

Аналіз існуючих конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних припасів

Д.В. Михальчук, В.В. Піманов

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

***Анотація:** Стаття присвячена аналізу конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних припасів. У статті розглядається принцип дії кумулятивних боєприпасів, їх класифікація, та різні способи виготовлення та конструкції, які використовуються в цих припасах. Авторами статті наведені існуючі технології та методи виготовлення кумулятивних припасів, вказані їх переваги та недоліки. Крім того, обговорюються можливості покращення конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних припасів, що може привести до покращення їх характеристик та забезпечення більшої ефективності в бойових умовах. Стаття має значний потенціал для використання в наукових дослідженнях та проектуванні нових кумулятивних боєприпасів з покращеними характеристиками.*

***Ключові слова:** кумулятивний припас, кумулятивна воронка, штампування.*

Кумулятивні боєприпаси є одними з найефективніших засобів протипіхотної та протитанкової боротьби в умовах сучасних збройних конфліктів. Для забезпечення максимальної ефективності та удосконалення властивостей кумулятивних припасів, необхідно проаналізувати існуючі конструкції та технології виготовлення. У цій статті будуть розглянуті принципи дії кумулятивних припасів, їх класифікація, способи виготовлення та конструкції. Також будуть проаналізовані існуючі технології та методи виготовлення, їх переваги та недоліки. **Метою** роботи є обговорення можливості покращення конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних припасів, що може привести до покращення їх характеристик та забезпечення більшої ефективності в бойових умовах.

Кумулятивний снаряд (КС) - артилерійський снаряд основного призначення, в якому для ураження мети використовується заряд кумулятивної дії. Кумулятивний снаряд призначений для стрільби по броньованим цілям (танкам, БМП, БТР тощо), а також залізобетонним спорудам. Кумуляція (від лат. Curanlo - накопичую) – посилення дії вибуху в певному напрямку. Кумулятивний ефект досягається шляхом створення заряду вибухової речовини (ВР) кумулятивної воронки, зверненої у бік об'єкта, що уражається. В основі кумулятивного ефекту лежить перерозподіл енергії вибуху та її концентрація у заданому напрямку. Якщо в заряді ВР на одній зі сторін зробити виїмку, а капсуль-детонатор розташувати на протилежній від неї стороні заряду так, щоб детонаційна хвиля йшла у бік поглиблення, то дія вибуху в напрямку осі виїмки значно збільшується. Це тому, що потік продуктів детонації, що виходить із поверхні поглиблення розривного заряду, отримує певну спрямованість (по осі виїмки) у бік об'єкта, що уражається. Найбільш вигідними формами виїмки заряду вважаються гіперболічна та конічна [1].

Кумулятивний ефект використовується в кумулятивних боєприпасах, у будівництві та гірничорудній промисловості, у дослідженнях властивостей речовин при високих тисках. Кумулятивний ефект відкрив у 1864 російський військовий інженер ген. М.М. Боресков, а 1865 капітан Д.І. Андрієвський використовував це явище під час створення капсуля-детонатора. Експеримент, дослідження кумулятивного ефекту було проведено проф. М.Я. Сухаревським у 1923–1926. Гідродинамічна теорія кумуляції розроблена 1945 М.А. Лаврентьєвим. Отже, внесок у теорію кумулятивного ефекту зробили радянські вчені Є.І. Забабахін, Г.І. Покровський, Ф.А. Баум та ін. У СРСР перші експерименти з кумулятивними снарядами проводилися 1934 С.Н. Дядичевим. Досвідчені кумулятивні снаряди використовувалися в 1938 році під час громадянської війни в Іспанії. У Другій світовій війні кумулятивні снаряди

широко застосовувалися всіма воюючими арміями. Перший вітчизняний зразок кумулятивного снаряда, використаний Радянської Армії у січні. 1942, був розроблений під керівництвом К.К. Снітко. Під час Великої Вітчизни, війни КС іноді називали “бронепрожигаючим” або “термітним” [2].

Кумулятивні снаряди існують малих та крупних калібрів. Розглянемо крупнокаліберні види снарядів та їх оснащення. На рис. 1 представлені крупнокаліберні снаряди радянських часів. З часом конфігурація кумулятивних снарядів зазнала великих змін, це пов'язано з новітніми технологіями виготовлення листових деталей, та потребою у більш ефективній вогневій силі для пробиття броньованої сучасної техніки. На рис. 2 зображено крупнокаліберний кумулятивний снаряд китайського виробництва 2018 року [3].



Рис. 1. 125-мм постріл ЗБК16 з кумулятивним снарядом ЗБК18М

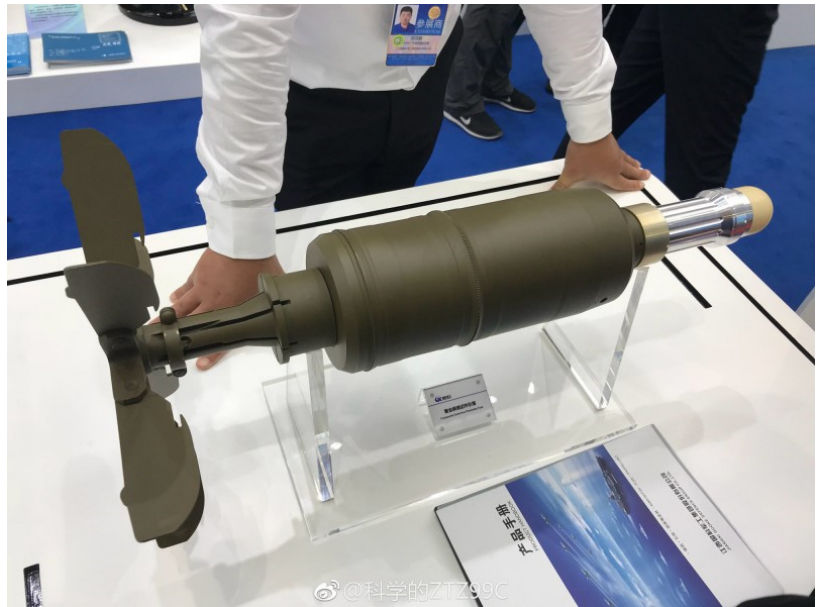


Рис. 2. Кумулятивний снаряд калібром 125 мм китайського виробництва

Кумулятивна воронка – це виїмка у розривному заряді снаряда кумулятивної дії. За рахунок КВ потоки газів при вибуху, що виходять перпендикулярно до бокових стінок виїмки, зустрічаються із середньою частиною струменя, викривляються і відбувається кумуляція (збирання) потоків газів. При цьому створюється ущільнений потік газів кумулятивний струмінь, який має велику швидкість, високу температуру і тиск. На деякій відстані від заряду струмінь газів має найменший переріз і має найбільшу пробивну дію; це місце називається фокусом кумуляції. При вибуху броня (перешкода) пробивається спрямованим і зосередженим струменем газів розривного заряду, а чи не енергією снаряда. За рахунок КВ снаряди кумулятивної дії пробивають броню товщиною, що дорівнює 1–3 калібру снаряда [2, 3].

Форми облицювання кумулятивних воронок. Залежно від характеру технічних завдань, що вирішуються за допомогою КЗ, використовуються кумулятивні облицювання різної форми. На рис. 3 представлені кумулятивні облицювання воронки різної форми, що використовуються на практиці. Найчастіше в КЗ використовуються найпростіші геометричні форми облицювань (рис. 3, *a–d*). Циліндричні облицювання застосовують у тих випадках, коли треба отримати безградієнтний кумулятивний струмінь, у якого всі елементи мають постійну швидкість. Конічні облицювання використовують для отримання максимальної глибини пробиття перешкоди (рис. 3, *e–k*). Кут 2α звичайно змінюється в межах $30^\circ \dots 60^\circ$, оптимальні значення кута становлять $40^\circ \dots 50^\circ$.

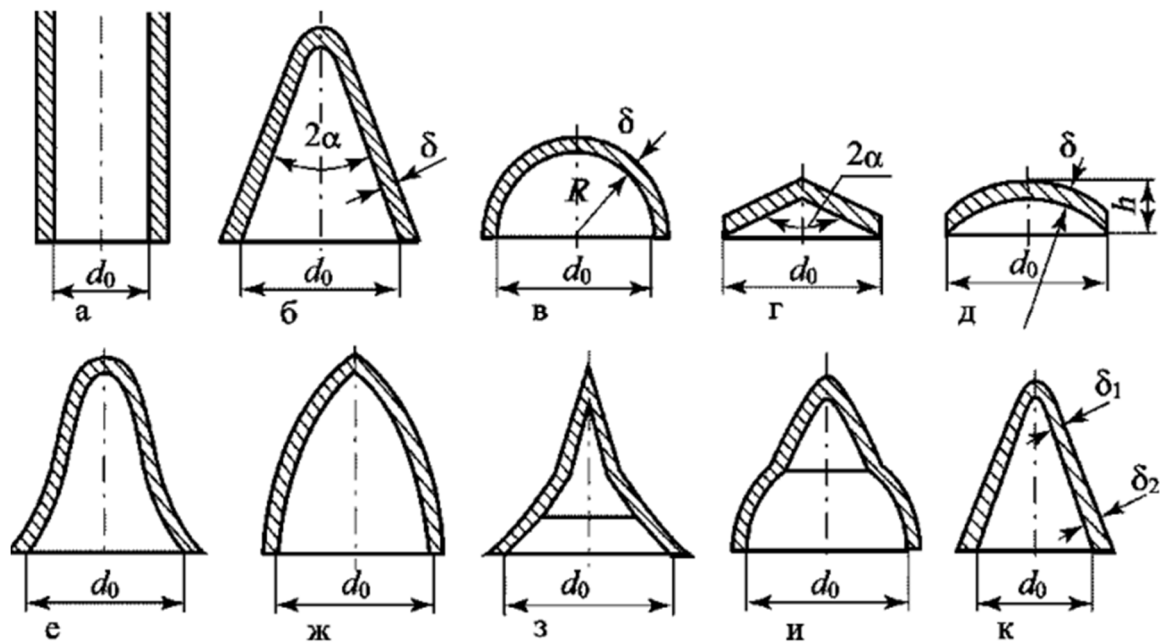


Рис. 3. Схематичне зображення кумулятивних облицювань воронки різної форми

В кінцевих облицюваннях часто використовують змінну товщину стінок облицювання (рис. 3, к). Це дозволяє збільшити градієнт швидкості та збільшити довжину кумулятивного струменя. Сферичні облицювання використовуються в тих випадках, коли треба отримати збільшений діаметр пробитого в перешкоді отвору, але при меншій глибині пробиття перешкоди в порівнянні з кінцевим облицюванням. Облицювання з більшими кутами $2\alpha = 130^\circ \dots 150^\circ$ або сферичні сегменти (рис. 3, з, д) використовуються не для утворення кумулятивного струменя, а для формування компактного тіла з облицювання, що називається “ударним ядром”. Швидкість ядра звичайно 2...3 км/с. Воно може вражати цілі на відстані до декількох десятків метрів. Рупороподібні та тюльпаноподібні облицювання (рис. 3, е, ж), що мають криволінійні утворюючі форми воронки, розширюють можливості керування довжиною струменя. Їхній недолік – складність у виготовленні. Для рішення специфічних завдань використовуються комбіновані облицювання (рис. 3, з, и).

Існує кілька можливих технологій для їх виготовлення:

- Лиття. Цей метод використовується для виготовлення великих воронки. Він полягає у тому, що розплавлений метал наливають у форму, яка має форму кумулятивної воронки. Після затвердіння металу, форму видаляють, а отриману воронку обробляють, щоб вона стала готовою до використання.
- Штампування. Цей метод використовується для виготовлення менших кумулятивних воронки. Він полягає у тому, що листовий метал пропускається через прес, де він здавлюється до потрібної форми.
- 3D-друк. Цей метод є новітнім і полягає у тому, що за допомогою спеціальних принтерів виготовляється деталь, яка має форму кумулятивної воронки. Для цього використовуються металеві порошки, які злитковим способом склеюються, створюючи кінцевий продукт.
- Фрезерування. Цей метод полягає у тому, що на верстатах забезпечують точність вирізання з відповідною формою з металевого блоку.

Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки і використовується в залежності від потреб виробництва та технічних можливостей.

Висновки

Виконано аналіз конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних припасів. З огляду на аналіз різних конструкцій та технологій виготовлення кумулятивних воронок, можна зробити висновок, що виробництво цих пристроїв є складним і вимагає високої технічної кваліфікації. Кожен метод виготовлення має свої переваги та недоліки, і їх використання залежить від потреби виробництва, бюджету та технічних можливостей. При цьому, розвиток нових технологій, таких як 3D-друк, може відкрити нові можливості для виробництва кумулятивних воронок у майбутньому. Усі ці фактори потребують детального аналізу та планування, щоб забезпечити ефективність та надійність кумулятивних воронок під час їх використання.

Список літератури

1. Минин И.В. Кумулятивные заряды монография / И.В. Минин, О.В. Минин. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 200 с.
2. Боеприпасы: учебник в 2 т. / под общей ред. В.В. Селиванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, Т. 1. – 506 с.
3. Минин И.В., Минин О.В. Мировая история развития кумулятивных боеприпасов // Российская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона», Новосибирск; 23-25 апреля 2003 г. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – С. 51-52.

Analysis of existing designs and technologies for the manufacture of cumulative supplies

D. Mykhalchuk, V. Pimanov

Abstract: The article is devoted to the analysis of designs and technologies for the production of cumulative supplies. The article discusses the principle of operation of cumulative munitions, their classification and various manufacturing methods and designs that are used in these stocks. The authors of the article present the existing technologies and methods for the manufacture of cumulative supplies, their advantages and disadvantages are indicated. In addition, the possibilities of improving the designs and manufacturing technologies of cumulative supplies are discussed, which can lead to an improvement in their characteristics and increase their effectiveness in combat conditions. The article has great potential for use in scientific research and design of new cumulative munitions with improved characteristics.

Keywords: cumulative supply, cumulative funnel, stamping