

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2019.12.2.119-130>

УДК 623.455 : 623.457

**Т.С. Іванов<sup>1</sup>****М.М. Петрушенко<sup>1</sup>**, д.т.н., проф.**С.М. Костюченко<sup>2</sup>****А.О. Островський<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Військова академія (м. Одеса), Україна*<sup>2</sup>*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, Україна*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВИМОГ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАТРОНІВ ДО СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ**

*У статті визначено потребу в необхідності створення основних вимог до технологічного процесу проектування та виробництва патронів до стрілецької зброї на основі аналізу надбавь попередніх років як в нашій країні так і закордонних держав. Викладено основні принципи класифікації патронів до стрілецької зброї, коротко проаналізовано характеристики процесу пострілу, які необхідні для проведення подальших балістичних розрахунків, визначено необхідні умови заряджання, визначено динамічні і балістичні характеристики куль, проведено оцінку їх надійного функціонування при пострілі. Приведено методики розрахунків основних параметрів екстракції і характеристик міцності гільз. Порядок проектування обумовлений даними про будову і призначення різних видів патронів, розглянуто методи випробувань і приймання виробів. Окремо висвітлено процеси виробництва металевих елементів патронів до стрілецької зброї.*

**Ключові слова:** патрон, куля, калібр, стрілецька зброя, технологічний процес.

### **Постановка проблеми**

Вже не перший рік від українських державних чиновників можна чути гучні заяви про необхідність запуску власного виробництва боєприпасів до стрілецької зброї, адже в Україні зараз таких підприємств немає взагалі. За різними джерелами проведено процедуру закупівлі лінії виробництва корпусів снарядів і гільз калібру 100-155-мм, адже планується перехід на основний калібр, що використовують країни НАТО – 155-мм. Також, згідно різного роду повідомлень, на фондах Міноборони України планується виробляти патрони калібру від 5,45-мм до 14,5-мм. А початок виробництва власних боєприпасів планували розпочати у другій половині 2019-го року.

Взагалі, питання власного виробництва боєприпасів для України сьогодні є дуже актуальним, адже країна перебуває у стані хоч і не оголошеної, але все ж війни. Навіть під час «режимів тиші» і різного роду «перемир'їв», українським військовослужбовцям щодня доводиться стріляти з різних видів стрілецької зброї (вона не заборонена Мінськими угодами), спустошуючи тим самим склади, які дістались у спадок ще від СРСР. А з поповненням цих самих складів, як ми всі знаємо, у нас наразі якщо не біда, то десь близько до того. Про Луганський патронний завод, який випускав боєприпаси для стрілецької зброї, вже майже забули. Вічно так тривати не буде, а на будівництво, запуск та наладку власного заводу, за оцінками спеціалістів, має піти не менше 2-3-х років. Наразі ж його ще навіть не почали будувати.

Але навіть якщо питання будівництва заводу десь в колуарах кабінетів чиновників та в засобах масової інформації обговорюється, то у фахівців ракетно-артилерійського озброєння, які безпосередньо мають справу з боєприпасами будь-якого калібру, постає зрозуміле питання – якими керівними документами користуватися під час виготовлення тих чи інших боєприпасів, який в цілому технологічний процес, які станки та обладнання потрібно для їх виготовлення, випробування та подальшої модернізації? Питання виникає, а відповіді немає. Звичайно розвиток боєприпасів в пострадянському просторі відбувався в принципі з розвитком стрілецької зброї, гармат та мінометів відповідно. А отже і сучасні методи проектування і будівництва стрілецьких комплексів повинні базуватися на знанні процесів, які відбуваються при пострілі, на обліку взаємодії всіх елементів комплексу із застосуванням положень

системного аналізу і сучасних досягнень обчислювальної техніки. Необхідність такого підходу визначається ускладненням зброї, її багатофункціональністю, застосуванням новітніх матеріалів, використанням прогресивних методів обробки в технологічних процесах виготовлення стрілецької зброї та патронів.

**Аналіз попередніх досліджень та літератури.** Як було зазначено під час постановки проблеми єдиним джерелом постачання патронів до стрілецької зброї для Збройних Сил України був Луганський патронний завод, який очевидно використовував джерела та літературу по проектуванню та виробництву патронів ще часів радянського союзу. На жаль за роки незалежності України, як у мирний час, так і під час збройного конфлікту на сході України дійсно не було приділено увагу розробці вимог до проектування та виробництва не лише патронів до стрілецької зброї, а й боєприпасів в цілому, а тому стає незрозумілим, на що спираються і що використовують сучасні приватні інвестори, які пропонують і вже десь частково забезпечують потреби Збройних Сил України деякими видами боєприпасів. Не є таємницею, що масштаби витрати патронів до стрілецької зброї навіть в мирний час рахуються мільярдами штук, що потребує значних матеріальних затрат не лише на їх виробництво, але й на транспортування, зберігання, проведення полігонних випробувань.

**Мета статті.** Визначити основні вимоги з основ проектування та технологічного процесу виготовлення патронів до стрілецької зброї, враховуючи постійний розвиток і модернізацію не лише самих патронів, а й стрілецької зброї.

### Викладення основного матеріалу

Нові патрони рідко розробляються і приймаються на озброєння в більшості випадків не в зв'язку з тим, що відсутня потреба в їх вдосконаленні, а із-за обмеженості умов для цього, а що стосується безпосередньо нашого оборонно-промислового комплексу то і взагалі відсутністю умов для цього. Але все рівно недопустимо, наприклад, змінювати розмір і форму патрона, так як це призведе до унеможливлення його використання для стрільби в раніше виготовлених зразках озброєння. Такі зміни так чи інакше призведуть до при зняття нового зразка озброєння. В зв'язку з цим патрон виявляється найбільш усталеним «консервативним» елементом в системі стрілецького озброєння. Якщо зразки зброї можуть безперервно удосконалюватись, змінюватись зразками нових конструкцій, то з патронами так чинити не можливо. Дозволені є лише ті зміни в його конструкції, які не змінюють його зовнішні розміри і форму і не унеможливають застосування для стрільби із раніше виготовленої зброї [4].

В даний час в нашій країні залишилась базова радянська система, що визначає номенклатуру патронів стрілецької зброї. Її складають

- 7,62-мм гвинтівочний патрон;
- 5,45-мм та 7,62-мм автоматні патрони;
- 9,0-мм пістолетний патрон;
- 12,7- та 14,5-мм великокаліберні патрони.

Всі патрони перерахованих калібрів застосовуються в багатьох зразках зброї різного призначення, які перебувають на озброєнні піхоти, авіації, танків, кораблів, зенітних установок і т.д.

Обмеженість умов наступного удосконалення конструкції патрона об'єктивно вимагає проводити процес розробки нового патрона з усією ретельністю і відповідальністю. Цьому зазвичай передують глибокі і всебічні теоретичні дослідження, що засновані найбільш вигідними параметрами патрона. На основі таких досліджень проводяться дослідно-конструкторські роботи, завданням яких є перевірка процесу виготовлення патрону із заданими параметрами і його можливостей стрільбою. Результатом такої роботи є створення тактико-технічних вимог до нового патрона, на основі яких він і виготовляється.

Найбільш важливими якостями патрона є його балістичні можливості, ефективна дія по цілям, надійність, габарити і вага, що визначає ємність постачання в автоматичній зброї і розміри бойових комплектів. Оптимальне поєднання високих балістичних і бойових якостей патрону з мінімальними

розмірами і вагою – основне завдання при створенні нового патрону. Багатоваріантне вирішення цієї задачі дозволить знайти оптимальні параметри патрона за калібром, вазі і формі кулі, її початкової швидкості, що забезпечує високу ефективність дії і надійність функціонування окремих елементів і патрону в цілому.

Все зазначене є досить актуальним для оборонно-промислового комплексу нашої країни, адже керівництво Збройних Сил України, як і держави в цілому безупинно прямує в НАТО, а тому перехід на калібри стандартів НАТО взагалі і зокрема патронів до стрілецької зброї, а отже і виробництво зазначених патронів, а відповідно і процес проектування патронів та технологічний процес їх виготовлення мають надзвичайно велике значення для створення вимог до них.

Патрони до стрілецької зброї призначені для ураження живої сили і техніки противника. А тому до них пред'являються наступні вимоги:

- хороші балістичні характеристики (початкова швидкість кулі, максимальна дальність польоту кулі, настільність траєкторії);
- незначна вага і габарити при збереженні якнайкращих властивостей зброї;
- безвідмовність дії в будь-яких умовах;
- можливість тривалого зберігання (без втрати балістичних якостей, не повинно відбуватися мимовільне розтріскування гільз);
- відсутність взаємодії порохових зарядів з металевими елементами;
- забезпечення збереження міцності кулі під час руху її в каналі ствола, в польоті (для деяких куль – і при зустрічі з перешкодою);
- безпечність при зберіганні на складах, арсеналах і під час використання;
- простота будови та дешевизна виробництва;
- використання недефіцитних матеріалів.

Дотримуючись реалізації концепції всіх видів стрілецьких комплексів “зброя - патрон”, яка передбачає постійне їх удосконалення та аналізуючи названі вимоги впливають основні напрямки удосконалення характеристик бойової зброї:

- збільшення дальності ефективної стрільби;
- підвищення пробивної та вражаючої дії куль;
- збільшення щільності вогню для зенітних та авіаційних систем;
- підвищення кучності бою патронів;
- зменшення габаритних розмірів, як зброї, так і боєприпасів.

Свого часу прийняття на озброєння автомату АК-74 калібру 5,45 мм і патрона до нього зумовило ряд переваг перед автоматом Калашникова зразка 1947 р.:

- більш стійка в балістичному відношенні куля, що має мінімальне бокове відхилення на траєкторії польоту;
- висока вражаюча дія кулі при невеликій її вазі, що забезпечує зниження імпульсу віддачі на 40%;
- значна дальність прямого пострілу (більше 300 м);
- можливість виносу траси, що виключає демаскування стрільця;
- зменшення ваги стрілецького комплексу і збільшення носимого боєкомплекту.

Аналогічні роботи в даному напрямку свого часу були проведені в країнах НАТО, де на озброєння прийнята гвинтівка M16 калібру 5,56 мм..

Підвищення вражаючої дії куль проводиться з розрахунком появи і постійного удосконалення індивідуальних засобів захисту і броньованого захисту бойових машин.

Для стрільби із сучасної стрілецької зброї традиційно застосовують унітарні патрони, конструкція яких включає кулю, пороховий заряд, капсуль-запалювач і гільзу, що поєднує всі елементи в цільний виріб.

Куля – елемент, який метається із ствола зброї – реалізує основне функціональне призначення патрона: ураження цілі, тобто вбивчу, зупиняючу, пробивну, запалювальну та інші дії. Пороховий заряд є джерелом енергії для метання кулі, при швидкоплинному згоранні виділяє значний об’єм газів та велику кількість тепла. Капсуль-запалювач призначений для запалювання порохового заряду, володіє чутливим до теплового і ударного впливу складом. Гільза призначена для розміщення порохового заряду, закріплення кулі і капсуля, забезпечує обтюрацію порохових газів при пострілі.

Калібр для бойового, службового та деяких видів цивільної зброї вимірюється в міліметрах чи дюймах і дорівнює номінальному діаметру каналу ствола, що виміряний по полям нарізів. Наприклад, трьохлінійна гвинтівка С.І. Мосіна (.3 дюйми) має калібр 7,62 мм, автомат М.Т. Калашникова АК-74 – 5,45 мм, автоматична гвинтівка М-16 – 5,56 мм (.22 дюйми), пістолет Кольт – 11,43 мм (.45 дюймів). В зв’язку з цим НАТОвські та й західні зразки зброї в цілому і патронів до них позначають числом сотих долей дюйма: .22 калібр (5,56 мм), .45 калібр (11,43 мм). Нерідко застосовують й інші способи позначень:

- 6,5x57R – калібр 6,5 мм, довжина гільзи 57 мм з фланцем гільзи, що виступає (R);
- .308 Win – калібр 0.308 дюйма, розробник Вінчестер;
- .223 Rem – калібр 0.223 дюйма, розробник Ремінгтон.

Геометричні характеристики патрона визначають його надійне входження в патронник і в більшій мірі – безвідмовність при стрільбі. При проектуванні патрона необхідно визначити номінальні розміри і допуски на їх виготовлення таким чином, щоб забезпечити гарантовані радіальні та осьові зазори, що зумовить вільний вхід патрону в патронник, щільну деформацію гільзи при пострілі і її надійну екстракцію [4].

Основні вимоги до патронів – ефективність дій по цілі. Вбивча дія визначається глибиною проникнення в м’язову (м’яку) тканину і реалізація бічної дії, тобто крім каналу рани виникає зона некрозу (часткового чи повного відмирання) і зона молекулярного струсу як результат гідродинамічного удару. Вбивча дія куль в залежності від області ураження повинна забезпечуватись на наступних дуальностях стрільби: 200 м для пістолетних патронів, 1000 м для автоматних, 1500 м для гвинтів очних, 2500 м для великокаліберних. Кулі патронів повинні володіти достатньою пробивною дією при стрільбі по різноманітним перешкодам, в тому числі і по броньованому захисту. Ці вимоги визначаються в тактико-технічних вимогах на конкретний патрон. Трасуючі кулі призначені для указання цілі, коректування вогню, оцінки оперативної та тактичної обстановки. Трасуюча дія кулі повинна забезпечувати чітку видиму трасу з лінії вогню вдень та вночі. Дальність трасування, винос траси, її колір визначаються в тактико-технічних вимогах на патрон. Характеристики розсіювання трасуючих куль не повинні перевищувати розсіювання основних куль більш ніж в 1,5 рази [3].

Запалювальна дія спеціальних куль повинна забезпечувати підпал запалювальної речовини, вказаної в тактико-технічних вимогах на патрон.

Патрон повинен володіти стабільними балістичними характеристиками. Допускаються наступні відхилення за початковою швидкістю кулі  $V_0$  і максимальному тиску порохових газів (Табл. 1):

Таблиця 1

Відхилення за початковою швидкістю кулі

Патрон	$\Delta V_0$ , м/с	$\Delta p_m$ , МПа
Автоматний.....	30..40.....	100
Гвинтівочний.....	30..40.....	100
Великокаліберний.....	30..40.....	100

Патрон повинен бути термостабільним: після нагрівання до 50°C і охолодження до -50°C з подальшим доведенням до нормальної температури значення балістичних характеристик не повинні змінюватися.

Найважливішою вимогою до зброї та патрону є забезпечення мінімального розсіювання куль при попаданні в ціль. Радіуси чи поперечники розсіювання залежать від більшості факторів, які в свою чергу, зумовлені конструкцією і станом зброї, видом боєприпасу, досконалістю технології його виготовлення, умовами стрільби.

Комплекс «зброя – патрон» вважається високоякісним, якщо при заданих показниках ефективності реалізується мінімальний імпульс віддачі. Віддача зброї є результатом реактивної взаємодії кулі і ствола і залежить від конструкції зброї, швидкості і маси кулі. Імпульс віддачі не лише суттєво впливає на влучність стрільби, але й створює сильний психологічний тиск на стрільця. Тому мінімальний імпульс віддачі є однією з основних вимог, що пред'являються до стрілецького комплексу в цілому.

Безпечне поводження зі зброєю і патронами до нього передбачає суворе виконання нормативних вимог:

- неможливість випадкового пострілу при трикратному перезаряджанні у випадку утикання патрону в комір ствола;
- неможливість самовільного спрацювання патронів при падінні з висоти 1,5 м на бетонну підлогу при збереженні їх функціональної придатності;
- безпечне і надійне функціонування патронів після 1,5 годин зтрешування на стандартному спеціальному приладі;
- безпечне і надійне функціонування патронів після 180-кратного спорядження магазинів чи стрічок з наступним приєднанням до зброї і розрядженням магазинів чи стрічок при подачі патронів в патронник рухомими частинами зброї;
- збереження герметичності при перевезенні в упаковці на дальність не менше 2000 км чи після 3 годин зтрешування на стандартному спеціальному приладі, після 24 годин витримки у воді або в рідкій рідині для змащування.

Патрони повинні виготовлятися з недефіцитних вітчизняних матеріалів, що гарантують функціональну стабільність при зберіганні в складських умовах в заводській упаковці на протязі 25 років, а при зберіганні розсипом, в магазинах, стрічках – на протязі 3 років.

Елементи патрона повинні бути хімічно інертними, зберігати стабільні фізичні якості. Конструкція патронів повинна бути технологічною, придатною до виготовлення в умовах масового виробництва на наявному обладнанні патронних, порохових і капсульних заводів (підприємств) або при мінімальній зміні їх основного оснащення.

Балістичні характеристики зразкових патронів встановлюють за результатами випробувань стрільбою із трьох скорострільних та трьох крешерних видів балістичної зброї на протязі трьох днів. При стрільбі із крешерної зброї визначається максимальний тиск порохових газів та швидкість кулі (для пістолетних патронів швидкість кулі не визначають). Після проведення випробувань необхідно встановити:

- значення швидкості куль  $V_{x\text{ ср}}$ , розрахованої як середнє арифметичне швидкостей куль при стрільбі із швидкісної і крешерної зброї;
- середнє значення максимального тиску порохових газів  $p_{m\text{ ср}}$ , розрахованого як середнє арифметичне із кількості всіх стрільб з крешерної зброї;
- максимальну різницю між найбільшим і найменшим значенням швидкості куль при стрільбі із швидкісної і крешерної зброї;
- максимальна різниця між найбільшим і найменшим значенням максимального тиску порохових газів при стрільбі із крешерної зброї.

Вражаючим елементом патрона є куля (снаряд), який розганяється в каналі ствола за рахунок роботи порохових газів, отримує велику початкову швидкість, покидає канал ствола і далі рухається по зовнішній траєкторії до цілі. Як відомо балістика це наука про рух снарядів, зокрема закономірності руху кулі всередині каналу ствола вивчає внутрішня балістика, а рух кулі по траєкторії у взаємодії із зовнішніми силами – зовнішня.

Аналізуючи швидкоплинний процес пострілу з точки зору внутрішньої балістики, його можна поділити на чотири періоди [2].

I період – простатичний – триває від моменту спрацювання ударного складу до моменту, коли тиск порохових газів досягає тиску форсування. Під дією порохових газів гільза пружно-пластично деформується, вибирає радіальний зазор і більшою частиною поверхні корпусу щільно прилягає до поверхні камори, тим самим забезпечуючи обтюрацію порохових газів.

II період – перший піродинамічний – характеризується інтенсивним нарощенням тиску до максимального значення, активним горінням заряду і початком руху кулі з великим прискоренням за рахунок утворення і розширення порохових газів. Корпус гільзи деформується пластично, камора – пружно. Нижня частина корпусу гільзи, спряжена з дном, піддається осьовому пластичному розтягуванню за рахунок наявності осьового зазору і пружного осадження вузла запирання.

III період – другий піродинамічний – характеризується падінням тиску в результаті руху кулі і збільшення закулевого простору і триває від моменту досягнення пороховими газами максимального тиску до моменту завершення горіння порохового заряду. Куля рухається з дуже великим прискоренням, набираючи велику швидкість. По досягненню максимального тиску гільса сумісно з каморою починає пружно розвантажуватись. При цьому триває інтенсивний теплообмін між стінками гільзи і розпеченими пороховими газами.

IV період – термодинамічний – триває від моменту завершення горіння порохового заряду до вильоту кулі із ствола. Величина дульного тиску залежить від умов заряджання і довжини ствола і складає величину близько 30...70 МПа. Швидкість кулі до кінця четвертого періоду досягає практично максимального значення. Продовжується сумісне пружне розвантаження гільзи і камори, при цьому гільза за рахунок теплообміну нагрівається і термодформується. Фактор збільшення поперечних розмірів гільзи за рахунок прогріву необхідно враховувати для забезпечення надійної екстракції її після вильоту.

Наведена модель процесу пострілу дозволяє:

- визначити роботу порохових газів;
- на основі балансу роботи порохових газів і кінетичної енергії кулі приблизно оцінити швидкість кулі в залежності від довжини ствола;
- встановити оптимальну довжину ствола зброї, при якій є досяжні максимальна дульна швидкість і повне згорання порохового заряду;
- виділити періоди максимальних перевантажень, що діють на елементи кулі, і врахувати умови заряджання, що забезпечують надійне функціонування конструкції кулі під час руху її в каналі ствола.

Що стосується зовнішньої балістики, то в ній прийнято декілька еталонів форми снарядів і законів опору повітря, а саме:

- закон опору повітря Сіаччі (циліндричний снаряд з притупленою головною частиною),  $i_{\text{Сіаччі}}=0,42\dots 0,65$  – для подовжених куль із загостреною головною частиною з оживальною формою вершини кулі;
- закон опору повітря 1943 р. (снаряд з загостреною головною частиною оживальної форми з  $h_1/d=1$ ),  $i_{43}=0,90\dots 1,10$ .

Коефіцієнт форми  $i$  є складальною функцією і залежить від форми і розмірів фігур, що складають кулю, її початкової швидкості і дальності стрільби.

Досить важливим показником при проектуванні куль є сили, що діють на кулю в польоті. На кулю, що рухається в безповітряному просторі діє лише сила тяжіння, яка разом з початковою швидкістю і кутом кидання попередньо визначає форму траєкторії її польоту. При польоті в повітрі на кулю діють дві зовнішні сили: сила опору повітря і сила тяжіння. Сила опору повітря перешкоджає руху кулі і спрямована під деяким кутом  $\alpha$  до вектора швидкості кулі. Сила тяжіння  $q_n$ , як відомо, викликає пониження траєкторії польоту.

Для забезпечення стійкого польоту кулі (снаряду) на траєкторії застосовують два способи стабілізації. Перший – полягає в зміщенні центру опору назад за центр тяжіння за рахунок оперіння (стабілізатора) і збільшення ваги носової частини. Другий – полягає в наданні кулі (снаряду) великої кутової швидкості обертання навколо повздовжньої геометричної осі. Вказаний обертальний рух кулі досягається за рахунок спеціальних нарізів всередині каналу ствола [3].

Якісною характеристикою, що визначає балістичну досконалість кулі в поєднанні з початковою швидкістю, є дальність прямого пострілу – та дальність, при стрільбі на яку максимальне підвищення траєкторії польоту кулі не перевищує висоту заданої цілі. Чим більша дальність прямого пострілу (чим настильніша траєкторія), тим менше вплив помилок на визначення відстані до цілі (в установках прицілу) і на ефективність її ураження. Дальність прямого пострілу визначають виходячи із польотного часу кулі. При однакових умовах стрільби кожна куля, що випущена з однієї і тієї ж зброї, описує власну траєкторію, що відрізняється від траєкторії інших куль. Зовнішньо балістичні параметри зброї і патронів мають неминуче розкидання на яке впливають метеорологічні та інші фактори. Це виражається в розсіюванні куль при влучанні в цілі. При значній кількості пострілів траєкторії в своїй сукупності утворюють сніп траєкторій, який при зустрічі з мішенню дає ряд пробоїн, розташованих на різних відстанях одна від одної. Площа, яку вони вкривають, називається площею розсіювання.

На розсіювання куль впливає багато факторів, які можуть бути згруповані в залежності від зброї і умов її використання, від патрону, його балістичних і конструктивних характеристик, точності виготовлення, строку зберігання і т.і., від метеорологічних умов стрільби, від професійної підготовки і навичок стрільця.

Патрон та його характеристики складають приблизно одну третину від загальної маси факторів, що впливають на розсіювання куль при стрільбі. З них найбільш важливими слід рахувати:

- балістичні і динамічні характеристики куль;
- стійкість куль в польоті на траєкторії;
- конструктивні характеристики куль;
- фізико-хімічні властивості і конструкцію порохового заряду;
- ступінь точності виготовлення кулі, її елементів і патрону в цілому.

Кожен з цих факторів має ряд особливостей та в подальшому потребують більш детального окремого вивчення. В наш час існує багато методів визначення характеристик розсіювання і велика кількість розвивається, які базуються на ймовірнісному підході до розрахунку розподілу сукупності випадкових величин.

Куля є основним елементом патрона, призначеним для ураження цілі. На етапі ескізного проектування патрона основну увагу приділяють розробці конструкції кулі притримуючись визначеної послідовності виконання робіт:

- аналіз технічного завдання (ТЗ) та тактико-технічних вимог (ТТВ);
- вибір виду і орієнтовно конструктивних параметрів кулі ( $m_n$ ,  $d$ ,  $l_n$  та інші);
- розробка варіантів конструкції кулі;
- розрахунок балістичних і динамічних характеристик куль;
- розрахунок характеристик міцності і оцінка надійності функціонування кулі при пострілі;
- порівняльна оцінка оптимального варіанту конструкції кулі;
- кінцеве визначення лінійних, динамічних характеристик, уточнення результатів розрахунку міцності елементів і надійності функціонування кулі при пострілі.

Відпрацювання і аналіз технічного завдання і тактико-технічних вимог дозволяє визначити головне завдання, які повинні виконувати патрон і стрілецький комплекс в цілому, виходячи із концепції застосування бойової зброї. Вводяться додаткові вимоги по ефективності дії боєприпаси

(наприклад, для бронебійно-запалювальних куль – підвищення заперешкодної дії, досягнення можливості запалювання важких видів палива і т.п.) при збереженні вже наявних рішень, наприклад, забезпечення неможливості зриву кулі з нарізів каналу ствола, надійна стабілізація її під час польоту та інші. Встановлюються калібр і вид зброї, кращий режим стрільби.

При визначенні виду кулі і орієнтовних конструктивних параметрів необхідно виходити з того, що куля – це балістичний снаряд, що нерідко має складну конструкцію, що наповнена великою кількістю елементів, в тому числі запалювальних, трасуючих і вибухових речовин. В цьому значенні вона мало чим відрізняється від артилерійського снаряду. Калібр не є ознакою, за якою можливо відрізнити кулю від снаряду, так як межі стрілецької зброї і артилерії розширювались і розширюються, та утворюють цілісний ряд. Тому умовно куля і снаряд розрізняються конструкцією ведучого пристрою: снаряд вривається в нарізи каналу ствола спеціальним ведучим пояском, а куля – циліндричною частиною оболонки.

Всі кулі поділяються на звичайні та спеціальні.

Звичайні кулі прості за будовою і призначені, в основному, для поразки живої сили противника. Вони володіють вбивчою, зупиняючою, пробивною дією і застосовуються в пістолетних, автоматних і гвинтівочних і навіть великокаліберних (снайперських) патронах стрілецької зброї.

Спеціальні кулі характеризуються, крім вбивчої, зупиняючої, пробивної, ще й спеціальною дією і призначаються переважно для ураження захищеного противника і його бойової техніки.

За поєднанням видів дії всі кулі поділяються на кулі простої дії і комбіновані. Кулі простої дії – звичайні і спеціальні: бронебійні, запалювальні, трасуючі, розривні; кулі комбіновані поєднують декілька спеціальних дій: бронебійно-трасуючі, бронебійно запалювальні, пристрілочно-запалювальні, бронебійно-запалювально-трасуючі та інші. По суті кулі спеціальної дії також можна вважати комбінованими, так як крім спеціальних, вони реалізують дії, притаманні простим кулям.

Ускладнення конструкції комбінованих куль не завжди виправдано, адже передбачає велику кількість конструктивних елементів, складність виготовлення і неможливість суворої стабілізації таких куль в польоті. Тому переважаючими в номенклатурі патронів є прості кулі – звичайні і спеціальні простої і рідше комбінованої дії, які в теперішні часи застосовують в патронах всіх стрілецьких систем.

Окремо можна розділити вимоги, які ставляться до тих чи інших куль (патронів), зокрема:

- оцінка вбивчої та пробивної (проникаючої) дії (для звичайних куль);
- оцінка бронебійної дії (для бронебійних та комбінованих куль);
- визначення дальності трасування (для трасуючих та комбінованих куль);
- підбір запалювального складу (для запалювальних та комбінованих куль);
- підбір вибухової речовини (для розривних куль);
- визначення конструктивних та технологічних факторів (для снайперських патронів);
- розподіл і визначення характеристик в залежності від дії, конструкції чи матеріалам, що використовуються (для пістолетних патронів).

В подальшому при проектуванні патронів до стрілецької зброї необхідно виконати та розрахувати наступні характеристики:

- визначити динамічні характеристики куль;
- забезпечити стабілізацію в польоті куль з оперінням;
- оцінити можливості поперечного розриву оболонки кулі в каналі ствола;
- розрахувати кулі на зрив з нарізів каналу ствола;
- розрахувати кулі на демонтаж по вильоту з каналу ствола;

Гільза є одним з основних елементів патрона від якого залежать надійність і безвідмовність дії зброї при різних режимах бойового застосування в режимах стрільби [4].



Основне призначення гільзи – розміщення і забезпечення тривалого збереження заряду і засобів запалювання, обтюрація патронника і затвора від прориву порохових газів, поєднання всіх елементів патрону в одне ціле. Основні вимоги, що пред'являються до гільз:

- легкість входження в камору і точна фіксація в ній;
- надійність обтюрації від прориву порохових газів через затвор, що забезпечує безпеку стрільця і безвідмовну роботу механізмів перезаряджання;
- міцність і жорсткість при пострілі і в службовому поводженні;
- надійність екстракції з патронника після пострілу;
- міцність утримання кулі (снаряду) в дульці при транспортуванні і досиланні патрона в патронник;
- можливо більший об'єм і мала маса за рахунок прийняття мінімальної (з умов міцності) товщини стінок корпусу і дна (маса цільноштампованої гільзи складає зазвичай 20...30% маси патрона);
- герметичність, відсутність хімічної взаємодії з зарядом і його запобігання від пошкоджень при транспортуванні і в службовому поводженні);
- незмінність механічних властивостей при зберіганні, стійкість проти корозії і корозійного розтріскування;
- порівняльна простота конструкції і технологічність стосовно до умов масового виробництва;
- економічність виготовлення і не дефіцитність матеріалів.

Відповідно до матеріалів для виготовлення цільноштампованих гільз висуваються наступні вимоги:

- висока пластичність при обробці штамповкою і в холодному стані, що забезпечує пружно-пластичну деформацію при пострілі без порушення міцності;
- здатність до деформаційного зміцнення для отримання необхідних властивостей;
- висока міцність, що забезпечує надійне функціонування гільзи при пострілі;
- незмінність механічних властивостей в процесі тривалого зберігання, стійкість проти старіння і самовільного розтріскування;
- висока антикорозійна стійкість в процесі виготовлення і подальшого зберігання;
- простота термічної обробки в процесі виробництва і стійкість проти взаємодії високої температури при пострілі;
- хімічна інертність по відношенню до порохового заряду;
- висока технологічність, тобто придатність до холодної обробки тиском і механічного оброблення різанням;
- низька вартість і недефіцитність.

Гільза є елементом патрона, і її функціонування підпорядковується закономірностям підвищення тиску порохових газів, швидко змінній температурі, взаємодії елементів, що приймають участь в пострілі. Тому необхідно обов'язково прив'язати умови функціонування гільзи з процесом пострілу, його характерними періодами і моментами, що розглядаються внутрішньою балістикою.

При проектуванні гільзи необхідно виділити основні фактори пострілу, варіюючи якими можна в значній мірі забезпечити надійну екстракцію гільзи, її міцність і обтюрацію порохових газів. Ці фактори можуть бути розподілені на три групи:

1) фактори, що визначаються гільзою (матеріал гільзи, його структура, механічні і теплофізичні властивості, конструктивні характеристики, технологічні особливості виготовлення, наявність і вид покриття);

2) фактори, що визначаються умовами пострілу (тиск порохових газів, характер його збільшення, тривалість пострілу, температура порохових газів, конструкція і властивості заряду, маса кулі і спосіб її кріплення з дульцем, величина витяжного зусилля);

3) фактори, що визначаються зброєю (конструктивні характеристики ствола, патронника, вузла запирання, умови і режими стрільби).

Умови заряджання – це раціонально вибрані поєднання параметрів патрону і зброї, при яких виконується основна задача внутрішньої балістики – отримання необхідної дульної кінетичної енергії кулі. До них відносяться максимальний тиск порохових газів  $p_m$ , довжина каналу ствола  $L_{\text{кн}}$ , вага заряду  $\omega$ , міцність заряджання  $\Delta$ , розширення камори, що визначається коефіцієнтом пляшковості  $\psi$ . Визначення цих величин можливе при відомому калібрі  $d$ , ваги кулі  $m_n$ , та початкової її швидкості  $V_0$ , які встановлюються технічним завданням і визначаються зовнішньо балістичними розрахунками.

Вибір умов заряджання при розробці стрілецького комплексу проводиться за методикою, розробленою Д.А. Вентцельом, яка в себе включає:

- 1) взаємозалежність елементів всередині балістичних характеристик;
- 2) вирішення задачі вибору умов заряджання;
- 3) підбір пороху для патронів стрілецької зброї;
- 4) дотримання вимог при виборі капсулів-запалювачів.

Постановка завдання і порядок виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (ДКР) повинен визначатися системою розробки і постачання продукції на виробництво, яка повинна включати в себе ряд документів (ДСТУ). Конкретні вимоги до створюваних патронів чи їх модернізації формуються темою ДКР. Основою для виконання роботи є договір між організацією-замовником і підприємством-виконавцем. Підприємство-виконавець розробляє план-графік виконання ДКР, конструкторську і технологічну документацію, програму проведення дослідних робіт, виготовляє дослідну партію виробів і проводить їх випробування у визначеному порядку. Виконання ДКР повинно включати ряд етапів, які повинні забезпечити:

- розробку технічних умов на виготовлення (модернізацію) патрона;
- розробку технічних вимог до патронів;
- розробку технічного завдання на проектування патрона;
- проектування конструкторської документації на патрони до стрілецької зброї.

Останнім етапом в проектуванні патронів є контроль якості і приймання патронів до стрілецької зброї. Контроль і випробування партій патронів проводиться працівниками ВТК заводу-виробника в присутності представника замовника. Інструкціями повинні визначатися наступні категорії випробувань: прийнятно-здавальні, періодичні, типові та кваліфікаційні. Кожна з вказаних категорій контрольних випробувань за своїм складом може включати в себе декілька видів випробувань: механічні, кліматичні, візуальні, вимірювальні, на надійність і ефективність дії при стрільбі.

Що стосується технологічної складової виробничого процесу виготовлення патронів, то він включає наступні етапи:

- 1) отримання, зберігання і видачу матеріалів, металів і напівфабрикатів;
- 2) підготовка засобів виробництва, тобто проектування і виготовлення робочого, вимірювального, допоміжного інструменту, пристроїв для завантаження станків і пресів спеціальних станків, ремонт обладнання і т.д.
- 3) виготовлення заготовок для металевих елементів патронів;
- 4) виготовлення металевих елементів патронів;
- 5) виготовлення піротехнічних складів для куль спеціальної дії;
- 6) виготовлення тари для патронів;
- 7) монтаж куль, спорядження патронів і їх укупорка;
- 8) контроль матеріалів, напівфабрикатів, готових виробів і випробування бойових якостей патронів, про яке вже згадувалось вище.

На перших двох етапах виробничого процесу матеріал не змінюється. Виробничий процес, що змінює матеріал з моменту надходження на обробку до отримання готової продукції має назву технологічного процесу і включає третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий етапи виробничого процесу. Восьмий етап

виробничого процесу не пов'язаний зі змінами стану продукту виробництва, але за своїм технічним змістом цілком відноситься до компетенції технологічних органів заводу. Розробка методів і засобів контролю на всіх стадіях обробки повинна виконуватись у тісній взаємодії з технологічним процесом.

Технологічні етапи виробничого процесу визначають профіль виробничих цехів заводу (заготовчі цехи, цехи виготовлення металевих елементів, піротехнічні, монтажні, споряджувальні, тарні і т.д.), що є самостійними в організаційному відношенні ділянками виробничої діяльності підприємства.

Кожний з етапів технологічного процесу з врахуванням методів і засобів контролю фіксується у визначених формах технологічної документації.

Третій і четвертий етапи виробничого процесу є найбільш трудоемними і потребують більших виробничих затрат.

Подальший аналіз вимог як до проектування так і до технологічного процесу розробки та виготовлення патронів до стрілецької зброї дозволить створити чіткий напрямок модернізації патронів до стрілецької зброї та комплексу «зброя – патрон», створити вимоги до проектування та виготовлення артилерійських снарядів та пострілів і в цілому дозволить вирішити головну проблему – створення (удосконалення) заводів чи підприємств по їх виготовленню.

### **Висновки**

Таким чином, у статті визначено та проаналізовано основні вимоги, які можуть бути пред'явлені до проектування та подальшого технологічного процесу виготовлення патронів до стрілецької зброї для подальших потреб Збройних Сил України. Надана інформація дійсно нашоєму на серйозний підхід як до проектування так і до технологічного процесу виготовлення патронів, адже сучасні війни потребують астрономічних кількостей патронів до стрілецької зброї, досить зазначити, що 50 літаків можуть використати до 300 000 патронів.

Масовий тип виробництва є єдиною рентабельною формою організації виробництва патронів.

Масове виробництво з урахуванням чітких вимог до проектування патронів та до технологічного процесу дозволить розподілити витрати на більшу кількість виробів, а також застосовувати найбільш прогресивні форми організації технологічного процесу і якісні виробничі методи обробки.

### **Список використаних джерел**

1. ДСТУ 2860-94. *Надійійність техніки. Терміни та визначення. Введ. 01.01.95* Київ, Держстандарт України: 1995.
2. *Артилерійське озброєння і боєприпаси. А.Й. Дерев'янчук, М.Б. Шелест.* Суми, «Видавництво СумДУ»: 2010.
3. *История советского стрелкового оружия и патронов. Д.Н. Болотин.* Санкт-Петербург, Полигон: 1995.
4. *Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. А.Н. Малов.* Москва, ГИОП: 1947.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАТРОНОВ К СТРЕЛКОВОМУ ОРУЖИЮ**

Т.С. Иванов, Н.Н. Петрушенко, С.М. Костюченко, А.А. Островский

*В статье определено потребность в необходимости создания главных требований к технологическому процессу проектирования и изготовления патронов к стрелковому оружию на основе анализа достижений предыдущих лет как в нашей стране, так и в зарубежных странах. Изложено основные принципы классификации патронов к стрелковому вооружению, кратко проанализировано характеристики процесса выстрела, которые необходимы для проведения дальнейших баллистических расчетов, определено*

*необходимые условия заряжания, определено динамические и баллистические характеристики пуль, проведено оценку их надежного функционирования при выстреле. Приведено методики расчетов основных параметров экстракции и характеристик мощности гильз. Порядок проектирования обусловлен данными об устройстве и назначении различных видов патронов, рассмотрено методы испытаний и приемки изделий. Отдельно описано процессы производства металлических элементов патронов к стрелковому оружию.*

**Ключові слова:** патрон, пуля, калибр, стрелковое оружие, технологический процесс.

## **DETERMINATION OF THE BASIC REQUIREMENTS FOR THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING AMMUNITION WEAPONS**

T. Ivanov, M. Petrushenko, S. Kostiychenko, A. Ostrovskyj

*The article identifies the need to create basic requirements for the technological process of designing and manufacturing ammunition for small arms based on the analysis of the assets of previous years in our country and foreign countries. The basic principles of classification of ammunition for small arms are presented, the characteristics of the firing process that are necessary for further ballistic calculations are briefly analyzed, the necessary loading conditions are determined, the dynamic and ballistic characteristics of bullets are determined, their reliable functioning during firing is evaluated. The methods of calculations of the main parameters of extraction and durable characteristics of the cartridges are given. The design procedure is determined by the data on the construction and purpose of different types of cartridges, methods of testing and acceptance of products are considered. The processes of production of metal elements of ammunition for small arms are highlighted separately.*

*It is known that the only source of supply of ammunition for small arms for the Armed Forces of Ukraine was the Luhansk Cartridge Plant, which apparently used sources and literature for the design and production of ammunition since the Soviet Union. Unfortunately, during the years of Ukraine's independence, both during the peacetime and during the armed conflict in eastern Ukraine, attention was not paid to developing requirements for the design and production of not only small arms ammunition, but also of ammunition as a whole, which is why it becomes unclear, what modern private investors rely on and use, offering and already partially meeting the needs of the Armed Forces of Ukraine with some types of ammunition. It is no secret that the scale of the cost of ammunition for small arms, even in peacetime, counts by the billions of pieces, which requires considerable material costs not only for their production, but also for transportation, storage, and testing. Accordingly, the purpose of the article is to determine the basic requirements for the basics of design and technological process of production of ammunition for small arms, taking into account the constant development and modernization of not only the cartridges themselves, but also small arms.*

**Keywords:** cartridge, bullet, bore, small arms, technological process.