

CHARACTERISTICS OF THE ARTILLERY AMMUNITION USED AND TENDENCIES FOR THEIR DEVELOPMENT

KALOYAN A. ILIEV

*Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria, kacho_78@abv.bg*

ABSTRACT: *The change in the nature of combat operations, associated with a reduction in the operational density of troops and the transition from a surface method of hitting enemy targets to selective, forced engineers to pay attention to weapon systems firing at extreme distances with high-precision artillery ammunition. Taking into account the forecasts for the development of the equipment and based on the needs of the ground forces, at the moment, along with high-precision ballistic and cruise missiles, the development of high-precision artillery ammunition with increased firing range, accuracy and armor penetration has begun.*

KEY WORDS: *Artillery ammunition, Combat operations, Fire support, Troops, Weapon systems.*

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ АРТИЛЕРИЙСКИ БОЕПРИПАСИ И ТЕНДЕНЦИИ ЗА ТЯХНОТО РАЗВИТИЕ

Калоян А. Илиев

Въведение

Изменението на характера на бойните действия, свързано с намаляване на оперативната плътност на войските и прехода от площен метод на поразяване на обектите на противника към избирателен, заставят инженерите да обръщат внимание на оръжейни системи стрелящи на пределни разстояния с високоточни артилерийски боеприпаси. Отчитайки прогнозите за развитието на техниката и изхождайки от потребностите на сухопътните войски, към момента наред с високоточните балистични и крилати ракети започна разработването и на високоточни артилерийски боеприпаси с увеличена далечина на стрелбата, точност и бронепробиваемост.

Използването на артилерията във военните конфликти показва, че разстоянието на стрелбата на основните артилерийски системи се оказва неудовлетворително.

Разработените перспективни самоходни гаубици („Крусадер” – САЩ, PzH-2000 – Германия, APS 2000 – Швеция и Франция, „Коалиция“ - Русия) предполагат създаване на артилерийски средства за огнево поразяване на разстояние 40-50 км.

Изискванията предявявани към високоточните артилерийски боеприпаси са:

- висока ефективност на поразяване на неподвижни и движещи се цели;
- възможност за стрелба от щатни и перспективни артилерийски системи;
- осигуряване на максимална далечина на стрелбата на артилерията – не по-малко от 24 км;
- способност на главите за самонасочване да определят целта при всякакви метрологични условия;
- осигуряване на автономно откриване, захват и насочване на боеприпасите в целта;

– транспортиране и съхранение на боеприпасите в щатна опаковка.

Отчитайки прогнозите за развитието на техниката и изхождайки от потребностите на сухопътни войски се достига до извода, че увеличение на далечината на стрелбата на артилерийските системи може да се постигне по способите посочени в таблицата.

Таблица 1.

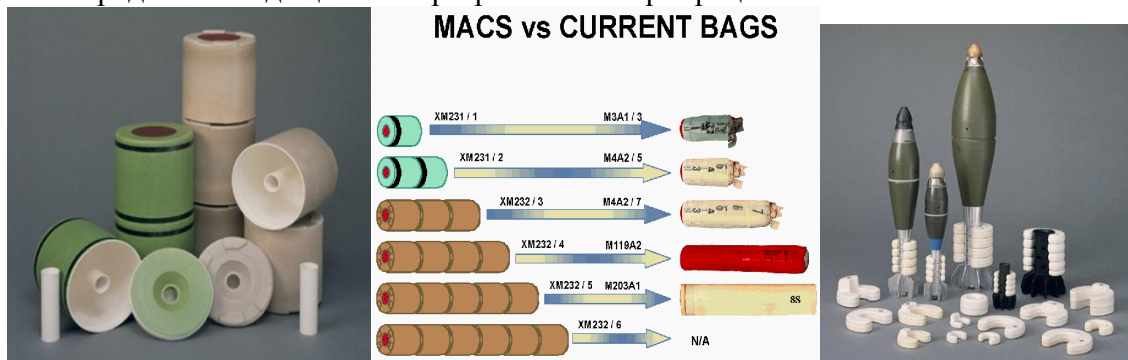
Основни способи за увеличаване на далечината на стрелбата на артилерийските оръдия



Анализът на методите за увеличаване разстоянието на стрелбата показва, че има два метода:

- подобряване на балистичните характеристики;
- използването на нетрадиционни методи за изхвърляне на снаряда.

Чрез конвенционалните средства се достига до 30 км разстояние на стрелбата. С различни подобрения, като използване на зърнест барут с повече на брой канали или подобряване на формата на снаряда може да се увеличи с 2% разстоянието на стрелбата. По-перспективни и осигуряващи много по-голямо разстояние на стрелбата се явяват оръдията с нетрадиционни способности за изхвърляне на снаряда като водеща в тези разработки е корпорацията “SPACE RESEARCH”.



Фиг. 1. Форми на барутния заряд

Управлението за оценка и изследване на министерството на отбраната на Великобритания - DERA (Defence Research and Evaluation Agency) разработва снаряд с малко челно съпротивление, с далечината на стрелбата 35-36 км без използване на газгенератор и ракетен двигател. Увеличаването на далечината на стрелбата е благодарение на аеродинамичната повърхност на снаряда.

За изработка на корпусите и стабилизаторите на снаряда се използват композитни материали.

Великобритания модернизира 155-мм ОФС L15 – снарядът L15A4 има два найлонови обтюриращи пояса, освен водещия. Това повишава живучестта на тялото и позволява стрелба с този снаряд от всички 155-мм оръдия с дължина 52 кал. Снарядът е снабден със система за корекция траекторията на полета включваща процесор за обработка на сигналите и спирачна система.

За намаляване на дънното разреждане се използват дънни вложки повишаващи далечината на стрелбата с 5-8%.

Използването на дънен газгенератор позволява да се ликвидира дънното разреждане и се увеличава далечината на стрелбата с 15 % (снаряд ERFB-BB).

Реактивните ускорители могат да се използват с комбинация с дънни газгенератори и се повишава далечината на стрелбата с 30-50%.

Практически отсъства цилиндрична част, вместо централизиращи удебеления има централизиращи изстъпи, изменена е формата на водещия пояс, а самият той има повишена якост – увеличава се дължината на стрелбата с 12-15 % за сметка на намаляване на челното съпротивление на въздуха.

Изстрелването на снаряди с помощта на течен метателен заряд се заключава в ускоряването им чрез енергията, получена при изгарянето на течно вещество или смес от течни вещества под високо налягане. Предимствата на този вид изстрелване са:

- плавно изменение на началната скорост на снаряда и на далечината на стрелбата в широки граници посредством увеличаване (намаляване) на количеството на метателния заряд;
- увеличава се скорострелността – до 16 изстрела в минута;
- намаляват се пиковите налягания в канала на цевта и демаскиращите ефекти при стрелбата;
- по-рационално използване на полезния обем на самоходните системи;
- стойността на БП е до 4 пъти по-ниска от класическите;
- не се използват взривни вещества за изготвяне на заряда.

На този етап се използват хидроокиси на амоняка, които се явяват агресивни химически вещества. Работи се в насока снижаване на токсичността на съставките. Създаден е течен метателен заряд ХМ46, който представлява смес от нитратхидроксиламин и нитраттриетаноламин.

Електротермично-химическото изстрелване на снарядите се заключава в ускоряването им чрез енергията от химическа реакция между два компонента с помощта на плазма, получена чрез мощен електрически разряд.

Компонентите на заряда (окислител и гориводиелектрик) се помещават изолирани един от друг в артилерийска гилза, имаща катод и анод, съединени с компонентите на заряда.

Възпламеняването на заряда се осъществява с мощно електрическо напрежение, образуващо плазма. Изменяйки амплитудата и честотата на напрежението, подавано на електроди от импулсен генератор, може да се управлява процесът на горене на течното вещество, което ще позволи да се избегнат пиковите значения на налягането в канала на цевта. Като гориво може да се използва рецептура от въглеродородни съединения, близки по състав до керосина, а като окислител – водороден прекис.

За боеприпасите с увеличено разстояние на стрелбата е необходимо да се разработят технологии за повишаване на точността им.

Повишаването на точността на насочване на артилерийските боеприпаси се извършва в две направления:

- автономно насочване на поразяващия елемент в целта с помощта на чувствителен елемент;
- с използване на сигнали от глобалната навигационна система NAVSTAR.

От казаното по-горе и в зависимост от вида на насочването им, можем да разграничим четири основни направления в тяхното развитие:

- с полуактивно лазерно насочване;
- пасивно инфрачервено насочване;
- активно радиолокационно насочване;
- инерциална система за управление с корекция по космическа навигационна система.

Боеприпасите с полуактивна лазерна глава за самонасочване от първо поколение се изстрелват по изходни данни за поразяване на неподвижна цел, но в крайния участък на траекторията, чрез външен източник, те извършват краткотрайна корекция на траекторията си чрез отразен от целта лазерен лъч, облъчвана от лазер със земно или въздушно базиране.

Такива боеприпаси са американският "Копърхед" и руските "Сантиметър" и "Смелчак".

Представител на второто поколение боеприпаси от този вид е руският 152 мм снаряд "Краснопол". Неговата далекобойност е 18 км, а облъчването на целта е възможно в интервала 200-7000 м. То се осъществява с лазерен целеуказател-далекомер 1Д20 или 1Д22, развърнат на предния край, в тила на противника или на въздушен носител в продължение на максимум 15 сек. През това време главата за самонасочване има възможност за по-прецизно коригиране на траекторията чрез аеродинамични кормила и постигане на по-висока точност. Снарядът се изстрелва от 152 мм гаубици, които поразяват целите от закрити огневи позиции. Модернизираният вариант "Краснопол-М" с маса 43 кг и дължина 96 см е еднакъв с щатния 152 мм изстрел. Поради това той се поставя в щатните места за съхраняване и транспортиране и позволяват автоматизирано зареждане и автоматично въвеждане на данните за стрелба. Едновременно с него е разработен и "Краснопол-М1" с калибър 155 мм и далекобойност 22 км.

С пасивна инфрачервена глава за самонасочване е 120 мм мина "Стрикс", разработена и серийно произвеждана от Швеция. Тя се активира на крайния участък от траекторията и сканира, търсейки цел на площ от 0.25 кв. км и се насочва в нея по топлинното излъчване. "Стрикс" се изстрелва към район с намиращи се в него движещи се автомобили и лекобронирани машини.

Същият метод се прилага, но чрез активна радиолокационна глава за самонасочване и при 155 мм снаряди "Копърхед-2" на САЩ, при френския ADC и при шведския BOSS.

➤ 155 мм управляем артилерийски снаряд M712 "Копърхед" е снабден с лазерна полу активна глава за насочване и за поразяване на танкове и бронирани машини.

➤ 155 mm управляем артилерийски снаряд ADC – Франция (Artillerie Dirigee Charge) е с автономна система за насочване, предназначен за борба с бронетанкова техника. В началната част на траекторията снаряда се движи по балистическа крива. После с помощта на аеродинамични спирачни устройства, честотата на неговото въртене се намалява на 10 об/сек, а устойчивостта на полета се осигурява от разтварящ се спирачен парашут. След това се изхвърля аеродинамичния челен обтекател и се развиват плоскостите на крилата и опашното оперение. На крайния участък от траекторията откриването на целите и формирането на командите от системата за управление се осъществява от радиолокационна глава за самонасочване, работеща в милиметровия диапазон на вълните. В снаряда се използва бойна част кумулативен тип с тандемно разположен заряд.

➤ 155 mm управляем артилерийски снаряд BOSS (Bofors Optimized Smart Shell) – Швеция, е снабден с автономна радиолокационна глава за самонасочване в милиметровия диапазон на вълните. Корекцията се извършва чрез 4 кормила разположени в челната част, осигуряващи отклонение на снаряда от балистичната траектория по-малко от 200 м.

Основен недостатък на тези боеприпаси е сравнително лекото им отклоняване от атакувания обект чрез лъжливи цели, като излъчватели на топлинна (инфрачервена) емисия или чрез изкуствени електромагнити.

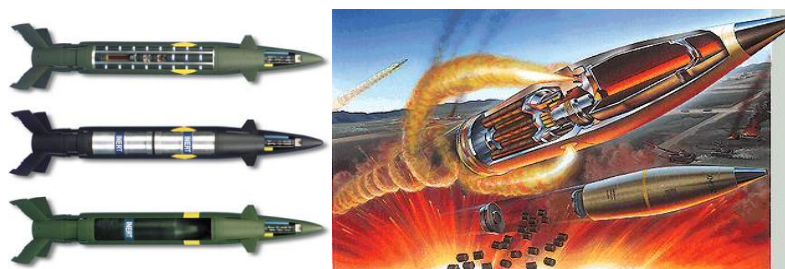
Посочените недостатъци не са присъщи на боеприпасите използващи инерциална система за управление с корекция по космическа навигационна система. Този метод за корекция позволява увеличаване на далекобойността на артилерийските боеприпаси до 100-120 км с вероятно кръгово отклонение не повече от 20 м. Такива са XM-982 и ERGM на САЩ, шведския TCM, както и френски, германски и английски разработки.

Таблица 2.

Тактико-технически характеристики на 155 mm управляеми снаряди за полевата артилерия.

Характеристика	Копърхед М712 (САЩ)	Копърхед 2 (САЩ)	ADC (Франция)	BOSS (Швеция)
Тип на артилерийската система	M109A1, M109A2, M198, M114, FH155-1, AU-F1	M109A2, M109A3	Всички шагни и перспективни 155 mm оръдия	
Разстояние на стрелбата, km	16	24	25	24
Дължина на снаряда, mm	1372	990	900	900
Маса на снаряда, кг	63,5	-	46	46
Тип на главата за самонасочване	Лазерна полуактивна	Лазерна полуктивна и пасивна инфрачервена	Активна радиолокационна в милиметровия диапазон	
Вероятност за попадение	0,93	0,8-0,9	0,8	0,8
Изпълнителни органи за корекция	Аеродинамични кормила в дънната част		Аеродинамични кормила	

➤ Американският 155-мм снаряд XM-982 (маса 48 кг, дължина 99 см и далекобойност 58 км) (фиг. 2.) е предназначен за самоходни гаубици "Крусейдър" и M109A6 "Паладин" и буксируемата M-198. Снарядът е изпълнен по аеродинамична схема "патица", с аеродинамични кормила, разположени в челната част, и разкриващ се след изстрела стабилизатор, монтиран в задната част на корпуса. Основните му елементи са бойна част и блок за управление, включващ приемник на сигналите от космическата навигационна система NAVSTAR и инерциална система. Микропроцесорът от инерциалната система определя координатите на снаряда в пространството чрез сигналите от NAVSTAR и ги сравнява с тези на целта, изработвайки по разсъгласуването команден сигнал за задействане на аеродинамичните кормила. В случай че навигационната система не може да се използва, полетът на снаряда продължава по данни от инерциалната система, а точността му значително намалява. Бойната част на XM-982 се снарядява с 64 кумулативно-осколъчни елемента XM-80 или с два самоприцелващи се противотанкови елемента.



Фиг. 2. Снаряд XM-982

➤ Шведският 155-мм снаряд TCM (Trajectory Correctable Munition), разработен съвместно с американска фирма, е снабден с комбиниран блок за управление-чрез NAVSTAR и чрез земна РЛС. С него се поразяват обекти на разстояние до 50 км с точност около 40 м, като за целта има касетъчна (с осколъчно-фугасни или противотанкови елементи) и бронирана бойна част.

➤ С английския 155-мм снаряд "Поул икс" (маса 45 кг, дължина 1.6 м) се поразяват жива сила и бронирани машини при всякакви метеорологични условия на разстояние до 60 км, с перспектива за увеличаването му до 150 км, а на точността - до 15 м. Корпусът му е изработен от композитни материали. Снарядът е изпълнен по аеродинамична схема "патица", а блокът му за управление обединява приемника на сигнали от NAVSTAR, инерциалната система и елект-

ронния взривател, т.е. принципно не се различава от този на американския снаряд XM-982, както не се различава и начинът му на функциониране и бойно използване. За "Поул икс" се очаква се да се създадат различни по предназначение бойни глави, включително осветителна и за поставяне на димни завеси.

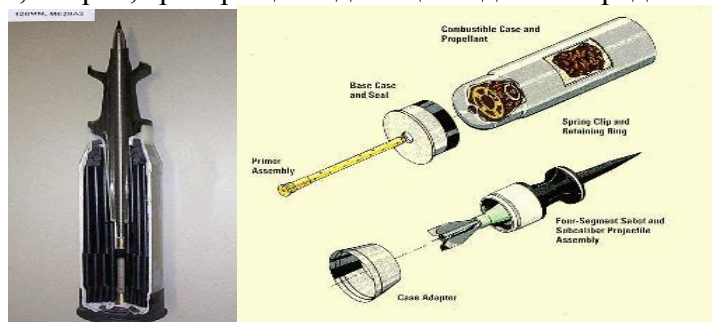
➤ Франция разработва касетъчен артилерийски снаряд "Пеликан" с максимална далечина на полета 80 км и радиус на разсейване 15 м. Използва се маршов двигател, включващ се при излитане на снаряда от тялото, при което едновременно се разтварят стабилизаторите и управляващите повърхности. Командите се получават от система за насочване – инерционна навигационна система, приемник на сигнали от NAVSTAR и процесор.

За ефективна борба с бронирани средства на противника освен повишаване на далекобойността и точността на артилерийските боеприпаси е необходимо увеличаване на тяхната бронепробиваемост. Това се извършва в следните направления:

- повишаване на скоростта на срещата на снаряда с целта;
- увеличаване на масата на бронейния сердечник и усъвършенстване на неговата конструкция;
- изработване на бронейен сердечник от специални материали с повишени физико-механични свойства;
- използване на кумулативна бойна част.

Основно усилията на конструкторите са насочени в търсене на оптимална конструкция на бойните припаси и нови материали за изготвяне на бронейни сердечници.

Разработени са бойни припаси с повишена бронепробиваемост, достигната по пътя на удължаване на сердечниците. Но истински пробив е в използването на обеднен уран участващ в специални сплави за изработка на сердечниците. Такъв представител е разработеният в САЩ 120 мм бронейен подкалибрен, оперен, трасиращ с отделящо се дъно снаряд M829.



Фиг. 3. Снаряд M829

Повишената ефективност на бойните припаси с обеднен уран в сравнение с традиционните боеприпаси на основата на волфрамови сплави се обяснява със значително по-високите стойности (15-20%) на показателите от комплекс физико-механични свойства на материала на сердечника и повишено зад бронейно действие.

Съществена особеност на тези снаряди се явява високата радиоактивност на обеднения уран, в резултат, на което при разрушаването на сердечника в процеса на пробиване на бронята се извършва радиоактивно замърсяване на обекта и местността.

Друго направление в повишаване на бронепробиваемостта на артилерийските снаряди е използването на кумулативна бойна част. Представители на този вид боеприпаси са: снаряд XM898, снаряд BONUS и касетъчен снаряд SMARt-155.

➤ Снаряд XM898 SADARM, с който са комплектовани гаубици M109A5 и M198 е създаден за унищожаване на леко бронирани цели на разстояние до 22 км. След като бъде изстрелян, снарядът прелита по дадената му траектория и на точно определена, предварително зададена височина, той разгъва парашутно устройство, с чиято помощ почва да се рее над местността със скорост до 15 м/сек и наклон 25-30° от вертикала. Спускайки се леко към земята, снарядът претърсва района под него за цели с помощта на радар и инфрачервен сензор. При откриване на цел снаря-

дът произвежда насочена експлозия и унищожава целта. Ако цел не бъде открита, снарядът се самоунищожава.

➤ 155-mm касетъчен снаряд BONUS, който е снаряден с едноименни самоприцелващи се бойни елементи за поразяване на бронетанкова техника, е разработен от фирма "Bofors Defence" (Швеция). За плавно снижаване се използват две малки подвижни крила, осигуряващи стабилизация с ъгъл на наклона 30-35° по отношение на вертикала. На дадена височина (до 175 м) датчик-високомер включва апаратурата в режим на търсене в зона от 32000 м². Когато бордовия датчик определи целта от корпуса на снаряда се изстрелва бойна глава и се нанася удар по целта отгоре. Командите за изменение на траекторията се формират с използване на NAVSTAR.

Таблица 3.

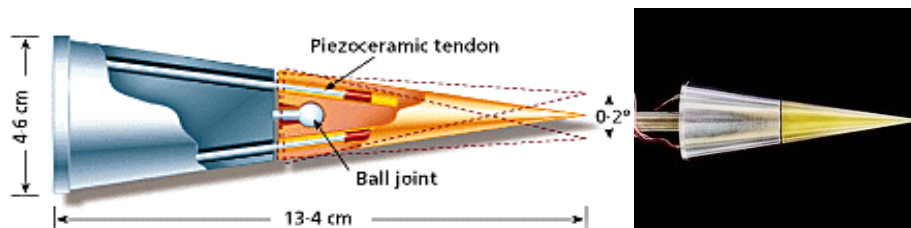
Управляеми артилерийски мини за борба с бронирани машини

Характеристика	"Мерлин" (Англия)	"Грифин" (Англия, Франция, Италия, Швейцария)	"Стрикс" (Швеция)
Калибър, mm	81	120	120
Артилерийска система	Всички шатни 81 mm и 82 mm миномети	Всички шатни 120 mm миномети на НАТО	
Разстояние на стрелбата			
- max, km	4	8	7,5
- min, km	1,5	1,5	0,6
Дължина на мината, mm	900	1000	1340
Маса, kg	6,5	20	18,6
Тип на бойната част	Кумулативна	Кумулативна тандемна	Кумулативна
Бронепробиваемост, mm	510	-	756
Тип на главата за самонасочване	Радиолокационна в милиметровия диапазон	Инфрачервена двудипазонна	-
Вероятност на попадението	0,6-0,8	0,6-0,8	0,6-0,8
Изпълнителни органи на корекция	Аеродинамични кормила	Импулсни двигатели за корекция (6)	Импулсни двигатели за корекция (12)
Максимална далечина на откриване на цел, km	1	1	1

➤ 155 mm касетъчен снаряд SMArt-155 е разработен в Германия. Снаряд SMArt-155 има три датчика за определяне на целта - радиолокатор, работещ в активен и пасивен режим и инфрачервен детектор. Датчиците функционират едновременно, и на изхода на измервателната система формират обобщен образ на целта, което позволява да не реагират на лъжливи цели.

На основата на касетъчните бойни части за артилерийските снаряди са разработени управляеми артилерийски мини за борба с бронирани цели посочени в таблицата.

Перспективата в технологията за разработване на високоточни снаряди е в разработването на боеприпас с отклонение на челото на снаряда на малък ъгъл. При свръхзвукова скорост отклонение от порядъка на части от градуса е достатъчно за създаването на сила за отклонение на снаряда.



Фиг. 4. Механизъм за отклонение на върха на снаряда

За механизъм отклоняващ баллистическия накрайник на снаряда са избрани няколко пиезоелектрически стълба, разположени в кръг по оста на снаряда. Изменяйки своята дължина, в зависимост от подаваното напрежение, те движат баллистическия накрайник. Изпитанията показват, че

носът на снаряда се отклонява на ъгъл до 0,12 градуса във всяка страна с честота до 198 Hz. Необходимото напрежение в проводниците достига десетки волта при необходима мощност 0,028 вата.

На тази основа се работи за създаване на самонасочващ се по лазерен лъч снаряд с опростен оптически датчик и електроника.

Конструкцията е изградена без движещи се части, освен нос на снаряда, което способства за намаляване на размерите на снаряда.

Тази система значително увеличава прицелната далекобойност и далечината на правия изстрел, тъй като снарядът може да компенсира, в определени граници, вятъра и силата на притегляне на земята.

Редно е да споменем, че наред с развитието и усъвършенстването на артилерийските боеприпаси развитие и усъвършенстване претърпяват и високоточните ракети за залпов огън.

Увеличаване на далекобойността се постига чрез усъвършенстване на ракетните двигатели, като се прилагат усъвършенствани технологии за производството им и се търси подобрене на стабилността и равномерността на горене на топливото и съосност на приложение на вектора на реактивната сила. Използване на автоматизирани системи за насочване и за управление на огъня. Създават се УР с корекция на полета в крайния участък от траекторията.

Така например СУ на УР за 300 мм РСЗО „Смерч“, състояща се от система за корекция на далекобойността и система за ъглова стабилизация, води до подобряване на групираността и на точността 3 пъти.

Подобен е ефектът от разработваната КБЧ SADARM за РСЗО MRLS.

Ефективно действие на бойните припаси в целта се постига чрез нарастване на калибъра, като по този начин се увеличава масата на ракетата и БЧ, вследствие на което нараства големината на поразяваната от един изстрел и от един залп площ. Една от тенденциите е увеличаване на ъгъла на среща с целта, височината на сработване на БЧ и създаване на специализирани БЧ.

Нарастването на относителната поразявана площ във функция от нарастване на калибъра на РСЗО не е пропорционално и за калибри над 122 мм градиентът е по-малък. Това налага да се търсят други начини за повишаване на поразяваната площ на реактивните снаряди.

Такъв пример е реактивният снаряд на РСЗО „Прима“, чиято отделяща се челна част намалява скоростта над района над целта с помощта на малък парашут и среща целта под ъгъл 90°, при което става оптимално разпределение на осколките в огнището на поражение.

Това техническо решение повишава ефективността на действие на РСЗО и разходът на БП рязко се намалява.

Тенденцията и стремежът към разработването на новите артилерийски боеприпаси и реактивни снаряди т. н. (умни боеприпаси), е те да могат и да са в състояние да поразяват обектите, без да причиняват щети там, където това не е необходимо с цел намаляване на косвените и съпътстващи загуби във воените конфликти. Използването на такива боеприпаси рязко ще намали разхода на използваните до момента боеприпаси, необходими за унищожаване на целите и обекти от бойното поле. През първата световна война само руската артилерия е изстреляла 900 000, а през втората от стоманените тела на съветската артилерия излитат 775 милиона снаряди и нанасят огромни разрушения. Такъв подход е неприемлив при водене на война от шести тип и затова посочените боеприпаси ще стават все по-съвършени и все по-масово ще навлизат в съвременните армии.

И във бъдеще променливият характер на съвременните войни логично ще води до промяна на характера на армиите. В съвременната бойна среда не количеството, а качеството е решаващо. Показателен пример за това са резултатите от последните воени конфликти.

ИЗВОДИ:

1. Основният артилерийски калибър ще остане 120-155 мм;
2. Барутът ще продължи да бъде основният компонент на заряда на горивото;
3. Далекобойността на стрелба на артилерийските системи ще достигне 100 км, което вероятно ще бъде постигнато чрез балансирана комбинация от различни принципи, а именно, чрез

увеличаване на началната скорост на снарядите поради използването на вътрешно-стволни газодинамични устройства и евентуални промени в конструкцията на телата, увеличаване на скоростта на полета на снарядите по траекторията чрез използване на малки ракетни двигатели и чрез подобряване на аеродинамичните и балистичните характеристики на снарядите поради използването на газгенератори и др.

References:

1. Бурсевич С.В., „Пути повышения эффективности огневого поражения противника”, Белорусский государственный университет, 2015 г.
2. Велико П. Петров, „Ефективност на огневото поразяване от полевата артилерия използваща високоточни боеприпаси по различни цели на противника”, НВУ „В. Левски”, Ф-т „А, ПВО и КИС” - гр. Шумен, АНК, 2005, Сб. научни трудове, стр. 111□123, ISBN 954-9681-15-7
3. Велико П. Петров, „Някои виждания относно по-пълното използване на огневите възможности на реактивната артилерия в контрабатарейната борба в съвременните операции”, НВУ „В. Левски”, Ф-т „А, ПВО и КИС” - гр. Шумен, НС 2005, Сборник научни трудове, част първа, стр. 173□185, ISBN -10-954-9681-19-Х
4. Велико П. Петров, „Пътища за повишаване точността на огъня на полевата артилерия в съвременни условия”, НВУ „В. Левски”, Ф-т „А, ПВО и КИС” - гр. Шумен, НС 2005, Сборник научни трудове, част първа, стр. 186□195, ISBN -10-954-9681-19-Х
5. Чалъков. Р. По-добро управление на огъня, 2017, стр. с. 68-73, Сборник доклади от военна научна конференция с международно участие на тема „Предизвикателства пред обучението и подготовката в контекста на политиката за сигурност и отбрана на Европейския съюз“ София, ISSN 1312-2991.
6. Нелко П. Ненов, Книга „Съвременна артилерия“, София - 2017, ISBN 978-954-9971-85-93
7. Николай Вълков и авторски колектив, Учебник „Въоръжение и бойни припаси в съвременните армии - състояние и тенденции на развитие“, Военно издателство ЕООД, 2004
8. Joint publication 3-60 – Joint targeting – 2007.