

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
імені ІВАНА БОБЕРСЬКОГО
Кафедра стрільби та технічних видів спорту

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри СтаТВС

_____Виноградський Б.А.

“ _____ ” _____ 20__ року

Лекція № 3

з дисципліни «Теорія і методика обраного виду спорту та СПВ»

(стрілецькі види спорту)

для студентів II курсів факультету фізичної культури і спорту

для студентів II курсу факультету педагогічної освіти

денної форми навчання

галузь знань: 01 - «Освіта/Педагогіка»

спеціальність: 017 – «Фізична культура і спорт»

спеціальність: 014 – «Середня освіта», предметна

спеціалізація: 014.11 «Середня освіта (Фізична культура)»

перший бакалаврський рівень

Львів

2021-2022 навчальний рік

Тема «Прикладна балістика в стрілецьких видах спорту»

Навчальні та виховні цілі

Ознайомити з основами стрілецького спорту. Висвітлити загальні характеристики стрілецьких видів спорту. Показати позитивний вплив спорту на розвиток суспільства.

Навчальні питання і розподілення часу

Вступ – 5 хв.

1. Основи прикладної балістики – 25 хв.
2. Основні розділи внутрішньої балістики – 25 хв.
3. Прикладна внутрішня балістика – 25 хв.

Заключення та відповіді на запитання – 10 хв.

Навчально-матеріальне забезпечення

Фото відеоматеріали, плакати.

Навчальна література

1. Виноградський Б. Теорія і методика спортивної стрільби з гвинтівки : навч. посіб. / Богдан Виноградський, Андрій Демічковський. – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. – 168 с.
2. Виноградський Б. Теорія і методика стрільби стендової : навч. посіб. / Б. Виноградський, Р. Грибовський. - Львів : ЛДУФК ім. І. Боберського, 2020. - 84 с.
3. Пятков В.Т. теорія і методика стрілецького спорту, Львів 1999р. підрозділ 1.1. 5-12 сторінки.
4. <http://www.shooting-ukraine.com>
5. <http://www.issf-sports.org>
6. <http://www.pzss.org.pl>

Прикладна балістик в кульовій стрільбі

Теоретичні основи внутрішньої балістики були розроблені по-перше, для ствольних систем, тобто для артилерії, а потім адаптовані для нарізної стрілецької зброї.

До загальних задач внутрішньої балістики, як науки відносяться:

- 1) вивчення та аналіз умов і факторів, від яких залежить процес пострілу;
- 2) встановлення загальних та часткових теоретичних і експериментальних закономірностей, які характеризують та супроводжують процес пострілу;
- 3) розробка методів розв'язку задач, які виникають в процесі дослідження пострілу;
- 4) розробка спеціальної апаратури для дослідження явищ і процесів при пострілі.

В явищі пострілу розрізняють наступні основні процеси:

- 1) горіння пороху і утворення газів, які мають дуже велику температуру і володіють великим запасом внутрішньої енергії; в цьому процесі швидкість горіння залежить в основному від природи й температури пороху та від тиску газів;
- 2) перетворення теплової енергії порохових газів в кінетичну енергію руху системи: гази заряду-снаряд-ствол-приклад;
- 3) рух газів заряду, снаряда та ствола.

Всі процеси взаємопов'язані і протікають одночасно. Незважаючи на високу інтенсивність протікаючих при пострілі процесів, тим не менш вони закономірні, в певних межах керовані, і при збереженні одних і тих же умов заряджання, стабільні від пострілу до пострілу.

Ці особливості процесу пострілу безпосередньо залежать від властивості бездимних порохів горіти закономірно паралельними шарами з порівняно невеликою швидкістю, що дозволяє керувати явищем пострілу, тобто так регулювати притік газів при горінні пороху в каналі цівки (ствола) в залежності від умов горіння, щоб отримати потрібний закон розвитку тиску і необхідну швидкість снаряду при вильоті його з каналу цівки (ствола).

Основні особливості пострілу з гладкоствольної зброї характеризуються наступним. В явищі пострілу розрізняють такі періоди:

- 1) попередній – від початку горіння заряду до початку руху снаряду;
- 2) перший або основний – горіння пороху й рух снаряда в каналі ствола (до повного згоряння заряду);
- 3) другий – після згоряння заряду до вильоту снаряда з каналу ствола;
- 4) третій – період післядії газів на снаряд після вильоту його з каналу ствола.

У гладкоствольній зброї снаряд рухається в каналі під дією сили тиску порохових газів.

Ствол можна розглядати як трубку, закриту з одного боку, нерухомим затвором (замком), а з другого – рухомим снарядом. Сила тиску на затвор завжди більша за силу тиску на дробовий снаряд. Під дією сили тиску снаряд, рухається з прискоренням і при вильоті зі ствола має певну початкову (дульну) швидкість. Сила, що діє на затвор надає стволу і з'єднаному з ним прикладу рух. У протилежну сторону –діє віддача.

При горінні заряду в каналі ствола тиск p порохових газів і швидкість v снаряду змінюються, як функції шляху l снаряду і часу t по певних законах, які записують у вигляді.

Явище пострілу протікає таким чином. Під дією ударного механізму спалахує й горить порох при постійному об'ємі, поки тиск газів не досягне тиску достатнього для початку пересування снаряда в каналі ствола. Тиск p_0 називається тиском форсування. Дана частина процесу пострілу називається **попереднім періодом**.

За попереднім періодом слідує **перший або основний** період пострілу – період горіння пороху в збільшуючомуся об'ємі каналу ствола. При цьому порохові газу, надаючи снаряду наростаючу швидкість, виконують роботу і охолоджуються.

На початку першого періоду, коли швидкість снаряду ще невелика, об'єм виникаючих газів зростає швидше, ніж об'єм в якому проходить горіння. Як результат, тиск швидко підвищується, досягаючи максимуму, снаряд на даний момент проходить шлях,якому відповідає часвід початку руху. В подальшому, незважаючи на продовження горіння пороху та приток нових газів, тиск починає падати, досягаючи величини до моменту повного згоряння пороху. Цьому тиску відповідає шлях снаряду, час і швидкість снаряду. На протязі першого періоду газу роблять більшу частину роботи.

Після згоряння пороху приток газів припиняється, однак так як газу, які знаходяться в каналі ствола, ще мають великий запас енергії, то на ділянці до дульного зрізу вони продовжують збільшувати об'єм і проводити роботу, збільшуючи швидкість снаряду. Цей період називається **другим періодом пострілу**, який є фізичним процесом збільшення об'єму газів, які сильно стисненні і знаходяться при високій температурі. Так як у момент закінчення горіння пороху швидкість снаряду вже велика і далі ще збільшується, то шлях до дульного зрізу снаряд проходить швидко; тому можна нехтувати передачею тепла через стінки ствола і рахувати весь цей період **періодом адіабатичного розширення газів**. Він закінчується, коли снаряд покидає ствол. В другому періоді пострілу тиск падає від тискув кінці горіння до дульного, а швидкість снаряду наростає відповідно.

Після вильоту снаряду зі ствола газу продовжують ще на деякій віддалі діяти на снаряд, надаючи йому прискорення. Тому снаряд отримує найбільшу швидкість v_{max} на деякій віддалі від дульного зрізу, після чого під дією сил опору повітря, швидкість снаряду починає падати.

Період пострілу, протягом якого снаряд набуває швидкості, називають **третім періодом** або періодом післядії газів на снаряд.

Основні розділи внутрішньої балістики.

Внутрішня балістика являє собою спеціальну технічну науку, яка має свій спеціальний профіль.

Внутрішня балістика на сучасному рівні розвитку складається з таких основних розділів, які по суті визначають, як основні напрямки досліджень, так і її задачі.

1. **Піростатика** – вивчення законів горіння пороху й утворення газів при згорянні пороху в постійному об'ємі. В цьому розділі вивчається вплив форми, розмірів, природи пороху, умов зарядження, тиску газів на інтенсивність газоутворення в найпростіших умовах, коли порохові гази не виконують роботи при розширенні.

2. **Фізична піродинаміка** – вивчення фізичних основ явища пострілу як термодинамічного та газодинамічного процесу; дослідження робіт, які виконуються газами в каналі ствола, втрат тепла і інших явищ, що супроводжують постріл. До цього розділу також відноситься вивчення післядії газів на снаряд та ствол.

3. **Теоретична піродинаміка** – розв'язок основної задачі внутрішньої балістики – встановлення зміни тиску порохових газів і швидкості снаряду як функції шляху снаряду й часу. Залежності, які при цьому втримуються, дозволяють встановлювати основні закономірності пострілу та аналізувати вплив різних умов заряджання і конструктивних характеристик каналу ствола на балістику пострілу.

4. **Балістичне проектування** – одна з найважливіших прикладних задач внутрішньої балістики, яка визначає конструктивні дані каналу ствола і умови заряджання, при яких снаряд даного калібру і ваги отримає при вильоті з каналу ствола задану початкову дульну швидкість v_d .

При проектуванні ствола розраховують товщину його стінок, вагу ствола, положення центру тяжіння.

Прикладна внутрішня балістика.

В момент пострілу при горінні пороху, в залежності від його типу, виникає певна кількість порохових газів з температурою більше 2000 С. При згорянні перших, так званих димних порохів виникало близько 40 % порохових газів, останні 60 % — це тверді залишки, тому при пострілі було багато диму. Об'єм порохових газів приблизно в 300 разів більший ніж об'єм пороху.

Сучасні бездимні порохи, одним з перших із яких був «Сокіл», горять повільніше, однак кількість газів, як продукту процесу горіння, в 900 разів більше за об'єм пороху. Від моменту спалахування пороху до початку пересування дробового снаряда проходить певний час, протягом якого збільшується тиск порохових газів і досягається певне його значення, яке називається тиском форсування. Він тим вищий, чим більш щільно знаходиться дробовий снаряд у гільзі. Останнє також сприяє більш повному згорянню пороху. Гази тиснуть в усі сторони з приблизно однаковою силою і виходять там, де опір найменший. Вони не можуть прорватися назад, цьому

протидіє замок рушниці, який приймає на себе тиск газів. Дія тиску газів по продовженню осі каналу ствола назад, намагається пересунути рушницю назад в цілому, так виникає віддача. Враховуючи, що рушниця має значно більшу масу ніж пижі й дріб, то швидкості руху вони отримують різні, а саме - обернено пропорційно масі.

В камері згоряння в короткий проміжок часу виникає дуже високий тиск, в середньому $400-600 \text{ кгс/см}^2$ (у нарізній зброї $3000-4000 \text{ кгс/см}^2$) при максимально допустимому тиску $700-800 \text{ кгс/см}^2$.

Стінки патронника і каналу ствола витримують цей тиск і в межах пружних деформацій збільшують свій діаметр у середньому до $0,2 \text{ мм}$. Слабким місцем залишаються пижі та дробовий снаряд, який певним чином зафіксований системою заділки (завальцовка або «зірочка»). Саме тому пижі з дробовим снарядом під дією порохових газів починають рухатися з наростаючою швидкістю.

Під дією сили порохових газів в дробовому снаряді починають виникати сили розклинювання, через дію яких починають деформуватися окремі дробини, особливо периферійні, які контактують з каналом ствола. На канал ствола діє додатковий тиск, який значно більший тиску порохових газів. При цьому, чим більша за діаметром дріб, тим більша сила розклинювання і тиск на канал ствола. Тому один і той же заряд пороху для більшої дробі надає їй меншу швидкість. Зменшує початкову швидкість снаряду і дульне звуження, яке гальмує снаряд в цілому й особливо периферійні дробини. Це одна з причин того, що дробовий снаряд при проходженні через дульне звуження набуває витягнутої форми.

Чим дрібніший порох, тим більший тиск він утворює в каналі ствола, однак це не завжди призводить до збільшення початкової швидкості руху снаряда. Краще, коли порох утворює менший початковий тиск, однак його середній тиск по каналу ствола вище. Більша сила, діючи на значній віддалі, надасть заряду більшого прискорення і, як результат, більшу початкову швидкість.

Має значення і сила, із якою досягається пиж до пороху. Збільшуючи силу, можна примусити великозернистий порох горіти швидше і утворити підвищений тиск в каналі ствола, а зі зменшенням сили можна знизити тиск у каналі ствола при горінні дрібнозернистого пороху.

При просуванні снаряду каналом ствола збільшується об'єм заснарядного простору, і, хоча горіння пороху продовжується, тиск у каналі ствола швидко падає і в дульній частині дробових рушниць складає $450-500 \text{ кгс/см}^2$, в нарізній зброї до 1000 кгс/см^2 .

Для доброго бою рушниці важливо, щоб канал ствола був строго циліндричної або конічної форми, і, головне, щоб стінки ствольної трубки були правильно профільовані, а від патронника до дульного зрізу мали товщину, яка відповідає тим тискам, що утворюються в даному місці. У такого ствола збільшення діаметру буде проходити на одну і ту ж величину на всьому протязі. Шріт не буде перебудовуватися, зменшиться також ймовірність прориву газу між пижами й стінками каналу ствола. Така

рушниця буде мати хороший та стабільний бий.

Хвиляста обробка зовнішніх стінок ствольної трубки не може забезпечити доброго бою навіть при ідеальній обробці внутрішньої поверхні. перебудовуватися

Зі збільшенням довжини ствола, збільшується і початкова швидкість снаряду. Чим довше певна сила діє на снаряд, тим більше прискорення він отримає. Так із збільшенням довжини ствола на кожні 100 мм, початкова швидкість збільшується в середньому на 7-8 м/сек. Однак рушниця з довгими стволами стає погано керованою, збільшується вага, зміщується центр тяжіння. Простіше на декілька сотих грама збільшити заряд пороху.

Існують цікаві дані, які вказують на зміну початкової швидкості дробі від різноманітних факторів.

Під час пострілу від різкого підвищення тиску в каналі ствола виникає ніби удар по його стінках, який викликає розповсюдження звукової хвилі. Ствол знаходиться під дією вібрації і вісь каналу ствола в момент вильоту снаряда може опинитися вище або нижче, ніж вона була до пострілу, тобто між вісями до пострілу, і вже коли снаряд покидає дульний зріз, утворюється певний кут, який називається кутом вильоту снаряду. Якщо на кінцях ствола зосереджена велика маса, то кут вильоту буде від'ємний, навпаки - додатнім. Поза тим кут вильоту залежить також від того, як рушниця зафіксована в плечі. Якщо приклад упирається п'яткою, то рушниця буде низити, якщо носком - висити.

При вильоті дробового снаряда, останній виштовхує з каналу ствола повітря і стискає його. Це повітря з домішками порохових газів викликає виникнення ударної хвилі. Усе це є причиною звукового ефекту та віддачі, виникає також полум'я.

Лекцію розробив викладач

Демічковський А.П.

Обговорено на засіданні кафедри стрільби та технічних видів спорту

Протокол № _____ від _____ 20__ р.