

**COLLECTION OF RESEARCH PAPERS**

of the 7th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:  
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

VII Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:  
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Центральний науково-дослідний інститут  
озброєння та військової техніки збройних сил України  
Публічне акціонерне товариство «Фармак»  
Управління освіти Шосткинської міської ради  
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

## COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 7th International Research and Practical Conference

### CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VII Міжнародної науково-практичної конференції  
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:  
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 22-24 листопада 2023 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2023

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету.

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Середа В.І. – завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Тур О.М. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Тимофійв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.;

Пригара І.О. – ст. викладач кафедри економіки та управління, к.е.н.

Збірник наукових праць VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 22 - 24 листопада 2023 року. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 215 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництва та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут  
Сумського державного університету, 2023  
© Сумський державний університет, 2023

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ЛАЙНЕРА НА МЕХАНІЧНУ ДІЮ КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДУ

Ю.І. Войтенко<sup>1</sup>, С.В.Гошовський<sup>2</sup>, Р.В. Закусило<sup>3</sup>, В.П. Бугаєць<sup>4</sup>,  
Ю.М. Сидоренко<sup>5</sup>, А.М. Артем'єв<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут гідромеханіки НАН України;

<sup>2</sup>Науковий гідрофізичний центр НАН України;

<sup>3</sup>Шосткінський інститут Сумського державного університету;

<sup>4</sup>Науково-інженерний центр «Матеріалообробка вибухом» ІЕЗ ім. Є.О Патона  
НАН України;

<sup>5</sup>Національний технічний університет України ім. Ігоря Сікорського «Київський  
політехнічний інститут»,  
voytenkou@gmail.com

Для проникнення у міцні перепони використовуються різні методи. Традиційним є застосування кумулятивних зарядів з конічними лайнерами. Для експериментального дослідження впливу нетрадиційних форм лайнерів була використана модель заряду калібром 30 мм ЗКМ-54-У, яка використовувалась в корпусних кумулятивних перфораторах (рис. 1). Діаметр описаного кола – 54 мм. В експериментальних зарядах досліджувались дві форми лайнерів: конічна та еліптична (рис. 2). Конічні лайнери виготовлялися методом одностороннього холодного пресування із порошку марки ПМС-Н. Еліптичні – із монолітної міді на токарному станку з числовим програмним управлінням. В якості вибухової речовини використовувалась суміш ТГ-30/70 (30 % тротилу і 70 % гексогену). Швидкість детонації -  $\approx 7800$  м/с. Заряд виготовлявся шляхом наливання гарячої суміші (суспензії) ТГ 30/70, доведеної до температури плавлення тротилу ( $>80^\circ\text{C}$ ) в отвір в корпусі із сторони вершини лайнера. Детонація збуджувалась електродетонатором через подовжений заряд (ПЗ) флегматизованого гексогену в алюмінієвій оболонці діаметром 10 мм (рис. 3). Положення ПЗ на дослідному заряді фіксувалося за допомогою корпусу заряду більшого калібру ЗП2-67. Загальний вид експериментальної установки на мішені показано на рис. 3. Необхідна відстань від заряду до мішені забезпечувалась висотою пластмасового циліндра, на який встановлювався заряд і контактні датчики (під зарядом і під циліндром). Мішень із маловуглецевої сталі Ст. 3 виготовлялась у вигляді набору пластин товщиною 10 мм (рис. 3).

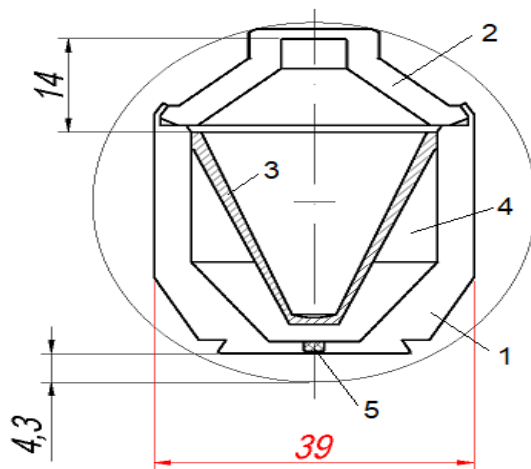


Рисунок 1 Конструкція заряду ЗКМ-54-У; 1 – корпус; 2 - кришка; 3 – лайнер; 4 – шашка ВР; 5 – проміжний детонатор



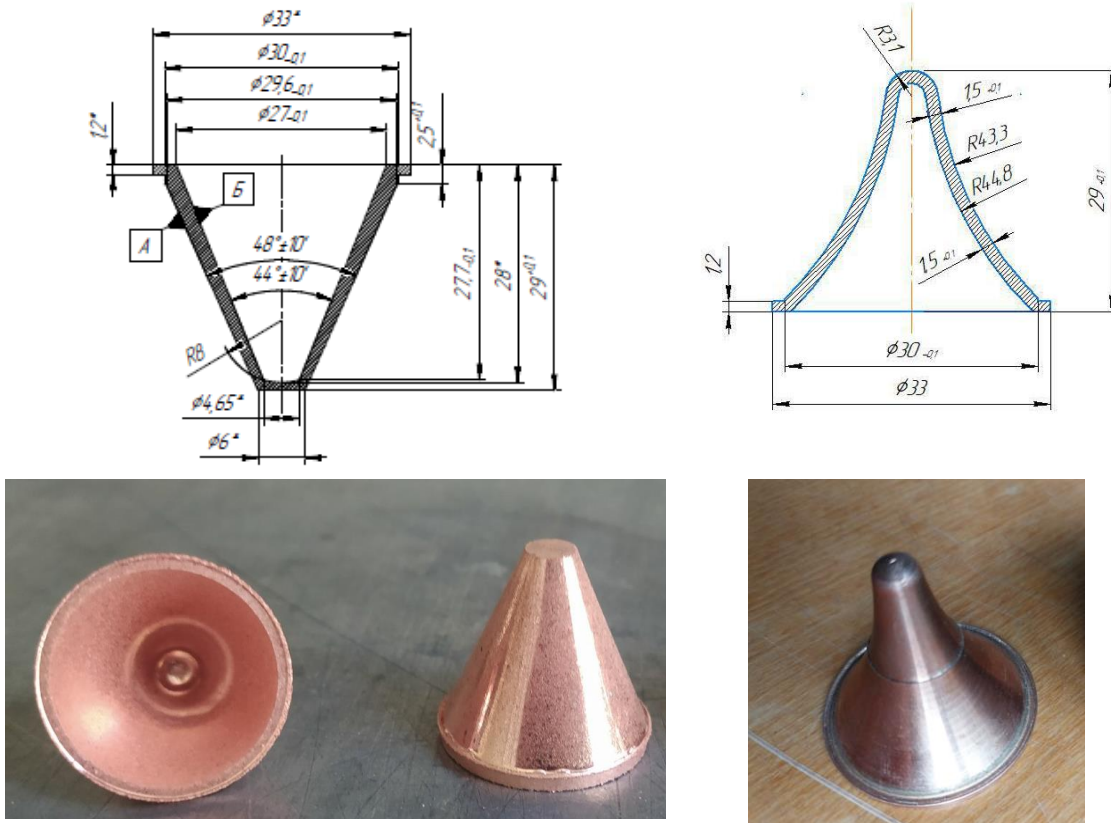


Рисунок 2 Конструкції конічного і еліптичного лайнерів



Рисунок 3 Загальний вигляд експериментальної установки до детонації заряду (зліва) та мішень після пострілу (справа); 1- мішень; 2 – кумулятивний заряд; 3 – подовжений заряд в алюмінієвій оболонці; 4 – електродетонатор; 5 - картонний циліндр

Швидкість струменя в експериментах вимірювали методом контактних датчиків [1]. Порівняння результатів розрахунку для еліптичного лайнера (рис. 4) з результатами експериментальних вимірювань (табл.), показали їх відносну близькість. Відмінності швидкостей вздовж КС для еліптичного і конічних лайнерів прогресивної товщини з кутами при вершині 42°/43° і 55°/60° (рис. 4) [2] свідчать на користь еліптичного лайнера.

Таблиця 1 Результати випробувань зарядів ЗКМ-54-У з конічними та еліптичними лайнерами

№ п/п	Матеріал лайнера	$L, мм$	$d_1, мм$	$V_z, м/с$	$F, мм$	Форма лайнера
1	Пресовка із мідного порошку	60-65	10,7	6170*	21	Конус $2\alpha=44^\circ/48^\circ$
2	-"-	60-68	10,6		21	-"-
3	-"-	50-60	11,0		20	-"-
4	-"-	60-65	10,8		20	-"-
5	-"-	75-80	10,5		40	-"-
6	-"-	75-80	10,0		40	-"-
7	Монолітна мідь	80**	9,0	6029	40	Еліптична
8	-"-	60-61**	8,0	6250	40	-"-
9	-"-	65-70**	8,5	6349	40	-"-
10	-"-	100+	6,5x8		40	-"-
11	-"-	100+	7,5		40	-"-
12	-"-	65-70**	8,0		40	-"-

\* Значення швидкості КС отримано раніше для флегматизованого гексогену

\*\*Кінчик отвору заповнений матеріалом КС

Позначення Z і R на рис. 4 означають схему детонації заряду: із точки на осі симетрії (Z) і по кільцевому контуру (лінзова схема збудження детонації - R). Для еліптичного лайнера розрахунок також проводився для лінзової схеми збудження детонації. Значний розкид значень по глибині пробиття КС від еліптичних лайнерів ми пов'язуємо з не щільним контактом ініціюючого заряду і шашки ВР кумулятивного заряду в окремих експериментах (рис. 3). З іншої сторони розкид по глибині розкриття для еліптичного лайнера спостерігали також автори роботи [3] з іншою схемою ініціювання детонації, що може бути зв'язано із технологічними похибками при виготовленні еліптичних лайнерів в наших експериментах. Перспективність такої форми лайнера пояснюється більшою швидкістю руху головної частини КС, ніж КС при схлопуванні конічних лайнерів з кутами при вершині 43°-44° (рис. 4, табл.).

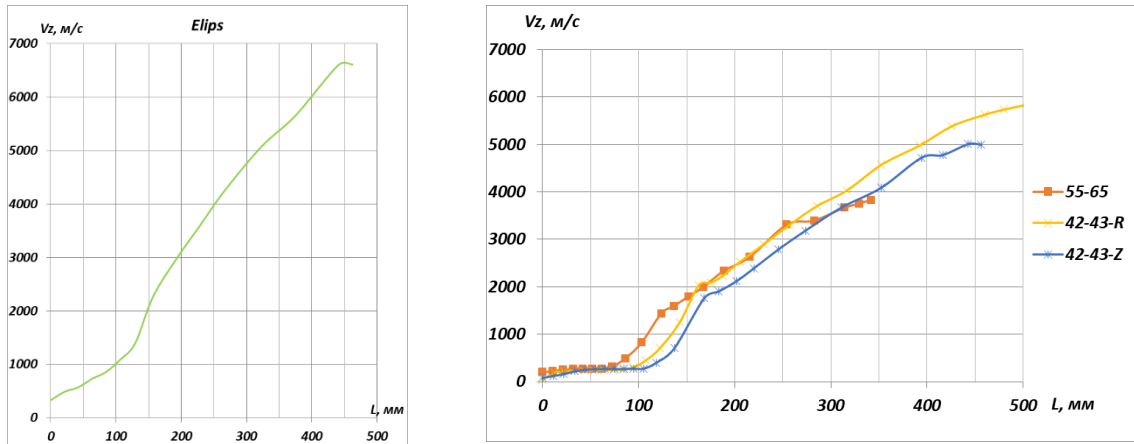


Рисунок 4 Розподіл швидкості матеріалу КС по маркерам для кумулятивних облицювань 55-60 Z, 42-43 Z, 42-43 R, для моментів часу відповідно 98 мкс, 91 мкс, 91 мкс (справа) і еліптичного лайнера товщиною 2 мм для моменту часу 81 мкс (зліва)

Висновок. Еліптична форма лайнера кумулятивного заряду є перспективною для підвищення пробивної здатності кумулятивних струменів і після оптимізації геометричних параметрів може бути використана у виробах різного призначення.

#### Список літературних джерел

- 1 Войтенко Ю.И., Гошовский С.В., Драчук А.Г., Бугаец В.П. Механическое действие кумулятивных зарядов с пористыми облицовками // Физика горения и взрыва. – 2013. - № 1. - С. 125 – 131
- 2 Voitenko Y.I., Sydorenko Y. M., Goshovskii S.V., Zakusylo, R.V., Zaytchenko S. V., **Войко В. В.** On the influence of the liner shape and charge detonation scheme on the kinetic characteristics of shaped charge jets and explosively formed penetrator // Cent. Eur. J. Energ. Mater. – 2023. - 20(3). – P. 00-00.
- 3 Drachuk A.G., Goshovskii S.V., Voitenko Y.I. The Calculation Parameters of Shaped Charges with Porous Liners. (in Ukrainian) Ukrainian State Geological Exploration Institute, Kiev, 2007, p. 42
- 4 Habera Ł., Hebda K., Koślik P., Sałaciński T. The Shooting Tests of Target Perforating Ability Performed on Cast Concrete Cylinders // Cent. Eur. J. Energ. Mater. – 2020. - 17(4). – P. 584- 599.