

RESEARCH OF THE THICKNESSES OF THE CUMULATIVE LINER UNDER THE PENETRATION OF THE CUMULATIVE JET

Svetozar B. Botev

Abstract: *Research different mathematics model for calculate with different shaped liners with thicknesses between 3 and 10 millimeters for best penetration. In tests velocity and penetration with metal jet tip are elaborately measured. There is an appreciable increase in jet-tip velocity and jet length in shaped charge warhead.*

Keywords: *Shaped Charge, shaped jet, cone thicknesses, penetration.*

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА КУМУЛАТИВНАТА ОБЛИЦОВКА ВЪРХУ БРОНЕПРОБИВАЕМОСТТА НА КУМУЛАТИВНАТА СТРУЯ

Светозар Б. Ботев

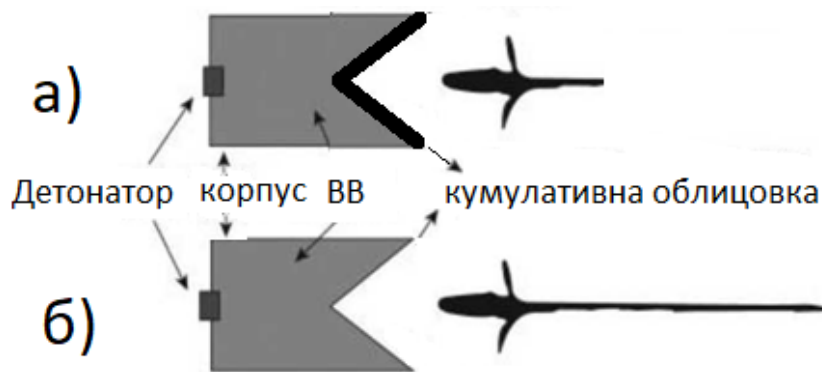
s.botev@armf.bg

Резюме: *Изследване влиянието на различни дебелини кумулативни облицовки от 3 до 10 мм за най-добра бронепробиваемост. Определяне на зависимостта между дебелината на кумулативната облицовка, дължината и скоростта на образуваната кумулативна струя при върха и основата.*

Ключови думи: *Кумулативен заряд, кумулативна струя, дебелина на кумулативната облицовка, бронепробиваемост.*

Кумулативните заряди имат различно предназначение както за мирни така и за военни цели. В настоящия доклад основно ще се разгледа военното предназначение на кумулативните заряди.

Новите видове защиты на транспортните и инженерните съоръжения налагат разглеждане на всички възможности за оптимизиране на бронепробиваемостта използвайки принципа на открития през 1858 г. кумулативен ефект от Munroe и Бересков. Кумулативният ефект използва оформянето на експлозива с кумулативна кухина за фокусиране на енергията му върху металната кумулативна облицовка. Детонационната вълна формирана от взривното вещество /ВВ/ сбива двустранно кумулативната облицовка от нейния връх към основата. Сбиването на двете струи става с висока скорост (7000-8000 m / s на върха), като при удара се образува хидродинамично преобразуване на кумулативната облицовка в кумулативна струя. Колкото по-тънка е образуваната струя, толкова по-проникващ е кумулативния заряд, Фигура 1.



Фиг. 1. Формиране на кумулативна струя

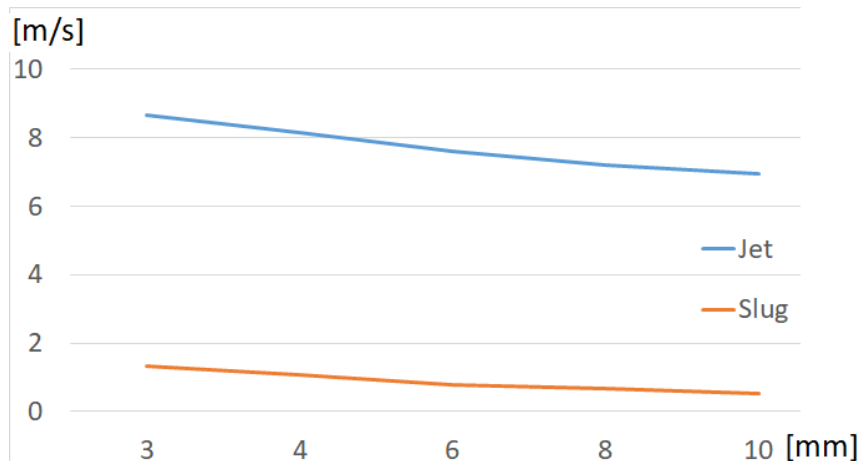
Математическите модели описани в [1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7] изследват кумулативни заряди с различна дебелина на кумулативната облицовка.

В настоящото изследване е използван кумулативен заряд с конична медна облицовка с ъгъл 50 градуса, диаметър на заряда 170 милиметра и дължина 170 милиметра. Проведените симулации описани в този доклад са за кумулативен заряд с конична медна облицовка с постоянна дебелина.

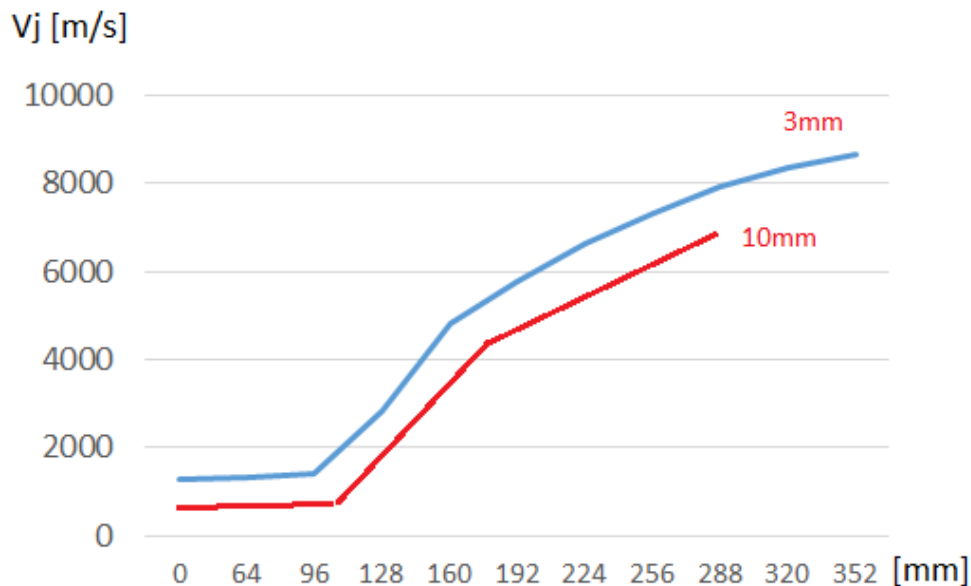
Използвано е математическото моделиране, описано в [1 и 2], което е дало резултати, описани в таблица 1

Таблица 1

№	Дебелина Thickness	Струя - връх Jet - Tip velocity	Струя - чук Slug Velocity
	mm	(km/s)	(km/s)
1.	3	8,68	1,335
2.	4	8,14	1,06
3.	6	7,6	0,785
4.	8	7,19	0,671
5.	10	6,95	0,522

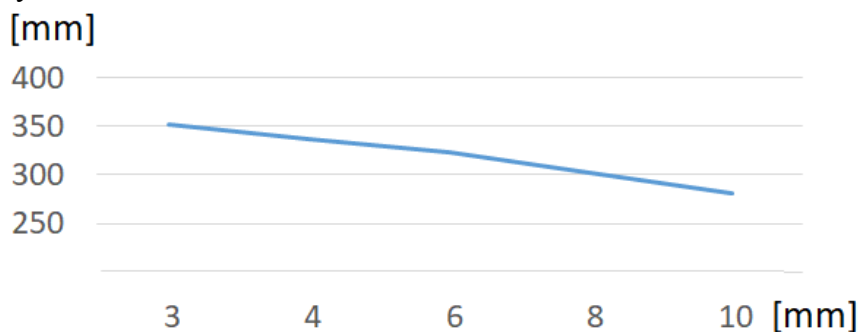


Фиг. 2. Зависимост на дебелината на кумулативната облицовка и скоростта на кумулативната струя при върха и основата

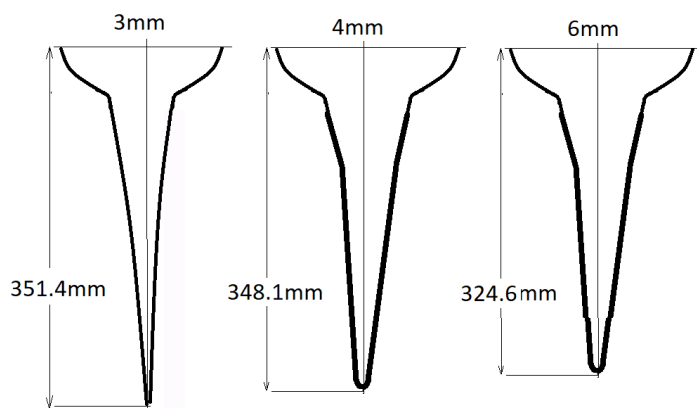


Фиг. 3. Зависимост на скорост на кумулативната струя и бронепробиваемостта

Фигура 2 показва зависимостта на дебелината на кумулативната облицовка и скоростта на кумулативната струя при върха и основата. На Фигура 2 се наблюдава повишаване на скоростта при върха на кумулативната струята с намаляването на дебелината на кумулативната облицовка. На Фигура 3 се вижда увеличаване на дължината на кумулативната струя при намаляване на дебелината на кумулативната обстановка.



Фиг. 4. Зависимост между дебелината на кумулативната облицовка и дължината/бронепробиваемостта на кумулативната струя



Фиг. 5. Форма на кумулативната струя и образувания отвор

От фиг. 4 и 5 е видно, че формираната кумулативна струя нараства по дължина и увеличава бонепробиваемостта при намаляване на дебелината на кумулативната облицовка. И обратно при намаляване на бронепробиваемостта дължината на кумулативната струя се намалява. Фиг. 5 показва формата на симулира кумулативна струя и нейната дължина.

Заклучение

Целта на това изследване е да се извърши оптимално математическо моделиране, за да се използва ефективно всеки детайл от кумулативния заряд. Сравняване на симулираните данни с аналогични изследвания от други автори и математически модели дават сходни резултати, които могат да се използват за проектиране на кумулативни заряди.

Настоящите получени резултати от описаната симулация, доказват увеличение на скоростта на върха и дължината на кумулативната струя при намаляваща дебелина на кумулативната облицовка.

Един от параметрите, влияещи върху получаване на кумулативна струя с по-висока скорост при върха и максимална бронепробиваемост е дебелината на кумулативната облицовка.

Математическите модели позволяват провеждане на множество симулации намаляващи разходите за проектиране на кумулативни заряди според поставената цел, желан ефект върху целта, допустимото тегло и налично пространство за бойната глава.

Резултатите от симулирането на малогабаритни кумулативни заряди с различна дебелина на кумулативната облицовка с математическия модел [1 и 2] дават сходни резултати с [4, 5 и 7].

Изводи:

- Математическите модели се използват за оценка на различни фактори влияещи върху максималното увеличаване на бронепробиваемостта при проектиране на различни кумулативни заряди.
- Различните математически модели дават различни отклонения (7-15%) между инженерните калкулации и реално постигнатите резултати.
- Наблюдава се увеличение на скоростта на кумулативната струя по дължина, което увеличава бронепробиваемостта при намаляване дебелината на кумулативната облицовка.

References

1. **Баранов В.П.**, Петков С.П., Христов Х.И., Бояджиев К.А. Некоторые вопросы проектирования кумулятивных узлов, София, 2020,
2. **Петков С.П.**, Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности разработки малогабаритных низкоградиентных кумулятивных узлов., Тула, 1997г.
3. I. Gokhan Aksoy , Sadri Sen “Effect of the variation of conical liner apex angle and explosive ignition point on shaped charge jet formation ”, Oct.2003
4. **Lu Fangyun.** Jiang Banghai. Li Xiangyu. et al. Projection and Lethality of Warheads [M]. Beijing: Scientific Publishing House. 2013.
5. **Mukesh Kumar**, Yashpal Singh, Pravendra Kumar, Effect of Liner Cone Angle, Liner Thickness and Wave Shaper in Large Caliber Shaped Charge Warheads, Scientist, Terminal Ballistics Research Laboratory, 2006
6. **Sun Jian**, Hu Huan-xing. The Technology of Powerful Precision Shaped Charge Warhead (J). Chinese Journal of Explosives & Propellants. 2004. 27(1)
7. **Tianbao Ma**, Cheng Wang, Jianguo Ning, Numerical study on the shaped charges, 2008