

В. С. Айрапетян^{1}, И. Д. Кузьмин^{2**}*

Моделирование действия кумулятивных боеприпасов

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация,
*e-mail: v.s.ayrapetyan@ssga.ru

² АО «Новосибирский патронный завод», г. Новосибирск, Российская Федерация,
**e-mail: derscarf@gmail.com

Аннотация. Кратко рассмотрен принцип действия кумулятивных боеприпасов как эффективного средства пробивания тяжелой брони и разрушения фортификационных сооружений противника. В компьютерной среде LS-Dyna было смоделировано пробивное действие поражающей части кумулятивных боеприпасов на тяжелую броню и фортификационные сооружения. Описан новый метод, повышающий эффективную дальность кумулятивных боеприпасов способом изменения конструкции поражающей части, заключающегося в том, что в кумулятивной струе устанавливается различное количество поражающих элементов. Показана возможность использования кумуляции в боеприпасах с эффективным поражением неподвижных и малоподвижных объектов, в частности, с беспилотными летательными аппаратами.

Ключевые слова: кумулятивные боеприпасы, поражающие элементы, компьютерное моделирование, броня, фортификационное сооружение

V. S. Ayrapetyan^{1}, I. D. Kuzmin^{2**}*

Modeling the Action of Cumulative Ammunition

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: v.s.ayrapetyan@ssga.ru

² JSC "Novosibirsk Cartridge Plant", Novosibirsk, Russian Federation
**e-mail: derscarf@gmail.com

Abstract. The principle of action of cumulative ammunition as an effective means of penetrating heavy armor and destroying enemy fortifications is briefly considered. In the LS-Dyna computer environment, the penetrating effect of the striking part of the cumulative ammunition on heavy armor and fortifications was modeled. A new method is described that increases the effective range of cumulative ammunition by changing the design of the striking part, which consists in the fact that a different number of striking elements are installed in the cumulative jet. The possibility of using cumulation in ammunition with effective destruction of stationary and slow-moving objects, in particular with unmanned aerial vehicles, is shown.

Keywords: cumulative ammunition, submunitions, computer modeling, armor, fortification

Введение

На протяжении всей истории развития вооружений шла непрерывная адаптация оружия к существующим средствам защиты, и наоборот. Каждое в той или иной мере значимое новшество в этой области было ответом на требования,

предъявляемые актуальными возможностями современных вооруженных сил. Важным шагом стало появление кумулятивных боеприпасов как эффективного средства пробивания тяжелой брони и разрушения фортификационных сооружений противника, что, повлекло за собой и адаптацию броневой защиты для более эффективного противодействия этому новому виду боеприпасов. [3,6]

Методы и материалы

Повышение эффективной дальности кумулятивных боеприпасов состоит в изменении конструкции поражающей части боеприпасов (БП). Эффект схлапывания воронки в пересечениях ударных волн, сдавливающейся до квазизидкого состояния, используется для ускорения поражающих элементов (ПЭ), которые в процессе прохождения эффекта накопления приобретают скорости, равные скоростям кумулятивной струи, порядка десяти километров в секунду [1,4].

Однако, при этом возникают проблемы сдавливания ПЭ в одну квазизидкую массу, следствием чего является возникновение кумулятивной струи с худшими параметрами, поскольку ПЭ при этом мешают ее полноценной формации. Для преодоления этой проблемы и увеличения дальности поражающего эффекта от взрывчатого вещества (ВВ) используется свойство несжимаемости жидкостей [8].

Если конусную выемку БП заполнить жидкостью, в частном случае – солидолом, и поместить в нем ПЭ, то воронка не будет схлапываться в струю, а будет выдавливать ПЭ в сторону, которую определяет пересечение волн детонации. При этом достигается скорость ПЭ до десяти тысяч метров в секунду. При таких скоростях даже маленькие ПЭ имеют большую пробивную способность, которая более чем достаточна для поражения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и дронов. [7, 9]

В данной работе рассмотрена возможность использования этого метода в крупных пулях ручного пехотного оружия калибров 12,7 и 20 мм. Моделирование движения мелких ПЭ с высокой кучностью стрелкового оружия позволит повысить эффективность стрельбы для дальности, сравнимой с дальностью стрельбы снайперской винтовки.

Конструирование 3D модели облицовки для материала латуни и выполненные расчеты напряжения корпуса снаряда, выполненного из стали, показали, что условие невыпучиваемости стенок корпуса, т.е. толщина стенки чаши пули (d), выдерживающая давление выстрела без образования деформаций, определяется из неравенства: $0,1611 < d < 0,1645$ [2,5,10].

Результаты

На рис. 1 приведены результаты компьютерного моделирования пробития фортификационного бетона ПЭ, а на рис. 2 – график пробития.

Из рисунков видно, что только 70% кинетической энергии снаряда используется для сквозного пробития фортификационного бетона толщиной 100 мм.

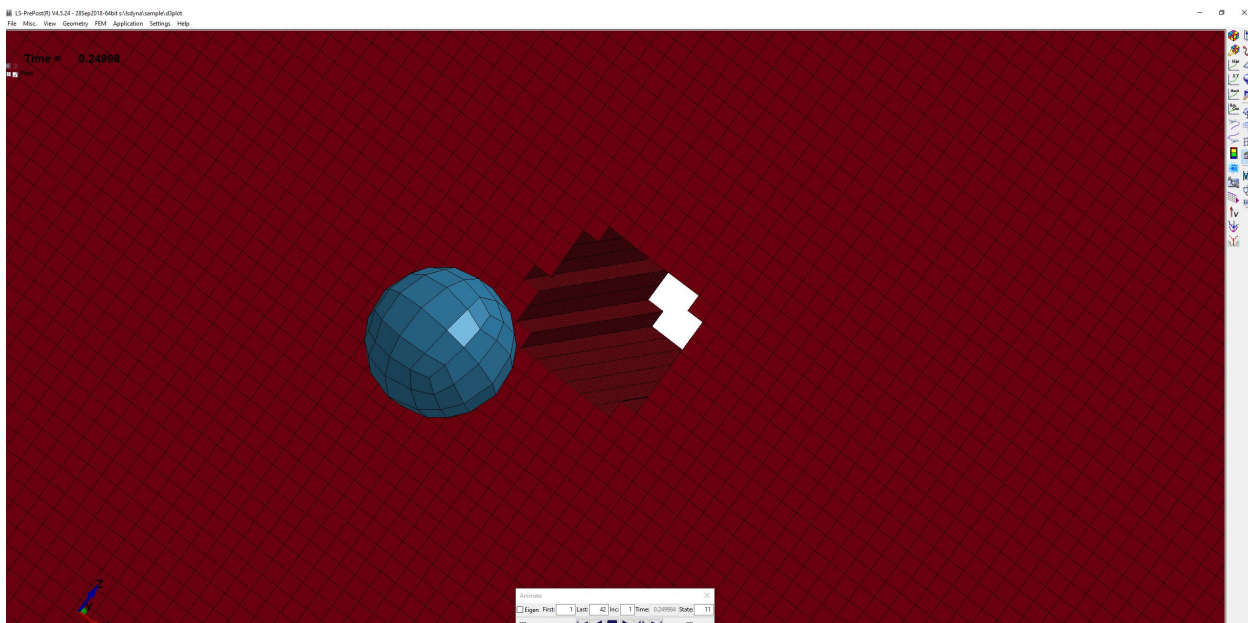


Рис. 1. Пробитие фортификационного бетона ПЭ

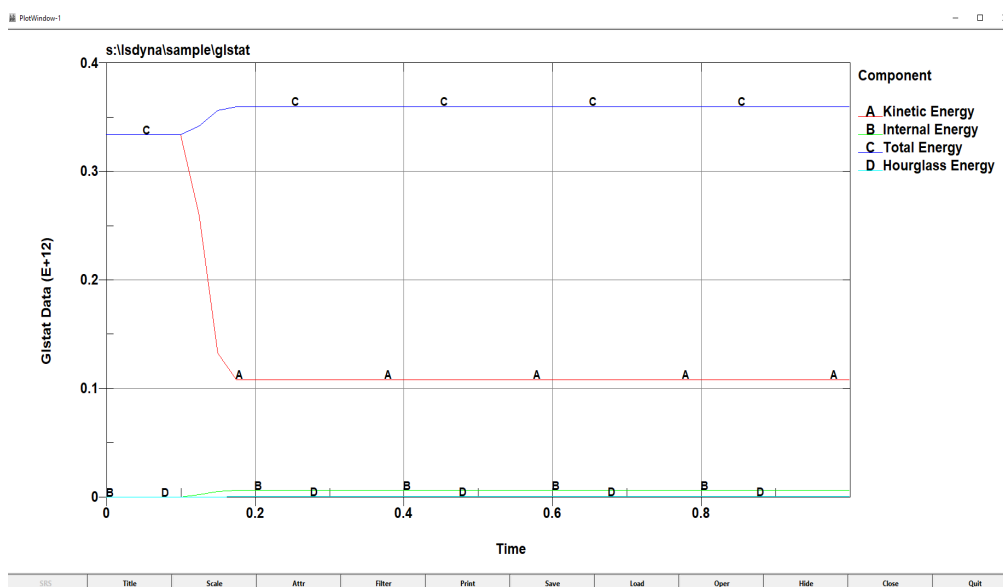


Рис. 2. График пробития фортификационного бетона ПЭ

Расчеты, выполненные на основе компьютерного моделирования, показали, что оптимизации конструкции и повышения эффективности кумулятивных боеприпасов можно достичь, поместив в одном снаряде до 13-ти ПЭ с уменьшенными радиусами. Это приводит к значительному повышению области поражения взамен дальности действия. Достоинства такой конструкции патронов, по сравнению с обычными патронами для тяжелых пулеметов, неоспоримы, поскольку при выстреле покрывается значительно большая область стрельбы, следовательно, они могут служить эффективным средством борьбы с подвижными открытыми целями (дроны).

В компьютерной среде LS-Dyna было смоделировано действие различного количества ПЭ из стальных шариков калибром 12 и 4 мм, содержащихся в кумулятивном снаряде, при столкновении с тонкой композитной бронеплитой.

Нужно заметить, что это – достаточно объемная задача с множеством параметрических зависимостей отдельных компонент друг от друга. Для строгого решения такой задачи требуются дополнительные данные экспериментальных измерений, либо упрощение условий задачи. На рис. 3 и рис. 4 представлены результаты компьютерного моделирования действия ПЭ из стальных шариков 12,7 и 4 мм на преграду в виде тонкой композитной бронеплиты.

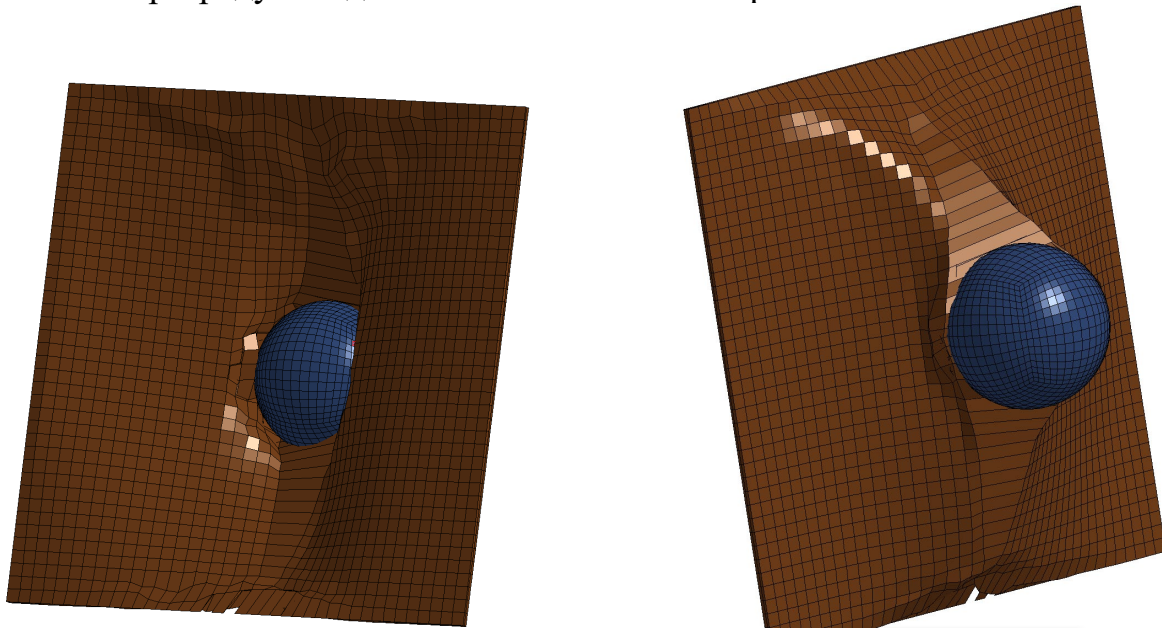


Рис. 3. Пробитие бронеплиты ПЭ 12,7 мм

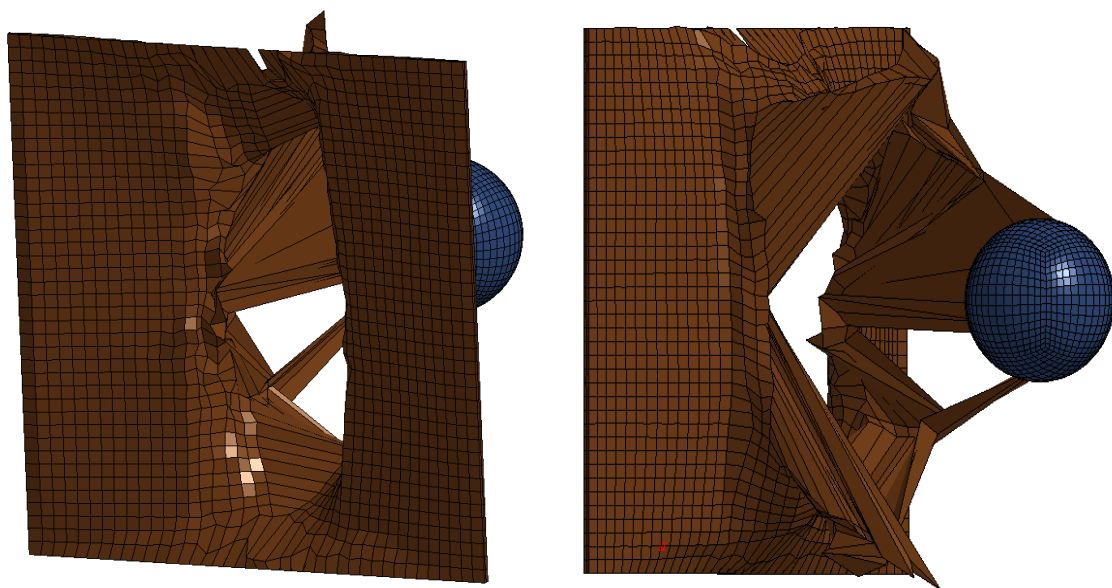


Рис. 4. Пробитие бронеплиты ПЭ 4 мм

Рассматривая 3D модель поражаемой плиты, можно заметить, что более крупный калибр потратил больше энергии на деформацию, если растянуть их на одинаковый габаритный размер, то глубина деформации вокруг отверстия пробития, приближенно, различается в два раза. Поскольку увеличение не пропорционально, использование более крупных ПЭ может иметь привлекательные плюсы, особенно если использовать более крупные воронки, где не нужно уменьшать их так сильно для получения нужного покрывающего эффекта.

Заключение

Рассмотрев различные источники информации по действию кумулятивного эффекта, получилось успешно сформировать симуляции по предлагаемому варианту действия боеприпаса. Результаты показали, что дальнейшее исследование имеет смысл, поскольку теоретические данные показывают положительные результаты. Дальнейшее применение будет зависеть от разлета ПЭ, который зависит от многих факторов, и теоретические данные не стоит считать надежными в таких случаях, поскольку теория рассматривает идеальный случай, который при множестве факторов зависимостей может сильно отличаться от реальности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боеприпасы: учебник для вузов: в 2 т. / под общ. ред. В.В. Селиванова. – 3-е изд., испр. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019.
2. В.В. Селиванов В.М. Куприянов, Д.П. Левин. Основы проектирования боеприпасов. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 130 с.
3. Известия ТулГУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/pdf/web/file/tsu_izv_technical_sciences_2017_011_part_3.pdf.
4. Ладов С.В. Кумулятивное действие боеприпасов. – 2021. – 168 с. ISBN 978-5-7038-5624-6.
5. А.П. Смирнов, Е.Б. Грецкова, С.А. Карпов. Теоретические основы проектирования взрывателей [Электронный ресурс] – <https://library.voenmeh.ru/cnau/elr03164.pdf>.
6. Методы противотанковой борьбы: кумулятивные боеприпасы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/180894-metody-protivotankovoj-borby-kumuljativnye-boeripasy.html>.
7. Орленко Л. П. Физика взрыва и удара / Л. П. Орленко. – Москва : Физматлит, 2006. – Учебное пособие для вузов.
8. Патент, RU2567474C2; Пуля сверхмалого кумулятивного боеприпаса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patentimages.storage.googleapis.com/3d/70/b8/efb3ae0dde449/RU2567474C2.pdf>.
9. Перспектива в разработках средств ПВО / Независимое военное обозрение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nvo.ng.ru/realty/2020-03-20/5_1086_technology.html.
10. Walters W.P., Zukas J.A. Fundamentals of shaped charge. N.Y.: John Wiley and Sons, 1989.

© В. С. Айрапетян, И. Д. Кузьмин, 2024