкобронированная техника, кумулятивный боеприпас, решетчатый противоккумулятивный экран, пассивная защита

The article analyzes the existing cumulative ammunition in different countries, as well as show-characterized tics of various anti-tank grenade. The analysis of the means of protection against chemical weapons, are examples of the use anti-cumulative screens. A method for optimizing the basic design data elements anti-cumulative lattice screens to protect against cumulative ammunition, especially grenades rocket-propelled grenade. The analysis of the calculated data shows that the use of the proposed method provides a rationale for the choice of the design parameters of the elements of lattice screens. This technique allows you to automate the calculation of parameters of elements-cops lattice screens to protect against the alleged type of munition and optimization of lattice screens for specific tasks. Comparison of the calculated performance data grid displays the characteristics of existing models shows their convergence. This suggests that the potential to realize the likelihood of protection latticed screens light armored vehicles to 0.5 ... 0.6. Based on this methodology, based on the requirements to counter a specific type of munitions, possible selection of optimal for weight and size parameters and maximum response probability design anti-cumulative lattice screen.

Keywords: armored vehicles, light armored vehicles, the cumulative ammunition grid anti-cumulative screen, passive protection

Розроблено методику оптимізації основних конструктивних параметрів елементів ґратчастих противоккумулятивними екранів для захисту від кумулятивного боеприпасу, зокрема від гранат ручного протитанкового гранатомета. На основі цієї методики, виходячи з вимог протидії конкретному типу боеприпасу, можливий підбір оптимальної, по масо-габаритними показниками і з максимально допустимою ймовірністю спрацювання, конструкції противоккумулятивного ґратчастого екрана.

Ключові слова: бронетанкова техніка, легкобронированная техніка, кумулятивний боеприпас, ґратчастий протиккумулятивний екран, пасивний захист

Введение

Одним из типов пассивной защиты бронетанковой техники (БТТ), легкобронированной техники (ЛБТ) и стационарных объектов специального назначения от кумулятивного боеприпаса (КБ) являются противоккумулятивные решетчатые экраны (РЭ).

По типу воздействия на боеприпас РЭ подразделяются на:

– *инициирующие* (вызывают подрыв КБ на расстоянии до объекта; цель – ослабить действие кумулятивной струи, а также ослабить фугасное воздействие на объект при подрыве боеприпаса);

– *разрушающие* (вызывают разрушение корпуса и кумулятивной воронки боеприпаса вплоть до отсутствия подрыва).

По варианту изготовления РЭ подразделяются на:

– *прутковые* (имеют в своей основе металлический пруток круглого или граненого сечения);

– *полосковые* (изготавливаются из твердосплавной металлической полосы);

– *сетчатые* (основа экрана – это металлическая или полимерная (текстильная) сетка).

Для оценки влияния основных конструктивных параметров элементов РЭ на их эффективность необходимо проведение исследований защитных свойств данных устройств [1–14].

кумулятивного боеприпаса на решетчатом (прутковом) экране, приводящем к отсутствию образования кумулятивной струи или к значительному снижению ее бронепробивной способности, была предложена патентом [9]. При этом принималось, что принцип действия противоккумулятивного РЭ основан на создании неоптимальных условий формирования кумулятивной струи за счет деформации и разрушения оболочки кумулятивной воронки и заряда взрывчатого вещества при взаимодействии корпуса боеприпаса с прутками решетки. (рис. 1).

Во вторую мировую войну наряду с осколочно-фугасными и кинетическими боеприпасами в артиллерии началось применение кумулятивных снарядов. Также появились носимые (ручные) пехотные противотанковые устройства типа американского динамореактивного (без отдачи при выстреле) ручного противотанкового гранатомета Bazooka M1 [10] (рис. 2) и немецких противотанковых гранатометов одноразового действия Faustpatrone и Panzerfaust [12] (рис. 3) и им подобные.

Характеристики некоторых реактивных противотанковых гранатометов приведены в табл.1 [11].

Для защиты БТТ СССР в конце 2-й мировой войны от кумулятивных гранат наряду с пассивными элементами защиты (траки, мешки с песком, нанесенный на броню бетон и т.д.), применяли и решетчатые (сетчатые) противоккумулятивные экраны иницирующего типа (так называемые "кровати") (рис.4). Данного типа экраны оказались малоэффективными в силу близкого расположения от брони и малого

Состояние проектирования и исследования защитных экранов

Принципиальная возможность разрушения куму-

© Мазур И.В., Грабовский А.В.,
Ткачук Н.А., Мормило Я.М., 2016

ослабляющего воздействия на кумулятивную струю.

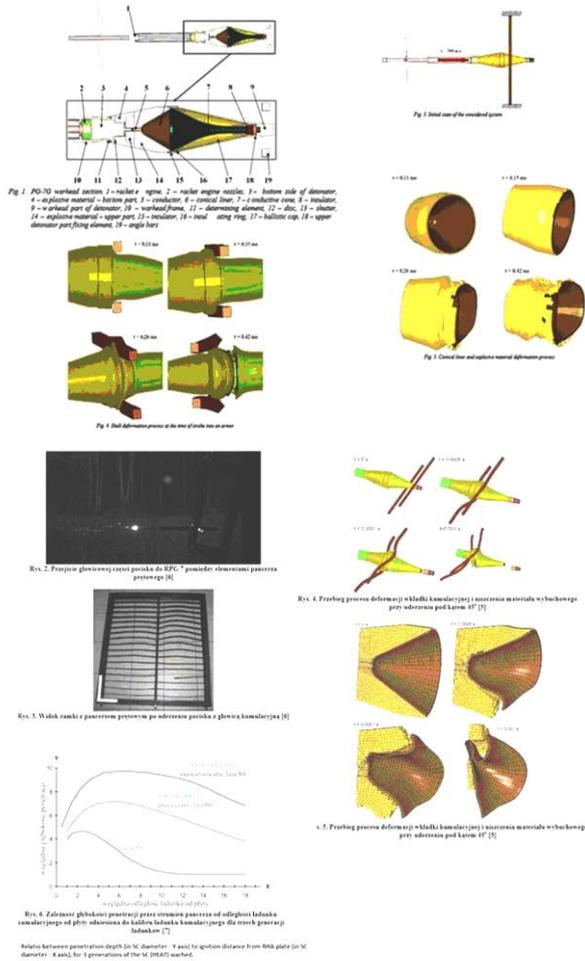


Рис. 1 – Принципиальная схема взаимодействия элементов РЭ и БК



Рис. 2 – Реактивный противотанковый гранатомет Вазоока / Базука M1 M1A1 M9 M9A1 и применяемые боеприпасы (США)

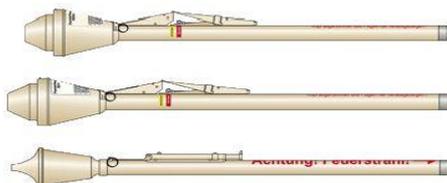


Рис. 3 – Противотанковые гранатометы одноразового действия Faustpatrone и Panzerfaust

В СССР во время войны в Афганистане для защиты ЛБТ от РПГ была предложена следующая конструктивная схема РЭ [2] (рис. 5). Были также разработаны и другие РЭ для защиты БТТ (рис.6) и стационарных объектов (рис.7). В данное время в мире

чаще используются РЭ разрушающего типа такие как устанавливаемые на БТР Stryker [1] (рис.8) или БТР-4Е [4] (рис.9). Также в последнее время нашла применение так называемая "текстильная броня" Q-Net от компании QinetiQ North America [3] (рис. 10).



Рис. 4 – Противокумулятивные экраны иницирующего типа на Т-34

Таблица 1 – Характеристики реактивных противотанковых гранатометов

Оружие	Начальная скорость, м / сек	Вес боеголовки кумулятивного боеприпаса, кг	Пробиваемость (оценка), мм	Дальность, м
M67	213	3.06	350	400
M2 Carl Gustaf	310	1.70	400	450
LRAC F1	300	2.20	400	600
РПГ-7	300	2.25	320	500
В-300	280	3.00	400	400

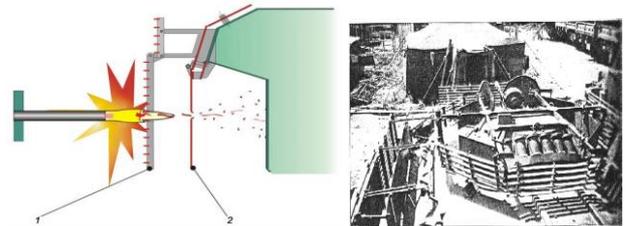


Рис. 5 – Схема РЭ для защиты ЛБТ: 1 – собственно РЭ иницирующего типа, 2 – промежуточный бронезан снижающий фугасное воздействие на корпус ЛБТ и рассеивающий, ослабляющий кумулятивную струю



Рис. 6 – Комплексная экранная защита ЗЭТ-1

Вышеперечисленные РЭ возникли, как правило, на основе множественных натуральных испытаний, без подведения ни математической, ни физической баз. Отдельные вопросы оценки защищенности боевых бронированных машин (ББМ) освещены в работах [7, 13, 14] однако предложенные в них методики и модели не исчерпывают всего комплекса проектно-технологических решений, направленных на обеспечение защищенности ББМ. В связи с этим в Украине и в мире в этом направлении идут поисковые и исследовательские работы.



Рис. 7 – Система комплексной защиты "Лоза"



Рис. 8 – Stryker с установленными РЭ



Рис. 9 – БТР-4Е с установленными РЭ

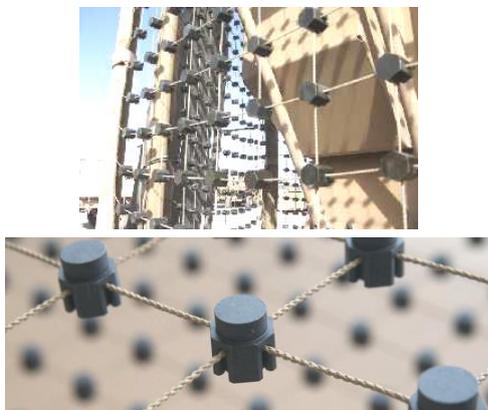


Рис. 10 – Сетчатая система со встроенными металлическими узлами Q-Net

Так как не приходится говорить о инновационных прорывных решениях в вопросах конструкции, материалах и расчетных методиках, приходится проводить комплексные исследования по всем упомянутым направлениям на базе расчетных моделей различной степени адекватности, сложности и точности.

Постановка задачи

Ввиду отсутствия расчетных методик по выбору параметров РЭ, полностью исчерпывающих все возникающие при их проектировании проблемные вопросы, предлагается разработка методики пошагового выбора параметров элементов РЭ исходя из конкретного типа нейтрализуемого боеприпаса, условий оптимизации по

критериям масса/габарит и максимально возможной вероятности обезвреживания данного боеприпаса.

Методика исследования

На первом этапе создания методики расчета конструктивных параметров элементов решетки, влияющих на эффективность РЭ, предлагается уяснить физику процесса взаимодействия пары решетчатый экран/кумулятивный боеприпас. Рассмотрим на примере полоскового разрушающего экрана возможные варианты взаимодействия КБ с РЭ (рис. 11):

1. Срабатывание взрывателя КБ об элемент РЭ.
2. Разрушение КБ без срабатывания взрывателя.
3. Увеличение угла встречи КБ с основной броней, вплоть до удара корпусом КБ "плашмя" об основную броню (со срабатыванием взрывателя и без).
4. Зависание КБ на РЭ.
5. Прохождение КБ с раздвижением элементов РЭ со срабатыванием взрывателя.

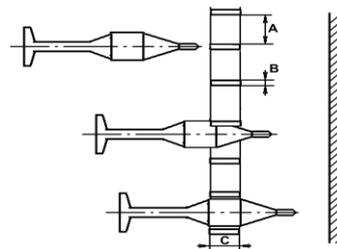


Рис. 11 – Возможные варианты взаимодействия КБ с РЭ

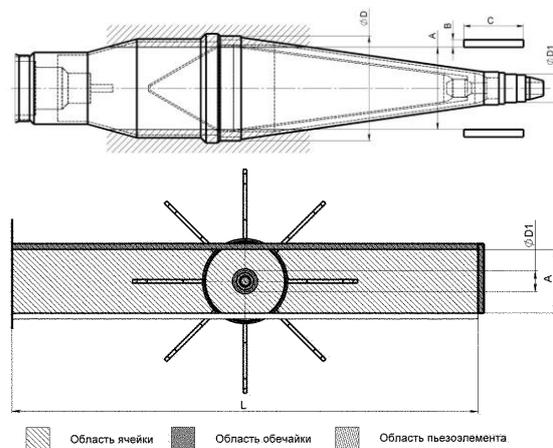


Рис. 12 – Конструктивные параметры элементов РЭ и КБ

Далее, для предварительного расчета, представим допущение, что КБ проходит строго перпендикулярно РЭ по центру ячейки, назовем константы и переменные, и дадим определение необходимым для расчета параметрам элементов РЭ и боеприпаса (рис. 12): $\varnothing D$ – наружный диаметр основной оболочки корпуса гранаты; $\varnothing D1$ – диаметр пьезоэлемента взрывателя (ПВ); A – размер окна ячейки по вертикали; L – размер окна ячейки по горизонтали; B – толщина планки обечайки; C – ширина планки обечайки. Константы $\varnothing D$ и $\varnothing D1$ обуславливается конструкцией и типом гранаты; A выбирается из условия необходимости и достаточности. Это максимально необходимое и допустимое для разрушения корпуса и кумулятивной воронки боеприпаса рас-

стояние между элементами РЭ. Как правило, А меньше ØD на 15÷16 мм. Переменные величины L, В и С – выбираются из условия жесткости планки обечайки ячейки, необходимой для разрушения основной оболочки корпуса и внутренних элементов гранаты. Общий вид кумулятивного боеприпаса представлен на рис. 13.

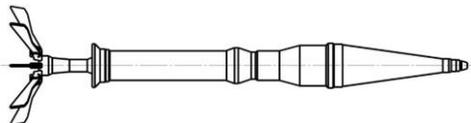


Рис.13 – Общий вид КБ

Далее рассмотрим, какие усилия действуют на планку горизонтального (на нее действуют наибольшие изгибающие моменты) элемента (ГЭ) обечайки. Учитывая сравнительно невысокие скорости КБ (~300 м/с), с известной степенью допущения можно расчет параметров ГЭ перенести в область решения задач со статически нагруженными элементами. Упрощенно планку ГЭ можно рассматривать как заземленную с двух сторон балку прямоугольного сечения В х С и длиной L, на которую действует сила G в точке E на расстоянии L/2 от края балки (рис. 14-16). Здесь GKБ – сила, зависящая от массы КБ и его скорости; G – сила, действующая на ГЭ и зависящая от силы GKБ и угла встречи Y° ГЭ и корпуса КБ; G – сила действующая на корпус КБ; GB, GC – составляющие силы G, по граням В и С планки РЭ соответственно.

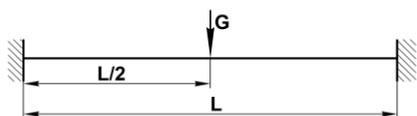


Рис. 14 – Расчетная схема упрощенной планки ГЭ

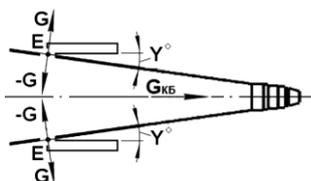


Рис. 15 – Первоначальный момент взаимодействия КБ с ГЭ с двух сторон

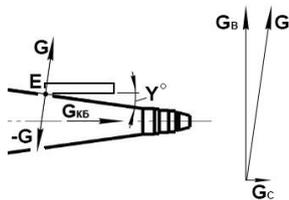


Рис. 16 – Первоначальный момент взаимодействия КБ с ГЭ с одной стороны

Из рис. 15 видно, что в первоначальный момент взаимодействия КБ с ГЭ: $G = GKБ/2\sin Y$ (в случае двухстороннего взаимодействия) или же из рис.16 – $G = GKБ/\sin Y$ (в случае одностороннего взаимодействия). Очевидно, что в обоих случаях сила G в несколько раз превышает силу GKБ. Из рис.15 и рис.16 также видно, что составляющая GB, в несколько раз выше составля-

ющей GC, жесткость ГЭ зависит в первую очередь от толщины планки В.

На основе выбранного материала элемента РЭ определяем изменения реакции планки ГЭ на изменение конструктивных параметров.

На примере табл. 2, 3 и объемных диаграмм 1 и 2 (рис. 17, 18) можно проследить, как меняются параметры напряжения и жесткости в ГЭ в зависимости от изменения конструктивных параметров В и С.

На примере табл. 4, 5 и объемных диаграмм 3 и 4 (рис. 19, 20) можно проследить, как меняются параметры напряжения и жесткости в ГЭ в зависимости от изменения конструктивных параметров В и L.

Таблица 2 – Изменение величины напряжения в ГЭ в зависимости от изменения параметров В и С

	C1	C2	C3	C4	C5
B1	1143,567	991,0019	867,0762	774,5303	732,245
B2	898,2168	774,7261	675,3183	602,4579	571,7937
B3	718,8971	617,0348	535,7552	477,3132	454,9631
B4	589,0923	503,1418	435,1273	387,1494	370,7118
B5	493,2767	419,2479	361,1271	320,9016	308,7746
B6	419,4127	354,7067	304,2933	270,0764	261,2539

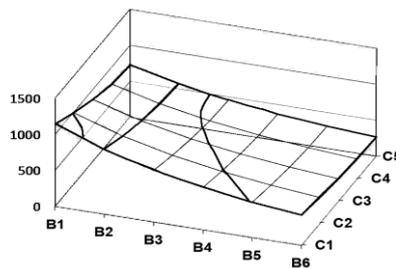


Рис. 17 – Диаграмма 1 к табл.2

Таблица 3 – Изменение величины жесткости в ГЭ в зависимости от изменения параметров В и С

	C1	C2	C3	C4	C5
B1	0,045122	0,055109	0,065686	0,07585	0,085971
B2	0,063112	0,077041	0,091791	0,105965	0,120081
B3	0,086779	0,105892	0,126133	0,14559	0,164972
B4	0,115747	0,141212	0,16819	0,194135	0,219997
B5	0,150024	0,183022	0,218007	0,251678	0,285272
B6	0,191509	0,233665	0,278403	0,321513	0,364574

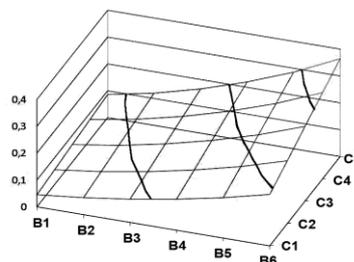


Рис. 18 – Диаграмма 2 к табл. 3

На примере табл. 6, 7 и объемных диаграмм 5 и 6 (рис. 21, 22) можно проследить, как меняются параметры напряжения и жесткости в ГЭ в зависимости от изменения конструктивных параметров С и L.

Таблица 4 – Изменение величины напряжения в ГЭ в зависимости от изменения параметров В и L

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
L1	551,2525	428,0539	338,5656	274,2035	227,0356	190,9883
L2	617,3354	479,0212	378,5517	306,2691	253,2558	212,6839
L3	695,1396	539,7615	426,8491	345,5673	285,9029	240,1824
L4	780,5125	606,9046	480,6561	389,7046	322,8809	271,6138
L5	867,0762	675,3183	535,7552	435,1273	361,1271	304,2933
L6	948,2508	739,6912	587,7742	478,1505	397,468	335,4451
L7	1025,3	800,9457	637,3926	519,2819	432,2865	365,3558
L8	1100,123	860,5483	685,764	559,4496	466,3446	394,6596
L9	1173,739	919,2878	733,5095	599,1541	500,0542	423,6996

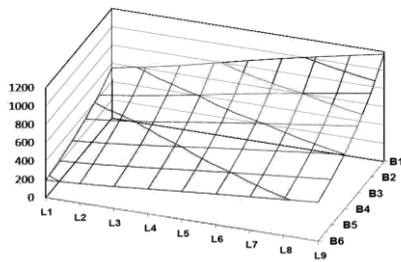


Рис. 19 – Диаграмма 3 к табл. 4

Таблица 5 – Изменение величины жесткости в ГЭ в зависимости от изменения параметров В и L

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
L1	0,348972	0,484092	0,662586	0,883588	1,150158	1,481897
L2	0,216543	0,300994	0,412179	0,548958	0,712361	0,913028
L3	0,139651	0,194529	0,266709	0,35525	0,460518	0,588896
L4	0,093713	0,130776	0,179524	0,239249	0,310086	0,396149
L5	0,065686	0,091791	0,126133	0,16819	0,218007	0,278403
L6	0,048192	0,067409	0,092696	0,123654	0,160299	0,204669
L7	0,036542	0,051144	0,070363	0,093888	0,121718	0,155388
L8	0,02836	0,039707	0,054642	0,07292	0,094535	0,120666
L9	0,022403	0,031373	0,043177	0,05762	0,074692	0,095319

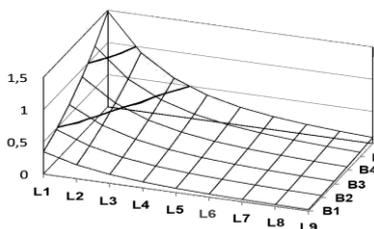


Рис. 20 – Диаграмма 4 к табл. 5

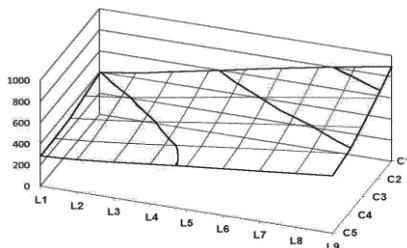


Рис. 21 – Диаграмма 5 к табл. 6

Введя фильтрацию по граничным условиям параметров жесткости и напряжения, получаем область выборки конструктивных параметров элементов РЭ – В, С

и L. Дальнейшее уточнение конструктивных параметров элементов РЭ принимается из условий конструктивных и габаритных требований по РЭ. Вычисляем вероятность прохождения ПВ гранаты в окне ячейки РЭ без срабатывания [6].

Таблица 6 – Изменение величины напряжения в ГЭ в зависимости от изменения параметров С и L

	C1	C2	C3	C4	C5
L1	397,1653	343,6477	303,6858	280,4249	284,0068
L2	449,3716	387,0135	339,3842	309,3134	307,2563
L3	511,1721	438,9328	382,8123	345,3816	337,6044
L4	579,3013	496,5268	431,3898	386,2439	372,6957
L5	648,6603	555,3773	481,2581	428,4743	409,3345
L6	713,9218	610,8785	528,4162	468,5563	444,2943
L7	776,0424	663,7898	573,4503	506,9146	477,8478
L8	836,5164	715,3567	617,3917	544,3928	510,6872
L9	896,1467	766,2493	660,7963	581,4471	543,1887

Таблица 7 – Изменение величины жесткости в ГЭ в зависимости от изменения параметров С и L

	C1	C2	C3	C4	C5
L1	0,549995	0,656843	0,76832	0,874308	0,979078
L2	0,337956	0,406249	0,477755	0,545893	0,613335
L3	0,216379	0,261628	0,3092	0,354669	0,399771
L4	0,144359	0,175417	0,2082	0,23963	0,27088
L5	0,100693	0,122856	0,146331	0,168899	0,191389
L6	0,073572	0,090055	0,107565	0,124439	0,141285
L7	0,055581	0,068212	0,081663	0,09465	0,107637
L8	0,04299	0,052875	0,063423	0,073625	0,08384
L9	0,033853	0,041714	0,050115	0,058254	0,066414

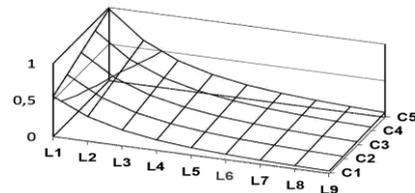


Рис. 22 – Диаграмма 6 к табл. 7

В процессе взаимодействия БК с ГЭ (рис. 23) меняется величина и направление приложения силы G и соответственно величина составляющих G_B , G_C . Очевидно, что величина силы G меньше силы $G_{БК}$ и соответственно меньше и составляющие G_B , G_C . На примере табл. 8, 9 и объемных диаграмм 7 и 8 (рис. 24, 25) можно проследить, как меняются параметры напряжения и жесткости в ГЭ в зависимости от изменения конструктивных параметров С и L

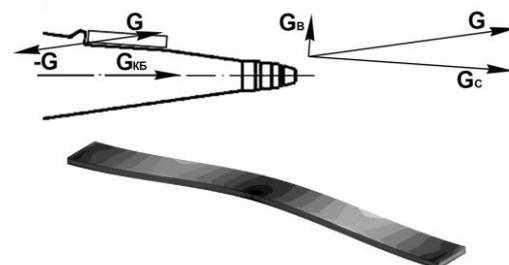


Рис. 23 – Внедрение ГЭ в корпус БК в процессе взаимодействия и деформация планки ГЭ в процессе внедрения

Таблица 8 – Изменение величины напряжения в ГЭ в зависимости от изменения параметров С и L

	C1	C2	C3	C4	C5
L1	152,8704	107,1763	79,55154	63,38938	52,97958
L2	180,7107	126,7929	93,74464	74,12023	61,26419
L3	211,9334	149,2656	110,3872	87,01608	71,50653
L4	245,3046	173,6827	128,7782	101,5048	83,21829
L5	278,9171	198,5976	147,7871	116,6608	95,61762
L6	310,8067	222,4784	166,1883	131,464	107,8335
L7	341,4323	245,6015	184,1458	146,0111	119,9167
L8	371,4188	268,3987	201,9662	160,5297	132,0404
L9	401,0993	291,0992	219,8114	175,1398	144,2954

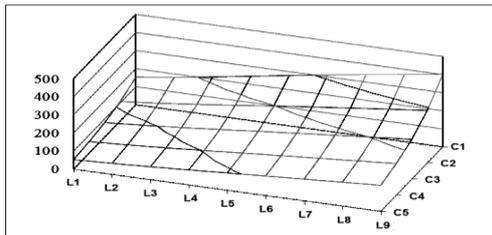


Рис. 24 – Диаграмма 7 к табл. 8

Таблица 9 – Изменение величины жесткости в ГЭ в зависимости от изменения параметров С и L

	C1	C2	C3	C4	C5
L1	2,662425	3,536223	4,402450	5,064106	5,343896
L2	1,660140	2,179548	2,704020	3,140013	3,398975
L3	1,057677	1,376870	1,703547	1,989494	2,188366
L4	0,696952	0,901543	1,113227	1,305086	1,451155
L5	0,480692	0,618722	0,762790	0,896620	1,004512
L6	0,349440	0,447984	0,551539	0,649449	0,731461
L7	0,263810	0,337041	0,414410	0,488555	0,552412
L8	0,204460	0,260401	0,319762	0,377267	0,427871
L9	0,161631	0,205255	0,251714	0,297123	0,337782

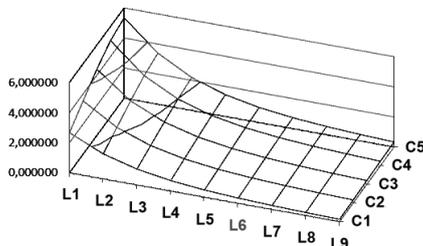


Рис. 25 – Диаграмма 8 к табл. 9

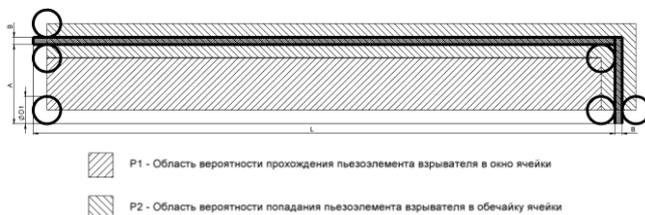


Рис. 26 – Области вероятности взаимодействия ПВ и обечайки ячейки РЭ

В целях упрощения и наглядности воспользуемся графическим методом (рис. 26). Из очевидных геометрических соотношений вероятность прохождения ПВ в окне ячейки РЭ без срабатывания равна

$$P_1 = P1 / (P1 + P2) = (L - \varnothing D1) \times (A - \varnothing D1) / (A + B) \times (L + B).$$

Для наглядности рассмотрим, как меняется вероятность Рп в зависимости от изменения параметров L и B на

примере табл. 10 и объемной диаграммы 9 (рис. 27). По [5] рассчитываем эффективность РЭ при различных значениях вертикальных углов полета гранаты (рис. 28).

Таблица 10 – Изменение величины вероятности Рп в зависимости от изменения параметров L и B

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
L1	0,541376	0,535514	0,529756	0,5241	0,518542	0,513081
L2	0,554918	0,549174	0,543529	0,537983	0,532531	0,527172
L3	0,564005	0,558347	0,552787	0,547321	0,541948	0,536665
L4	0,570526	0,564933	0,559437	0,554033	0,54872	0,543495
L5	0,575432	0,569891	0,564444	0,559089	0,553824	0,548645
L6	0,579258	0,573758	0,568352	0,563036	0,557808	0,552667
L7	0,582324	0,576859	0,571485	0,566202	0,561006	0,555895
L8	0,584838	0,5794	0,574054	0,568797	0,563628	0,558543
L9	0,586935	0,581521	0,576198	0,570965	0,565817	0,560754

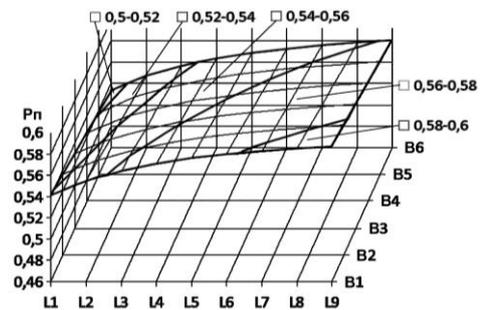


Рис. 27 – Диаграмма 9 к табл. 10

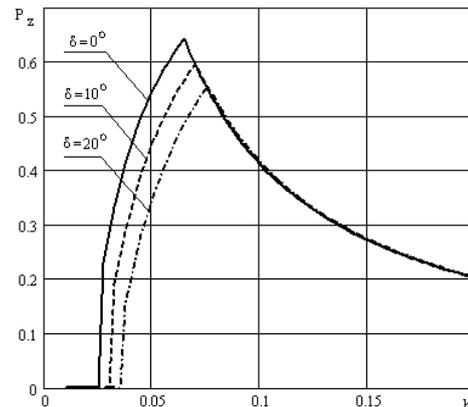


Рис. 28 – Зависимость эффективности решетчатых экранов Pz от шага решетки h при различных значениях вертикальных углов полета гранаты delta

Выводы

Анализ полученных расчетных данных показывает, что использование предложенной методик обеспечивает обоснование выбора конструктивных параметров элементов решетчатых экранов. Данная методика позволяет автоматизировать расчет параметров элементов решетчатых экранов для обеспечения защиты от предполагаемого типа боеприпаса и оптимизации РЭ под конкретно поставленные задачи. Сравнение расчетных данных эффективности решетчатых экранов с характеристиками существующих образцов показывает на их сходимость. Это позволяет сделать вывод, что потенциально возможно достижение вероятности защиты легкобронированных машин решетчатыми экранами до 0,5...0,6.

Список литературы

1. *By Megan Scully*. GD Seeks Global Sales for Stryker / Defense News. – 2004. – P. 30.
2. <http://www.niistali.ru>
3. QinetiQ поставит текстильную броню Q-Net для защиты от РПГ на M-ATV армии США <http://topwar.ru/37219-qinetiq-postavit-tekstilnuyu-bronyu-q-net-dlya-zaschity-ot-rpg-na-m-atv-armii-ssha.html>
4. БТР-4 "Буцефал" <https://ru.wikipedia.org/wiki/БТР-4>
5. **Васьковский М.И.** Математическая модель оценки противоккумулятивных решетчатых экранов для легко бронированных машин / **Васьковский М.И.** // Артиллерийское и стрелковое вооружение: Междунар. науч.-техн. журнал. – Вып. 1(14). – К.: НТЦ АСВ, 2005. – С. 28-32.
6. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей / **Вентцель Е.С.** – М.: Наука, 1969.
7. **Кучинский А.В.** Метод оценки демпфирующих устройств взрывной защиты боевых бронированных машин / **А.В. Кучинский, М.В. Васьковский, Чепков И.Б. [и др.]** // Артиллер. и стрелковое вооружение. – 2007. – №1. – С.3-8.
8. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения: монография: [в 4 т.]. Т.4. Методология исследования сложных систем военного назначения / **С.В. Лапичкий, А.В. Кучинский, А.И. Сбитнев [и др.]**; ред.: **С.В. Лапичкий**. – К.: 2013. – 477с.
9. Патент 183905. Швеция: МКИ F 07 j.
10. Реактивный противотанковый гранатомет Bazooka / Базука M1 M1A1 M9 M9A1 (SShA) <http://world.guns.ru/grenade/usa/bazooka-m1-m1a1-m9-m9a1-r.html>
11. Ручной противотанковый гранатомет https://ru.wikipedia.org/wiki/Ручной_противотанковый_гранатомет
12. Фаустпатрон (Faustpatrone) – РПГ "Panzerfaust" <http://topwar.ru/14496-faustpatron-faustpatrone.html>
13. **Чепков И.Б.** Модель обоснования технических решений защитных устройств боевых бронированных машин / **И.Б.Чепков** // Артиллер. и стрелковое вооружение. – 2011. – №4. – С. 42-46.
14. **Чепков И.Б.** Принципы и методы решения проблемы повышения защищенности и живучести БМ с использованием защитных устройств динамического типа / **И.Б.Чепков М.И.Васьковский, А.Н. Неговский** // Артиллер. и стрелковое вооружение. – 2006. – №1. – С. 11-16.

Bibliography (transliterated)

1. *By Megan Scully*. GD Seeks Global Sales for Stryker / Defense News, 2004. – P. 30.
2. <http://www.niistali.ru>
3. QinetiQ postavit tekstil'nuju bronju Q-Net dlja zashhity ot RPG na M-ATV armii SShA <http://topwar.ru/37219-qinetiq-postavit-tekstilnuyu-bronyu-q-net-dlya-zaschity-ot-rpg-na-m-atv-armii-ssha.html>
4. BTR-4 "Bucefal" <https://ru.wikipedia.org/wiki/BTR-4>
5. **Vas'kovskij M.I.** Matematicheskaja model' ocenki protivokumuljativnyh reshetchatyh ekranov jekranov dlja legko bronirovannyh mashin / **Vas'kovskij M.I.** // Artillerijskoe i strelkovoe vooruzhenie: Mizhdunar. nauk.-tehn. zhurnal. – No 1(14). – Kiev: NTC ASV, 2005. – P. 28-32.
6. **Ventcel' E S.** Teorija verojatnostej / **Ventcel' E S.** – Moscow: Nauka, 1969.
7. **Kuchinskij A.V.** Metod ocenki dempfirujushhhij ustrojstv vzryvnoj zashhity boevyh bronirovannyh mashin / **A.V. Kuchin-skij, M.V. Vas'kovskij, Chepkov I.B. [i dr.]** // Artiller. i strelkovoe vooruzhenie. – 2007. – No 1. – P.3-8.
8. Osnovy voenno-tehnicheskij issledovanij. Teorija i prilozhenija: monografija: [v 4 t.]. T.4. Metodologija issledovanija slozhnyh sistem voennogo naznachenija / **S.V. Lapickij, A.V. Kuchinskij, A.I. Sbitnev [i dr.]**; red.: **S.V. Lapickij**. – Kiev: 2013. – 477s.
9. Patent 183905. Shvecija: MKI F 07 j.
10. Reaktivnyj protivotankovij granatomet Bazooka / Bazuka M1 M1A1 M9 M9A1 (SShA) <http://world.guns.ru/grenade/usa/bazooka-m1-m1a1-m9-m9a1-r.html>
11. Ruchnoj protivotankovij granatomet. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ruchnoj_protivotankovij_granatomet
12. Faustpatron (Faustpatrone) – RPG "Panzerfaust" <http://topwar.ru/14496-faustpatron-faustpatrone.html>
13. **Chepkov I.B.** Model' obosnovanija tehniceskij reshenij zashhitnyh ustrojstv boevyh bronirovannyh mashin / **I.B.Chepkov** // Artiller. i strelkovoe vooruzhenie. – 2011. – No 4. – P. 42-46.
14. **Chepkov I.B.** Principy i metody reshenija problemy povy-shenija zashhishhennosti i zhivuchesti BBM s ispol'zovaniem za-shhitnyh ustrojstv dinamicheskogo tipa / **I.B.Chepkov M.I.Vas'kovskij, A.N. Negovskij** // Artiller. i strelkovoe vooruzhenie. – 2006. – No 1. – P. 11-16.

Поступила (received) 7.09.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Оптимизация расчета конструктивных параметров элементов решетчатых противоккумулятивных экранов / **И.В. Мазур, А.В. Грабовский, Н.А. Ткачук, Я.М. Мормило** // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Машиноведение и САПР. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2016. – № 39 (1211). – С. 86–92. – Библиогр. 14 назв. – ISSN 2079–0775.

Optimization and calculation of design parameters lattice elements anti-cumulative shields / **Mazur I., Grabovskiy A., Tkachuk M., Mormylo Ya.** // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Engineering and CAD. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016. – No 39 (1211). – P. 86–92. – ISSN 2079-0775.

Оптимізація розрахунку конструктивних параметрів елементів ґратчастих противоккумулятивними екранів / **І.В. Мазур, А.В. Грабовський, М.А. Ткачук, Я.М. Мормило** // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР. – Харків: НТУ "ХПІ", 2016. – № 39 (1211). – С. 86–92. – Бібліогр. 14 назв. – ISSN 2079–0775.

Відомості про авторів / About the Authors

Мазур Ігор Віталійович – аспірант кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин", інженер – конструктор, ДП "Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О.О. Морозова"

Mazur Igor – graduate student of "Theory and computer aided design mechanisms and machines", engineer - designer State Enterprise "Kharkiv Machine Building Design Bureau named after AA Morozov"

Грабовський Андрій Володимирович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, НТУ "ХПІ", старший науковий співробітник кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин"; тел.: (057)7076166; e-mail: andrej8383@gmail.com

Grabovskiy Andrey – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), NTU "KhPI", Senior Researcher of Theory and Systems of Mechanisms and Machines Automated Design Department, tel.: (057)7076166; e-mail: andrej8383@gmail.com

Ткачук Микола Анатолійович – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", завідувач кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин", тел.: (057)7076902; e-mail: tma@tmm-sapr.org.

Tkachuk Mykola – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, NTU "KhPI", Chief of Theory and Systems of Mechanisms and Machines Automated Design Department; tel.: (057)7076902; e-mail: tma@tmm-sapr.org.

Мормило Яков Михайлович – директор ДП "Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова"

Mormylo Yakov – Director of State Enterprise "Kharkiv Machine Building Design Bureau named after AA Morozov"

