

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.142-147>

УДК: 623.451.4.083.1

О.В. Малишкін

Т.С. Іванов

С.А. Григоренко

О.В. Босий

А.О. Галкін

Військова академія (м. Одеса), Україна

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСКОЛОЧНОЇ ДІЇ ОСКОЛОЧНО-ФУГАСНИХ СНАРЯДІВ

В статті розглядаються конструктивні шляхи підвищення ефективності осколочної дії осколочно-фугасних снарядів на основі аналізу відповідності технічних характеристик існуючих осколочно-фугасних снарядів вимогам призначення, що пред'являються до них.

***Ключові слова:** осколочно-фугасний снаряд, боеприпаси, конструкція, компонування, ефективність.*

Постановка проблеми

Забезпечення військової безпеки залишається як і раніше важливим завданням будь-якої держави. Її рішення в сучасних умовах, коли боєздатність Збройних Сил все більше залежить від науково-технічного рівня і якості озброєння, вимагає безперервного вдосконалення військової техніки, що веде до необхідності кардинального підвищення рівня підготовки фахівців, зайнятих дослідженнями, розробкою і експлуатацією озброєнь. В наш час, коли на сході країни тривають бойові дії, перед військовими фахівцями і всіма підприємствами Укроборонпрому поставлена проблема підвищення ефективності дії зразків РАО, що розробляються, модернізуються або модифікуються. У зв'язку з цим, постає задача необхідності підвищення, за умови зниження фінансових витрат, розробки ефективності застосування існуючих осколочно-фугасних боеприпасів, які дозволять реалізувати спосіб афективного ураження цілей противника.

Мета статті – проведення аналізу призначення і характеристик існуючих осколочно-фугасних снарядів і розробка шляхів підвищення їх бойової (вогневої) ефективності.

Викладення основного матеріалу дослідження

Недостатній для сучасних умов рівень вражаючої дії осколочно-фугасних (ОФ) снарядів, змушує провести дослідження, спрямовані на підвищення ефективності їх застосування. Одним із шляхів підвищення ефективності осколочної дії ОФ снарядів є забезпечення оптимального осколочного спектра багатоцільового призначення в процесі вибухового руйнування корпусу (ВРК). Аналіз напрямків вирішення цього завдання виявляє найбільш доцільні напрями, такі як, зміна схеми навантаження корпусу, пошук нових конструктивних схем осколочно-фугасних (ОФ) снарядів, поліпшення характеристик осколочного поля поразки за рахунок зміни хімічного складу сталей і їх механічних властивостей, проведення досліджень закономірностей процесів формування осколочного і фугасного полів ураження.

У сучасному загальновійськовому бою, особливо із застосуванням тільки звичайної зброї, вогонь артилерії в поєднанні з ударами авіації є одним з основних засобів знищення супротивника. Це пояснюється тим, що артилерія має потужний і точним вогнем, великою дальністю стрільби, здатністю до широкого маневру і швидкого зосередження вогню по найважливіших цілях [1]. У тактиці ведення загальновійськового бою важлива роль в системі вогневого впливу на супротивника в ході ведення широкомасштабних і локальних бойових дій відводиться комплексам ствольної артилерії. Військові фахівці зазначають, що в конфліктах майбутнього роль артилерійських комплексів буде не знижуватися, а навпаки тільки збільшуватися.

Аналіз воєнних конфліктів останніх років показує, що поразку переважної більшості цілей різних класів захищеності на полі бою (живої сили, легкоброньованої техніки, фортифікаційних споруд польового типу) досягається стрільбою снарядами комбінованої дії – осколочно-фугасними. Вони є боеприпасами (БП) багатоцільового призначення і становлять основу бойового комплексу артилерійських комплексів польової артилерії, і навіть входять до складу бойових комплектів танкових і протитанкових гармат [2].

Штатні ОФ снаряди володіють багатьма недоліками: нераціональним використанням осколочних потоків при наземному розриві; матеріал корпусу (сталі типу С-60, 45Х1 та ін.) має незадовільні осколкові характеристики, які можуть вражати в основному тільки незахищені і легкокодоступні цілі. Проведений вітчизняними військовими фахівцями аналіз застосування ОФ снарядів в локальних конфліктах показав недостатній для сучасних умов рівень їхньої вражаючої дії, як основного типу БП польової артилерії, що призводило до збільшення витрати снарядів, зміни режиму вогню, в результаті чого на 20-40% зростав час виконання вогневих завдань і збільшувався знос техніки [3], [4]. Таким чином, наведені вище обставини вимагають проведення подальших досліджень, спрямованих на підвищення ефективності застосування ОФ снарядів.

Одним із шляхів підвищення ефективності осколочної дії ОФ снарядів є забезпечення оптимального осколочного спектра багатоцільового призначення в процесі вибухового руйнування корпусу (ВРК). Але реалізація цього шляху ускладнюється суперечливими тактико-технічними вимогами, що пред'являються до характеристик системи «ствол-снаряд» на різних етапах бойового застосування [5]. Так, вимога щодо збільшення максимальної дальності стрільби диктує необхідність підвищення параметрів процесів внутрішньої балістики, артилерійських систем що розробляються і, як наслідок посилення вимог до міцності корпусу снаряда при пострілі до рівня 700 МПа і вище, а також поліпшення його аеродинамічної форми шляхом подовження до 6 клб і більше. Це входить в протиріччя з вимогами по рівню ефективності осколочної дії снаряда, оскільки, як показує досвід, неминуче призводить до зниження інтенсивності ВРК і погіршення параметрів осколочної дії. Це викликає необхідність пошуку нових конструктивних схем ОФ снарядів, іншого складу сталей і матеріалів для виготовлення корпусів, що відповідають перерахованим вище вимогам. Збільшення дальності стрільби досягається поєднанням на новому рівні давно відомих рішень – збільшення довжини ствола, обсягу зарядної камери, поліпшення аеродинамічної форми снаряда. До того ж для зменшення негативного впливу «підсосу», що викликається розрідженням і завихренням повітря позаду снаряду, що летить, використовується донна виїмка (збільшення дальності ще на 5-8%) або встановлюється донний газогенератор (збільшення до 15-25%). Для більшого збільшення дальності польоту снаряд може забезпечуватися невеликим реактивним двигуном – так званий активно-реактивний снаряд. Дальність стрільби вдається збільшити на 30-50%, але двигун вимагає місця в корпусі, а його робота вносить додаткові зміни в політ снаряда і збільшує розсіювання, тобто помітно зменшує влучність стрільби [5], [6]. В рамках концепції «повітряно-наземної операції» в США і «боротьби з другими ешелонами» щодо збільшення глибини і ефективності ураження противника на всіх рівнях, фірмою «Спейс Рісеч Корпорейшн» під керівництвом відомого конструктора-артилериста Дж. Булла розроблені снаряди типу ERFB далекобійної форми довжиною близько 6 калібрів з початковою швидкістю близько 800 м/с, з готовими провідними виступами замість потовщення в головній частині, зміцненим провідним пояском, що дало збільшення дальності на 12-15%. Для стрільби такими снарядами потрібно подовжити ствол до 45 калібрів, збільшити глибину і змінити крутизну нарізів. Дальність стрільби з перших гармат на основі розробок Дж. Булла (155-мм гаубиця CNH-45, буксируєма гаубиця G-5) вдалося довести до 39 км, снарядом з газогенератором. У програмі 155-мм самохідного артилерійського комплексу XM 2001/2002 «Крусейдер» були закладені довжина ствола в 5,6 калібрів, дальність стрільби понад 50 кілометрів і

роздільно-гільзове заряджання з так званими «модульними» змінними металевими зарядами [7]. Ця «модульність» дозволяє швидко набирати потрібний заряд, змінюючи його в широких межах, і володіє лазерною системою займання - своєрідна спроба наблизити можливості зняття на твердому металевому вибуховій речовині до теоретичних можливостей рідких металевих речовин. Порівняно широкий набір змінних зарядів при збільшенні бойової скорострільності, швидкості і точності наведення дозволяє реалізувати обстріл однієї і тієї ж мети по декільком зв'язаних траєкторіях – підхід снарядів до цілі з різних напрямків набагато підвищує ймовірність її поразки. І хоча програму «Крусейдер» згорнули, розроблені в її рамках боеприпаси можуть знайти застосування і в інших 155мм зняттях. Далеко не вичерпані і можливості збільшення могутності дії снарядів у мети в межах тих же калібрів. Скажімо, американський 155-мм снаряд М795 забезпечений корпусом зі сталі поліпшеної ламкості, що дає при розриві менше занадто великих осколків з малою швидкістю розльоту і марною дрібною «пилу». У снаряді ХМ9759А1 це доповнено заданим дробленням корпусу (напівготові осколки) і детонатором з програмованою висотою розриву. Поліпшення характеристик осколочного поля поразки за рахунок зміни хімічного складу сталей і їх механічних властивостей, при виробництві корпусів ОФ снарядів, безсумнівно, є перспективним напрямком. Кремениста сталь при невисокій вартості легуючого елемента, забезпечує стабільне, хоча і не дуже висока перевага перед сталлю С-60, як по масово-чисельним характеристикам спектру, так і за характеристиками форми. Забезпечується приріст числа осколків для ТНТ, А-ІХ-2 і окфола відповідно на 17, 20 і 14%, а відносного змісту середньої фракції - відповідно на 23, 20 і 12%. Кремениста сталь 60С2 відноситься до класу ресорно-пружинних сталей і містить 2% кремнію, що збільшує крихкість сталі. Використання кременистої сталі 60С2 в осколкових боеприпасах захищено патентами 2095740 РФ. У США для виробництва осколочно-фугасних снарядів використовується кремениста сталь того ж складу, що має індекс АІSІ-9260. Т.Ф. Волиновим і В.А. Одіновим в результаті багаторічних досліджень було встановлено, що одним з найбільш перспективних матеріалів для виготовлення корпусів ОФ снарядів є евтектоїдна сталь 80Г2С. Теоретичним підґрунтям цієї розробки стало запропонована авторами концепція вибухового руйнування сталей, близьких за складом до евтектоїдних. При евтектоїдному складі сталь має чисто перлітну структуру у вигляді тонких пластинок цементиту, рівномірно розподілених в основній масі. Іншим напрямком поліпшення характеристик осколочного поля поразки є зміна конфігурації осколочного поля. ОФ снаряди при розриві дають круговий осколкове поле, причому при стрільбі по наземних цілях з ударним розривом при кутах падіння, менших 90°, основна маса уламків цих снарядів розлітається в площині, перпендикулярній осі снаряда. При цьому половина осколків йде в повітря, інша половина – в ґрунт, і тільки невелика частина осколків, що стеляться уздовж поверхні землі, використовується для ураження цілей. Істотним недоліком цієї конфігурації осколочного поля є його низька щільність (низька щільність кінетичної енергії осколків на одиницю тілесного кута поля). Одіновим В.А. розроблений новий осколочно-пучковий снаряд – боеприпас, який створює два поля поразки – кругове поле осколків корпусу і осьове поле (сніп) готових вражаючих елементів (патент МГТУ № 2368861). Фахівці вважають осколочно-пучковий снаряд снарядом ХХІ століття. У зарубіжній літературі цей боеприпас отримав назву «Бауманський снаряд» (Baumann charge). Реалізація вимог по фугасній дії в рамках заданих масово-геометричних характеристик, в тому числі на основі застосування розроблених в останні роки вибухових складів (пластизольні твердіючі, термобаричні і ін.), також не сприяє підвищенню інтенсивності ВРК БП внаслідок його низьких параметрів вибухового навантаження. Крім артилерійських снарядів існує велика номенклатура БП осколочної дії (бойові частини реактивних снарядів і тактичних ракет, касетні бойові елементи, інженерні і авіаційні міни, ручні гранати), які не отримують значних перевантажень в процесі бойового застосування і до яких не пред'являють вимоги по міцності корпусу і по балістичним

характеристикам. Внаслідок цього в процесі їх розробки є можливість сконцентрувати основну увагу саме на підвищенні ефективності осколочної дії, використовуючи широкий арсенал засобів по управлінню масою осколка, наприклад задані дробленням або готові вражаючі елементи. Закономірності процесу ВРК БП можуть бути використані при вдосконаленні і зазначеної номенклатури БП осколочної дії [5]. Таким чином, знання закономірностей процесів формування осколочного і фугасної полів поразки є джерелом науково обґрунтованих рекомендацій і нових технічних рішень, що забезпечують виконання сучасних технічних вимог БП осколочної дії і підвищення їх ефективності. До теперішнього часу проведено велику кількість досліджень осколкової, осколково-фугасної і фугасної дій, фізики вибуху, поведінки матеріалів при інтенсивному динамічному навантаженні і теорії їх руйнування. Якщо результати досліджень, проведених в провідних організаціях, дозволили в достатній для практики проектування ступеня встановити закономірності формування фугасної поля поразки, то процес ВРК БП при вибуховому навантаженні не в повній мірі вивчений. Це пов'язано з тим, що наслідки ударно-хвильового навантаження речовини різноманітні і непередбачені. Макроскопічні рухи матеріалу, викликані градієнтами тисків, в ряді випадків добре описуються рівняннями Ейлера для ідеальної нетиснутої рідини, а в експериментах спостерігаються такі чисто гідродинамічні явища, як нестійкість тангенціальних розривів і утворення вихрів, кумулятивних струменів, кавітація і т.п. На мікрорівні це супроводжується швидкою еволюцією структури. Спостерігається сильна деформація зерен (текстурування), утворення великої кількості дислокацій (наклеп), динамічна рекристалізація, здатна подрібнити зернову структуру до субмікронного рівня, ущільнення речовини, що супроводжується спаданням пір і інтенсивним перемішуванням компонентів, тертям по поверхні частинок і їх деформацією, різко активує процеси структурної перебудови, збільшує на кілька порядків коефіцієнти дифузії і швидкість хімічних і фазових перетворень. При цьому різні процеси і окремі їх стадії вимагають різного часу для свого розвитку, тому, за короткі часи, характерні для вибухового навантаження, подібно тепловій інерції, не всі процеси встигають розвинутися і речовина реагує на навантаження зовсім інакше, ніж при статичних навантаженнях. При імпульсних навантаженнях спостерігається подвійнення - єдина реакція матеріалу, яка встигає проявитися за короткий час. До всього сказаного вище слід додати, що самі ударно-хвильові навантаження, що викликають перераховані вище процеси, носять перехідний характер, тому, в один і той же момент часу речовина в різних своїх точках знаходиться в різних станах, обумовлених тим, що хвиля стискування змінюється хвилею розрідження, а в ряді випадків має місце взаємодія первинних ударних хвиль з відбитими. Незважаючи на велику кількість раніше проведених досліджень, в даний час відсутні єдині уявлення про закономірності процесу ВРК, що пояснюється його складністю, швидкоплинністю і багатofакторністю, а також відсутністю методів безпосередньої реєстрації параметрів процесу ВРК в повному обсязі. Внаслідок цього, пропонувані різними авторами моделі не пояснюють всієї повноти складних процесів, що протікають в стінці корпусу БП на різних етапах вибухового навантаження.

Відома модель Одінцева В.А., яка пояснює формування осколків тріщинами, що розвиваються шляхом накопичення пошкоджень в стінці корпусу в результаті розвитку ударно-хвильового процесу [7]. Але вона не пояснює феноменологічних характеристик осколків і не дає розрахункових залежностей для оцінки їх кількості. Для оцінки кількості осколків в різний час отримані статичні залежності, наприклад Яковлева П.В., Козлова А.В. і Меркулової Т.В., Приходько В.М. та ряду інших дослідників. Однак, вони не розглядають процесу вибухового руйнування корпусу і можуть бути використані тільки для того діапазону зміни характеристик снарядів, на основі аналізу яких вони отримані. А.В. Атетков, М.М. Бойко, Е.Ф. Грязнов досліджували вплив кривизни детонаційного фронту на початкові параметри ударної хвилі і залежність початкового тиску від кута падіння детонаційної хвилі [8]. Однак ці дані застосовуються

тільки до циліндричних поверхонь оболонки і не розглядають критичного значення кута підходу детонаційної хвилі до корпусу штатного ОФБ у всіх перетинах по його довжині внаслідок наявності оживальної і конічної ділянок камори (частка яких може становити до 50%, від довжини розривного заряду), а також не враховують вплив різної міцності ВР при спорядженні. Найбільш вірогідною моделлю для оцінки кількості осколків при вибуху боєприпасів традиційного конструктивного рішення, є модель, розроблена Кузнецовим В.А. і Стаценко Т.Г. (так звана, вдосконалена стартова модель). Однак і дана модель має ряд істотних недоліків. По-перше, вона не розглядає розвитку процесу ВРК, по-друге, не враховує відмінності феноменологічних характеристик осколків в радіальній, екваторіальній і меридіональній площинах, і по-третє, в ній не повною мірою враховані початкові параметри вибухового навантаження корпусу боєприпасу. Внаслідок цього розбіжність результатів розрахунку кількості осколків, отриманих з її використанням, і в результаті полігонних випробувань може становити більше 30%. Роботи по дослідженню процесу ВРК не містять досить глибокого фактографічного і структурного підходу до оцінки впливу на параметри осколкові хімічного складу і механічних властивостей металу корпусу. Недостатньо вивчені особливості утворення смуг адіабатичного зсуву і, що особливо важливо, роль відривного і зсувного руйнування в процесі ВРК різного хімічного складу. Слабо вивчено вплив на хід процесу ВРК хімічного складу стали, технології виготовлення і режимів термічної обробки корпусів БП. Явно недостатньо кількість механічних характеристик снарядних сталей, що враховуються під час розробки і виробництва ОФ БП. Таким чином, сучасний стан теорії не описує всієї сукупності процесів, що протікають в стінці корпусу БП при вибуховому навантаженні, і не дозволяє здійснювати коректну теоретичну оцінку параметрів осколкові. Внаслідок цього обмежені можливості практики проектування по оптимізації характеристик БП традиційної схеми і з наукового обґрунтування нових конструктивних рішень, спрямованих підвищення ефективності осколочної дії. Викладені обставини стимулюють подальші експериментально-теоретичні дослідження закономірностей процесу ВРК БП, а також впливу структури і механічних властивостей металу корпусу різного хімічного складу на металографічні і фактографічні характеристики ВРК. Їх використання забезпечить можливість наукового обґрунтування рекомендацій і нових технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності осколочної дії БП на основі зміни в широкому діапазоні параметрів осколкові і сформулювати рекомендації щодо обґрунтування вибору матеріалу корпусу БП осколочної дії.

Висновки

Аналіз призначення і характеристик існуючих осколочно-фугасних снарядів показав, що одним з шляхів підвищення їх бойової (вогневої) ефективності можуть служити варіанти змін в їх компонуванні, конструктивно-функціональних схемах.

Список використаних джерел

1. Караулов Н.И. Требования современного общевойскового боя к ракетноартиллерийскому и танковому вооружению сухопутных войск : [Учебное пособие] / Н.И. Караулов, А.И.Богомолов ;. – МО РФ. – М : В/И, 2000. – 93с.
2. Панов В.В. Современное вооружение в войне (по опыту боевых действий в зоне Персидского залива) : [Учебное пособие] / В.В. Панов, С.М. Прядилов; – М.: НИИ САП, 1993. – 195с.
3. Честных Е.П. Ракетные войска и артиллерия в локальных конфликтах : [Учебное пособие] / Е.П. Честных; – К. : НАОУ, 2002. – 97с.
4. Селиванов В.В. Средства поражения и боеприпас : [Учебник] / В.В. Селиванов;.- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 984с.
5. Орленко Л.П. Физика взрыва / Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, перераб. в 2т. Т.2. – М.; ФИЗМАТЛИТ, 2002. – с. 656.

6. Одинцов В.А. Метание и разрушение оболочек продуктами детонации / А.В. Аттетков, М.М. Бойко, Е.Ф. Грязнов. – М. : ЦНИИИТИ, 1976. –144с.

7. А.В. Аттетков. Экспериментальные исследования влияния кривизны детонационного фронта на начальные параметры ударной волны в цилиндрической оболочке / А.В. Аттетков, М.М. Бойко, Е.Ф. Грязнов. Э Оборонная техника, № 1. 2004. – С. 18-22.

8. Загальна інформація – 2020. – Режим доступу: <http://www.military-today.com>.

Рецензент: Петрушенко М.М., д.т.н., професор, Військова академія (м. Одеса)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ОСКОЛОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ОСКОЛОЧНО-ФУГАСНЫХ СНАРЯДОВ

А. Малишкин, Т. Иванов, С. Григоренко, А. Босый, А. Галкин

В статье рассмотрены конструктивные варианты повышения эффективности осколочного действия осколочно-фугасных снарядов на основе анализа соответствия технических характеристик существующих осколочно-фугасных снарядов требованиям назначения, которые предъявляются к ним.

Ключевые слова: осколочно-фугасный снаряд, боеприпасы, конструкция, компоновка, эффективность.

WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF BLASTING ACTION OF BLASTING AND EXPLOSIVE PROJECTS

A. Malishkin, T. Ivanov, S. Grigorenko, O. Bosyj, A. Galkin

Ensuring military security remains an important task for any state. Its solution in modern conditions, when the combat capability of the armed forces increasingly depends on the scientific and technical level and quality of weapons, requires continuous improvement of military equipment, which leads to the need to dramatically increase the level of training in research, development and operation of weapons. Nowadays, when hostilities continue in the east of the country, military specialists and all enterprises of Ukroboronprom are faced with the problem of improving the efficiency of RAW samples that are being developed, modernized or modified. In this regard, there is a need to increase, while reducing financial costs, to develop the effectiveness of the use of existing high-explosive fragmentation munitions, which will implement a method of affective defeat of enemy targets.

Insufficient for modern conditions, the level of impact of high-explosive fragmentation (RP) shells, forces research to improve their efficiency. One of the ways to increase the efficiency of fragmentation of OF shells is to ensure the optimal fragmentation spectrum of multi-purpose in the process of explosive destruction of the hull (VRK). The analysis of the directions of the decision of this problem reveals the most expedient directions, such as, change of the scheme of loading of the case, search of new constructive schemes of OF shells, improvement of characteristics of a fragmentation field of defeat at the expense of change of chemical composition of steels and their mechanical properties. affection.

In modern general combat, especially with the use of only conventional weapons, artillery fire in combination with air strikes is one of the main means of destroying the enemy. This is due to the fact that the artillery has a powerful and accurate fire, long range, the ability to maneuver widely and quickly concentrate fire on the most important targets [1]. In the tactics of all-out combat, an important role in the system of fire on the enemy during large-scale and local combat is assigned to the artillery complex. Military experts note that in future conflicts, the role of artillery complexes will not decrease, but rather only increase.

Analysis of military conflicts in recent years shows that the defeat of the vast majority of targets of various classes of defense on the battlefield (manpower, armored vehicles, field-type fortifications) is achieved by firing shells of combined action – high-explosive (OP). They are ammunition (BP) for multi-purpose purposes and form the basis of the combat set of artillery complexes of field artillery, as well as part of the combat sets of tank and anti-tank guns.

Key words: high-explosive fragmentation projectile, ammunition, construction, layout, efficiency.