

Авіаційна артилерійська зброя



Міністерство освіти і науки України
Міністерство оборони України
Вінницький національний технічний університет
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Авіаційна артилерійська зброя

*Електронний навчальний посібник
комбінованого (локального та мережного) використання*

(2-е видання)

Вінниця
ВНТУ, ХНУПС
2022

УДК 623.74.094(075.8)
А20

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 2 від 29.09.2022 р.)

Автори:

**А. П. Поляков, О. М. Зарубін, О. Г. Березанський,
В. Г. Березанський, О. М. Баранік**

Рецензенти:

Л. К. Поліщук, доктор технічних наук, професор
Л. Г. Козлов, доктор технічних наук, професор
Д. С. Печура, кандидат технічних наук, с.н.с.

Авіаційна артилерійська зброя : електронний навчальний
А20 посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / А. П. Поляков, О. М. Зарубін, О. Г. Березанський, В. Г. Березанський, О. М. Баранік. – 2-е видання. – Вінниця : ВНТУ, ХНУПС, 2022. – (PDF, 358 с.)

У навчальному посібнику розглянуто принципи будови та дії агрегатів і механізмів авіаційної артилерійської зброї, способи бойового застосування, вплив стрільби з неї на повітряне судно та особливості її експлуатації.

Навчальний посібник призначено для курсантів Військового коледжу сержантського складу та курсантів інженерно-авіаційного факультету ХНУПС під час проведення занять з дисципліни «Авіаційна зброя та установки озброєння», виконання ними атестаційних, курсових (проектів) робіт. Матеріал посібника буде корисним викладачам, науковим співробітникам, льотному та інженерно-технічному складу, який займається бойовим застосуванням та експлуатацією авіаційної артилерійської зброї.

УДК 623.74.094(075.8)

© ВНТУ, 2022
© ХНУПС, 2022

З М І С Т

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ ТА ДІЇ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ	12
1.1. Постріл зі зброї та процеси, що його супроводжують	12
1.2. Основні операції і механізми авіаційної артилерійської зброї, її тактико-технічні характеристики	15
1.3. Цикл роботи авіаційної артилерійської зброї. Поняття про циклограму зброї	17
1.4. Класифікація та основні схеми автоматичної зброї	19
1.5. Основні агрегати та вузли авіаційної артилерійської зброї	29
1.5.1. Ствол зброї	29
1.5.2. Двигуни зброї	35
1.5.3. Механізми приводів	41
1.6. Механізми для виконання основних операцій	43
1.6.1. Механізми для замикання і відмикання каналу ствола	43
1.6.2. Механізми досилання патронів, екстракції та відбиття гільз	48
1.6.3. Механізми подачі та зниження патронів	52
1.6.4. Стріляючі механізми	59
1.7. Механізми для дистанційного керування зброєю	66
1.7.1. Спускові механізми	66
1.7.2. Механізми перезаряджання зброї	70
1.7.3. Стартери авіаційної зброї	72
1.7.4. Датчики та перемикачі електричних кіл зброї	76
1.8. Допоміжні механізми та пристрої артилерійської зброї	79
2. СИЛИ, ЯКІ ДІЮТЬ У ЗБРОЇ	92
2.1. Рушійна сила у зброї з відкотним двигуном	92
2.2. Рушійна сила у зброї з газовідвідним двигуном	97
2.3. Газовідвідний двигун у зброї з обертовим блоком стволів	105
2.4. Сила опору патронної стрічки	108

3. АНАЛІЗ РОБОТИ АВТОМАТИКИ ЗБРОЇ	114
3.1. Особливості роботи механізмів зброї	114
3.2. Диференціальне рівняння функціонування автоматики зброї та методика його розв'язання	116
3.3. Удари деталей у зброї	123
3.4. Аналіз роботи автоматики зброї з обертовим блоком стволів	126
3.4.1. Потужність, яку споживають механізми автоматики	126
3.4.2. Потужність, яку розвиває газовідвідний двигун	132
3.4.3. Стартові пристрої та особливості їх розрахунку	134
4. ВПЛИВ ЗБРОЇ НА АРТИЛЕРІЙСЬКУ УСТАНОВКУ ТА ПОВІТРЯНЕ СУДНО	139
4.1. Сили, що діють на корпус зброї та на артилерійську установку ..	139
4.2. Аналіз руху зброї на амортизаторі сили віддачі	142
4.3. Схеми амортизації зброї	149
5. КОНСТРУКЦІЯ Авіаційної артилерійської зброї	156
5.1. Конструкція авіаційної гармати ГШ-30-1	156
5.1.1. Загальні відомості та принципи побудови гармати	156
5.1.2. Будова агрегату ствола гармати	158
5.1.3. Будова кришки гармати	167
5.2. Конструкція авіаційної гармати ГШ-23Л.	172
5.2.1. Загальні відомості та принципи побудови гармати	172
5.2.2. Будова агрегату стволів гармати	174
5.2.3. Електроспуск	186
5.2.4. Амортизатор	188
5.2.5. Приймач	189
5.3. Конструкція авіаційної гармати ГШ-30	198
5.3.1. Загальні відомості та принципи побудови гармати	198
5.3.2. Будова блоку стволів	201
5.3.3. Будова приймача	205
5.3.4. Будова контактора	209
5.3.5. Будова газового поршня	211
5.3.6. Будова касети	212

5.4. Конструкція авіаційної гармати ГШ-6-23.....	212
5.4.1. Загальні відомості та принципи побудови гармати.....	212
5.4.2. Блок стволів з кожухом.....	215
5.4.3. Окремі деталі гармати.....	223
5.5. Конструкція авіаційного кулемета ЯкБ-12,7.....	224
5.5.1. Загальні відомості та принципи побудови кулемета.....	224
5.5.2. Блок стволів.....	229
5.5.3. Коробка в зборі.....	234
5.5.4. Механізм подачі.....	242
5.5.5. Затвор у зборі.....	244
5.5.6. Стартерний пристрій.....	246
5.5.7. Електроспуск і блок контактів.....	253
5.5.8. Центральна шестерня в зборі.....	259
5.5.9. Знімач.....	259
5.5.10. Гайка.....	260
5.5.11. Горловина.....	260
5.6. Конструкція авіаційного кулемета ГШГ-7,62.....	262
5.6.1. Загальні відомості та принципи побудови кулемета.....	262
5.6.2. Блок стволів.....	265
5.6.3. Газовідвідний двигун.....	266
5.6.4. Кожух.....	269
5.6.5. Затильник.....	272
5.6.6. Механізм перезарядки.....	274
5.6.7. Механізм подачі.....	278
5.6.8. Стопор.....	279
5.6.9. Протівідскок.....	279
5.6.10. Механізм замикання.....	280
5.7. Конструкція авіаційного гранатомета АГ-17А.....	281
5.7.1. Загальні відомості та принципи побудови гранатомета.....	281
5.7.2. Конструкція вузлів та механізмів гранатомета АГ-17А.....	283
5.8. Перспективи розвитку авіаційної артилерійської зброї.....	286

6. СПОСОБИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ	290
6.1. Основні задачі, які вирішуються з застосуванням авіаційної артилерійської зброї.....	290
6.2. Типові наземні та повітряні цілі для ураження артилерійською зброєю і характеристики ступенів їх уразливості	291
6.3. Способи та умови бойового застосування авіаційної артилерійської зброї. Обмеження умов бойового застосування ..	299
6.3.1. Стрільба по наземних цілях з нерухомої зброї.....	299
6.3.2. Стрільба по наземних цілях з горизонтального польоту з нерухомої або відхиленої на фіксований кут зброї	305
6.3.3. Стрільба по повітряних цілях	309
6.4. Початкові дані для визначення ймовірностей ураження типових цілей.....	314
7. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ	322
7.1. Загальні положення.....	322
7.2. Загальні правила роботи з артилерійською зброєю на повітряному судні. Заходи безпеки	326
7.3. Підготовка зброї до бойового застосування	330
7.4. Підготовка боєприпасів, спорядження патронних стрічок	334
7.5. Засоби механізації для спорядження патронних стрічок	342
7.6. Зберігання, консервація і розконсервація артилерійської зброї та боєприпасів.....	347
7.7. Маркування і розпізнавальне забарвлення патронів	351
ВИСНОВКИ.....	355
ЛІТЕРАТУРА.....	357

ВСТУП

Авіаційна артилерійська зброя є складовою частиною комплексу авіаційного озброєння. Вона призначена для ураження повітряних і малорозмірних наземних легкоброньованих і неброньованих цілей, активної оборони літаків-бомбардувальників та військово-транспортних літаків від атак винищувачів та керованих ракет, створення завад літаковим та наземним радіолокаційним станціям, тепловим головкам самонаведення та неконтактним підривачам ракет.

Однією з особливостей бойового застосування артилерійської зброї є невелика дальність стрільби і, отже, високі точність та ефективність. Крім того, бойові можливості артилерійської зброї практично не залежать від метеоумов та перешкод з боку противника.

Історія розвитку авіаційної артилерійської зброї тісно пов'язана з розвитком науки і техніки, авіації й тактики її бойового застосування. Артилерійську зброю на літаках почали встановлювати ще напередодні першої світової війни для боротьби з авіацією супротивника.

На той час ще не було створено спеціальних авіаційних автоматичних зразків зброї, тому для озброєння літаків застосовувались зразки наземної автоматичної стрілецької зброї – кулемети, які допрацьовувались умільцями в стройових частинах. Це було пов'язано з пристосуванням наземної зброї для закріплення на літаках та з забезпеченням стрільби через площину, яка обмітається гвинтом двигуна, тобто для синхронізації моменту пострілу з положенням лопаті гвинта. Так, кулемет був уперше встановлений на літаках у 1911 році майже одночасно в Росії і Франції. А в 1913 році німецьким інженером Ф. Шнейдером були запатентовані схема та конструкція синхронного кулеметного привода – синхронізатора, який давав можливість установлювати кулемет на фюзеляжі поряд з кабіною пілота і стріляти через площину, яку омітав гвинт двигуна літака. Перший російський винищувач (літак С-16, 1915 р.) був озброєний синхронним кулеметом, який здійснював постріли вперед, та рухомих кулеметом, який охоплював пострілами задню півсферу простору.

У 1916 році французький льотчик Г. Гінемер використовував у повітряних боях 37-мм гармату, яка стріляла через пустотілу втулку гвинта.

Перший російський бомбардувальник «Ілья Муромец» (1917 р.) мав вісім кулеметів для захисту від винищувачів противника. На ньому проводились також дослідження з застосування 75-мм гармати.

У роки громадянської війни на озброєння авіації Червоної армії встановлювалися кулемети іноземних держав, оскільки вітчизняних кулеметів на той час ще не було створено.

Незважаючи на труднощі, спричинені руйнуванням народного господарства першою світовою та громадянською війнами, радянський уряд приділяв багато уваги укріпленню обороноздатності країни, розробці вітчизняного озброєння для всіх родів військ, зокрема й для авіації.

Одним з перших кроків радянської влади було створення в 1918 році першого в країні конструкторського бюро з розробки стрілецької зброї. Очолив роботу бюро видатний російський учений та конструктор автоматичної зброї В. Г. Федоров, якому належить більше 30 наукових праць з питань будови і проектування автоматичної зброї. У цьому бюро працювали такі талановиті конструктори, як В. А. Дегтярьов (у подальшому директор цього бюро), С. Г. Сімонов, Б. Г. Шпитальний та інші. Особливо бурхливий розвиток авіаційної стрілецької зброї розпочався з 1921 року у зв'язку з розробкою Радою Праці й Оборони програми-максимуму розвитку авіації та авіаційної промисловості. У рішеннях цієї програми висувалась вимога організувати оснащення літальних апаратів засобами для ведення повітряного бою та виробництво авіаційної артилерійської зброї. У зв'язку з рішеннями цієї програми в період з 1924 по 1927 роки на озброєння авіації були прийняті авіаційні кулемети: ПВ-1 (конструктор А. В. Надашкевич), виготовлений на базі кулемета «Максим», та ДА (конструктор В. А. Дегтярьов), основу якого становив піхотний кулемет ДП. Кулемет ПВ-1 призначався для нерухомих установок літаків, а кулемет ДА мав магазинну систему живлення і призначався для рухомих установок.

На заміну їм у 1931 році був прийнятий швидкострільний кулемет ШКАС (конструктори Б. Г. Шпитальний та І. А. Комарицький) калібром 7,62 мм та з темпом стрільби до 1800 пострілів за хвилину. Поява цього кулемета знаменує новий етап у розвитку авіаційної артилерійської зброї. У роки перед початком другої світової війни розробкою авіаційної зброї займалися багато талановитих радянських конструкторів: Б. Г. Шпитальний, І. А. Комарицький, С. В. Владимиров, М. Є. Березін, А. Є. Нудельман, А. С. Суранов, А. А. Волков, С. А. Ярцев та інші.

Подальший розвиток авіації за цей період (застосування цільнометалевих конструкцій літаків, підвищення швидкостей польоту та інші фактори) потребував підвищення ефективності артилерійської зброї за рахунок збільшення калібру та темпу стрільби. У зв'язку з підвищенням живучості літаків та наземних цілей радянськими конструкторами в передвоєнний період були розроблені: 20-мм гармата ШВАК (конструктори Б. Г. Шпитальний та С. В. Владимиров), крупнокаліберний 12,7-мм кулемет УБ (конструктор М. Є. Березін), 23-мм гармата ВЯ (конструктори А. А. Волков та С. А. Ярцев) і 37-мм гармата НС-37 (конструктори А. Є. Нудельман та А. С. Суранов).

Таким чином, до початку Великої Вітчизняної війни на озброєнні радянської авіації знаходились кулемети калібру 7,62 і 12,7 мм та гармати калібру до 37 мм, які за своїми тактико-технічними характеристиками значно перевищували відповідні іноземні зразки. Перехід з кулеметного до гарматного озброєння та роботи зі створення нових, більш сучасних зразків, продовжувались і під час війни. У цей період на озброєння ВПС були прийняті гармати Б-20 (конструктор М. Є. Березін) та НС-23.

У післявоєнні роки роботи з удосконалення авіаційної артилерійської зброї проводились, головним чином, у напрямку підвищення темпу стрільби, зменшення габаритів і маси та підвищення надійності. У 1946 році була прийнята на озброєння гармата Н-37 (конструктори А. Є. Нудельман та В. Я. Немьонов), яка, порівняно з гарматою НС-37, мала більший темп стрільби та меншу масу. Подальшим розвитком зброї калібру 23 мм стали гармати НР-23 (конструктори А. Є. Нудельман та А. А. Ріхтер) та АМ-23 (конструктори Н. М. Афанасьєв і Н. Ф. Макаров).

Основні тактико-технічні характеристики вказаних вище зразків авіаційної артилерійської зброї наведено у табл. В.1.

Таблиця В.1 – Характеристики артилерійської зброї літаків

Найменування зброї	Калібр, мм	Темп стрільби, постр./хв	Початкова швидкість, м/с	Маса зброї, кг	Рік прийняття на озброєння
ПВ-1	7,62	750	860	14,5	1924
ДА	7,62	780	840	8,8	1927
ШКАС	7,62	1800	825	10	1932
ШВАК	20	800	815	42	1936
УБ	12,7	860	840	21	1939
ВЯ	23	600	900	66	1940
НС-37	37	250	880	150	1941
Б-20	20	800	800	23,5	1944
НС-23	23	550	690	37	1944
НС-45	45	250	850	150	1944
Н-37	37	400	690	103	1946
НР-23	23	870	690	39	1948
АМ-23	23	1300	720	43	1952
А-12,7	12,7	1000	810	28	1953
НР-30	30	900	780	66,5	1959

Поява і швидкий розвиток реактивної авіації почали потребувати збільшення ефективності бойового застосування авіаційної артилерійської зброї за рахунок значного підвищення темпу її стрільби. Це сприяло впровадженню в практику проектування нових технічних рішень. Наприкінці 50-х років ХХ ст. розробляється та береться на озброєння 23-мм гармата Р-23 барабанного типу (конструктор А. А. Ріхтер), а в 60-х рр. – двоствольна 23-мм гармата ГШ-23 та шестиствольна 23-мм гармата ГШ-6-23 (конструктори В. П. Грязев і А. Г. Шипунов). Темп стрільби цих зразків зброї лежить в межах від 2,5 до 9 тисяч пострілів за хвилину.

У зв'язку з озброєнням сухопутних військ легкоброньованою технікою підвищувались вимоги й до балістичних характеристик зброї. Тому в 70-х роках минулого століття конструкторами В. П. Грязевим та А. Г. Шипуновим були розроблені: одноствольна гармата ГШ-301, двоствольна гармата ГШ-30 та шестиствольна гармата ГШ-6-30 калібру 30 мм з підвищеними балістичними характеристиками під патрон типу АО-18А. У цих гарматах, залежно від довжини стволів, снаряду масою 300 г може надаватися початкова швидкість 850–960 м/с, що в поєднанні з високим темпом стрільби забезпечує високу ефективність дії як по наземних, зокрема легкоброньованих, так і по повітряних цілях. Гармати калібру 30 мм призначені для озброєння переважно винищувачів-бомбардувальників та штурмовиків.

В особливу групу потрібно виділити зразки артилерійської зброї бойових. На сьогодні для озброєння вертольотів застосовуються: кулемет – чотириствольний калібру 12,7 мм – ЯкБ-12,7 (конструктори П. Г. Якушев та Б. А. Борзов) і калібру 7,62 мм – ГШГ-7,62 (конструктори В. П. Грязев, А. Г. Шипунов та Є. Б. Глаголев); гранатомет калібру 30-мм – АГ-17А (конструктор В. Я. Нємьонов); гармати ГШ-23 та ГШ-30.

Авіаційна артилерійська зброя вертольотів може мати два і більше фіксованих значення темпу стрільби та достатньо великі довжини черг безперервної стрільби. Такі характеристики зброї необхідні для здійснення довготривалої вогневої дії на противника та для забезпечення більш гнучкого застосування артилерійської зброї в різноманітних умовах бойового застосування під час дії по різних цілях. Крім того, гармати та гранатомет для вертольотів мають порівняно невисокі балістичні характеристики та темп стрільби, що пояснюється значними дальностями стрільби з вертольота та прагненням зменшити вплив пострілу на динаміку його польоту. Таким чином, виходячи з вищевказаного, на сьогодні авіаційна артилерійська зброя являє собою велику кількість зразків різноманітних типів, схем і калібрів. У широких діапазонах змінюються їх темп стрільби, балістичні, вагові та габаритні характеристики. Це, насамперед, пов'язано з великим обсягом задач, які вирішуються стосовно ефективного ураження різно-

манітних цілей у широкому діапазоні умов бойового застосування авіації, і з дотриманням особливих вимог до зброї, призначеної для вирішення поставлених задач.

Характеристики сучасних зразків авіаційної артилерійської зброї наведено в табл. В.2.

Таблиця В.2 – Характеристики сучасних зразків авіаційної артилерійської зброї

Найменування зброї	Калібр, мм	Темп стрільби, постр./хв	Початкова швидкість, м/с	Маса зброї, кг
ГШ-23	23	3400	715	53
ГШ-6-23	23	9000	715	73
ГШ-30	30	3000	870	105
ГШ-301	30	1800	860	50
ГШГ-7,62	7,62	5000–6000	825	19
ЯкБ-12,7	12,7	4000–5000	810	45
АГ-17А	30	470–520	180	20

В процесі написання посібника були використані матеріали Б. П. Александрова, О. М. Барбаріна, Д. І. Гладкова, В. І. Грішина, А. Є. Кувеко, В. М. Подтергери, Ю. П. Пономарьова. Під час описання будови авіаційної артилерійської зброї були використані матеріали технічних описів та інструкцій з експлуатації, ч. 2. Конструкція виробів 9-А-4071К, 9-А-472, 9-А-620, 9-А-623, 9-А-622, 9-А-624, 9-А-800.

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ ТА ДІЇ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ

1.1 Постріл зі зброї та процеси, що його супроводжують

Постріл зі зброї являє собою сукупність механічних, фізико-хімічних, теплових, термо- та газодинамічних процесів, які відбуваються у стволі зброї від моменту запалювання порохового заряду до моменту закінчення витікання порохових газів з каналу ствола після вильоту снаряда. Головна ціль пострілу – надати снаряду початкової швидкості поступального та обертального руху. Тому цей рух є складним процесом, внаслідок якого хімічна енергія порохового заряду перетворюється на енергію сильно стиснутих та нагрітих газів, які під час розширення надають снаряду деяку кінетичну енергію.

Процес пострілу протікає дуже швидко – протягом сотих, а інколи навіть тисячних часток секунди. При цьому максимальний тиск газів сягає 300–400 МПа, а їх температура – більше 3000 К.

Під час пострілу окремим елементам ствольних систем та снаряду надаються великі прискорення, внаслідок яких вони набувають значних швидкостей руху. В процесі взаємодії частини зброї піддаються значним ударним навантаженням великої інтенсивності. Під час пострілу відбувається також значне нагрівання ствола зброї, що ще більше ускладнює умови роботи.

Розглядаючи постріл у часі, можна виділити такі термо- і газодинамічні та теплові процеси, що протікають або одночасно, або в деякій послідовності:

- спрацьовування запального пристрою патрона і запалювання порохового заряду;
- горіння пороху в постійному об'ємі (у початковий момент часу, тобто до початку руху снаряда);
- урізування ведучого пояска снаряда в наріз ствола (у момент, коли тиск у камері досягне значення p_0 , який отримав назву тиску форсування);
- поступальний і обертальний рух снаряда в каналі ствола під дією сил тиску порохових газів, реакції полів нарізу і тертя;
- горіння пороху в об'ємі, що збільшується (після початку руху снаряда);
- розширення газоподібних продуктів згоряння пороху, що виконують роботу з переміщення та обертання снаряда;
- витіснення повітря з каналу ствола зброї снарядом;
- прорив газоподібних продуктів згоряння пороху між ведучим пояском снаряда і полями нарізів ствола;
- відкочування рухомих частин зброї;

– витікання продуктів згоряння пороху після вильоту снаряда з каналу ствола;

– теплообмін між газоподібними продуктами згоряння пороху, стволом, снарядом та іншими елементами зброї.

Графік зміни тиску порохових газів p та швидкості снаряда v у стволі залежно від часу t під час пострілу зі зброї зображено на рис. 1.1.

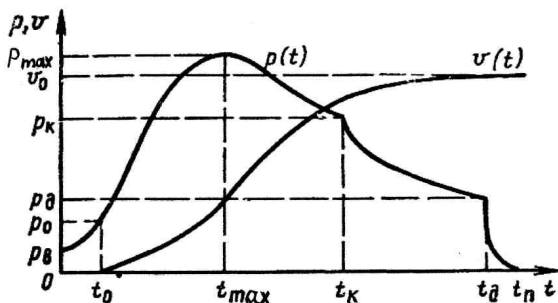


Рисунок 1.1 – Зміна тиску порохових газів та швидкості снаряда у стволі з часом

За початок пострілу t_0 вважається момент спрацювання капсула патрона. У цей момент тиск в камері ствола швидко, практично стрибком, досягає тиску запалювання ($p_3 = 2-5$ МПа) і починається горіння основного заряду.

Спочатку горіння пороху відбувається в постійному об'ємі, тиск газів підвищується і в момент часу t_0 сягає величини тиску форсування p_0 . За такого тиску газів проходить урізування мідного ведучого пояска снаряда або мідного корпусу кулі в поля нарізів ствола, і снаряд (або куля) починає рухатись по стволу. За початок руху снаряда береться момент, за якого урізування пояска в нарізи ствола пройде на повну глибину.

Рух снаряда приводить до збільшення об'єму, в якому відбувається горіння пороху, тобто об'єму заснарядного простору. Спочатку об'єм заснарядного простору збільшується повільніше, ніж об'єм газів, що утворюються, тому тиск продовжує зростати. Одночасно зі збільшенням швидкості снаряда об'єм заснарядного простору збільшується інтенсивніше, тому зростання тиску спочатку уповільнюється, а потім, після досягнення максимального значення p_{max} , у момент часу t_{max} розпочинається зменшення тиску.

У деякий момент часу t_k пороховий заряд згорає повністю, однак гази ще мають високу температуру T_k та тиск p_k і тому вони, розширюючись,

продовжують здійснювати роботу з прискорення снаряда. Робота газу за час $t > t_k$ відбувається тільки за рахунок зменшення його внутрішньої енергії і якщо знехтувати тепловими втратами, то процес розширення газу у цей короткий період вважається адіабатичним.

У момент часу t_d снаряд виходить з каналу ствола, маючи швидкість v_d . За момент вильоту береться таке положення снаряда, за якого його дно знаходиться в площині дулового зрізу ствола. Однак після вильоту снаряда газу, що витікають зі ствола, деякий час, що дорівнює різниці $\tau = t_n - t_d$ (t_n – це час післядії порохових газів під час витікання їх з каналу ствола після вильоту з нього снаряда), продовжують діяти на снаряд, збільшуючи його швидкість до максимального значення v_{\max} . У момент часу t_n сили, які діють на снаряд, стають однаковими, тобто сили тиску порохових газів та сили опору зовнішнього повітря. Через залежність післядії газів від зовнішніх умов стрільби максимальна швидкість снаряда v_{\max} досягається на деякій невизначеній відстані снаряда відносно дулового зрізу, яка коливається від 1 до 5 метрів. Враховуючи це, за початкову швидкість снаряда v_0 беруть деяку фіктивну швидкість, яку мав би мати снаряд на дуловому зрізі, якщо б у подальшому він здійснював свій рух тільки під дією сили опору повітря.

На основі опису пострілу та аналізу кривих тиску і швидкості, наведених вище, у явищі пострілу виділяються такі періоди: *попередній*, *перший* (або основний балістичний), *другий* (або період адіабатичного розширення газів) та *період післядії*.

Попередній період починається з моменту спрацювання капсуля і триває до моменту часу t_0 початку руху снаряда. Цей період ще називають піростатичним або періодом форсування. У цьому періоді припускають, що горіння пороху проходить в незмінному об'ємі, хоча це не зовсім точно відповідає реальному процесу, оскільки за деякий відрізок часу все ж таки проходить зміщення снаряда на ширину його ведучого пояса, що викликає зміну заснарядного простору.

Перший (основний) період триває від t_0 до t_k . Він є найбільш тривалим та складним. Тиск газів у цьому періоді досягає максимального значення, а швидкість снаряда збільшується від 0 до $(0,8-0,9)v_{\max}$. Величина p_{\max} є однією з найважливіших балістичних характеристик зброї, яка використовується для розрахунків стінок ствола, а також снаряда на міцність.

Другий період триває від t_k до t_d . Він протікає швидше ніж основний, тому що снаряд, маючи на початку цього періоду велику швидкість та рухаючись прискорено, решту шляху проходить дуже швидко. Залежно від довжини і калібра ствола тривалість першого та другого періодів становить величину порядку 0,001–0,06 секунди.

Період післядії є короткочасним, він триває від t_d до t_p , причому момент часу t_p визначається рівновагою сили тиску і в'язкості порохових газів, які обдувають снаряд, та сили опору зовнішнього повітря, який характеризується швидкісним натиском. Цей період характеризується складним нестаціонарним обтіканням снаряда газами, які вириваються з великим тиском (порядку 30–100 МПа). Післядія газів проявляється на відстанях до 20–40 калібрів від дулового зрізу.

1.2 Основні операції і механізми авіаційної артилерійської зброї, її тактико-технічні характеристики

Сучасні повітряні судна забезпечуються лише автоматичною артилерійською зброєю (гарматами, кулеметами, гранатометами). Для виконання пострілу з будь-якого типу зброї (автоматичної чи неавтоматичної) необхідно виконати такі операції:

- відімкнути (відкрити) канал ствола;
- вилучити стріляну гільзу зі ствола (ця операція отримала назву «екстракція» стріляної гільзи);
- відбити гільзу, тобто вилучити її за межі зброї;
- подати черговий патрон до приймального вікна зброї;
- знизити цей патрон на лінію осі каналу ствола;
- дослати патрон у патронник;
- замкнути (закрити) канал ствола;
- виконати постріл, діючи на капсуль-запалювач патрона механічним або електричним способом.

Для виконання вказаних вище операцій автоматична зброя має низку агрегатів і механізмів, основними з яких є:

- ствол;
- двигун;
- механізм замикання, який виконує операції замикання та відмикання каналу ствола;
- механізм подачі, який виконує переміщення патронної стрічки та патрона в таке положення, з якого він може бути безпосередньо досланим у патронник;
- механізм досилання патрона у патронник та екстракції і відбиття стріляної гільзи;
- механізм перезаряджання, який слугує для заряджання зброї (приведення її в стан готовності до стрільби), розряджання та усунення затримок у стрільбі;

– спусковий та стріляючий механізми призначені для того, щоб у необхідний момент часу розпочати або припинити стрільбу, а в процесі самої стрільби забезпечити автоматичне запалювання порохового заряду патрона.

Крім основних механізмів автоматична артилерійська зброя має також і ряд допоміжних механізмів та пристроїв, призначених для забезпечення надійності й безпечності роботи зброї та заданих умов експлуатації, до яких належать:

– запобіжні механізми та пристрої противідскоку пристрої, які забезпечують неможливість виконання пострілу за неповністю замкненого каналу ствола та у разі самовільного передчасного його відкривання;

– датчики, які сигналізують про готовність зброї до стрільби та керують роботою лічильника залишку патронів і автоматом перезарядження;

– пристрої для зменшення силової та газодинамічної дії зброї на літальний апарат (амортизатори сили віддачі, гідравлічні та газові гальма, газові компенсатори та локалізатори, системи охолодження стволів).

Бойові властивості та технічне вдосконалення авіаційної артилерійської зброї визначаються її тактико-технічними характеристиками, найбільш суттєвими з яких є:

– калібр (d , мм) – діаметр каналу ствола, виміряний по полях нарізів;
– маса снаряда ($m_{сн}$, кг);
– маса зброї (m_z , кг);
– початкова швидкість снаряда (v_0 , м/с) – максимальна швидкість снаряда (кулі) при вильоті зі ствола зброї;

– темп стрільби (n , пострілів на хвилину) – кількість пострілів, яку зброя може зробити при безперервній стрільбі протягом однієї хвилини;

– сила віддачі (Π , Н) – найбільше значення зусилля, яке діє з боку зброї на установку під час стрільби;

– найбільш допустима довжина черги (N_0 , пострілів) – максимальна кількість пострілів зі зброї з нагріванням її ствола за безперервної стрільби;

– живучість зброї (N , пострілів) – загальна кількість пострілів, яка може бути здійснена з цього зразка зброї, коли ще гарантується її надійна робота та зміна бойових характеристик у допустимих межах. Живучість багатьох зразків зброї обмежується живучістю ствола. Ствол вважається непридатним до подальшого використання через його зношення, якщо початкова швидкість снаряда у такому випадку зменшиться більше ніж на 5%, або матиме місце нестійкий політ снаряда на траєкторії після його вильоту зі ствола. Останнє перевіряється шляхом вимірювання овальності пробоїн, які утворюються снарядом у картонному щиті, встановленому на відстані 100–150 м від дулового зрізу зброї. Овальність пробоїн, яка дорівнює відношенню найбільшого діаметра пробоїни D до калібру зброї d , не має перевищувати значення 1,25. Живучість сучасних зразків

авіаційної зброї знаходиться в межах від 2000 до 40 000 пострілів. На живучість зброї значно впливає калібр, кількість стволів та режим стрільби, який визначається тривалістю безперервної стрільби (кількістю пострілів у черзі) та проміжком часу між чергами пострілів для охолодження зброї. Вказані значення живучості зброї відповідають типовим режимам стрільби, які рекомендуються в технічних описах кожного зразка зброї, також вказується і допустима довжина черги (кількість пострілів у черзі).

Основні характеристики визначають бойову ефективність зброї: вони впливають на особливості її бойового застосування, від них залежать експлуатаційні властивості зброї, вони також ураховуються в процесі конструювання зброї. Калібр та маса снаряда визначають уражальну дію зброї за влучення снаряда в ціль. Від початкової швидкості снаряда залежить бронебійна дія, а також точність стрільби і максимальна дальність, з якої можна вести ефективний вогонь по цілі. Темп стрільби є характеристикою, яка найбільш суттєво впливає на бойову ефективність зброї, тому що зі збільшенням темпу стрільби, за інших рівних умов, збільшується кількість снарядів, які випущені по цілі за час її атаки. Маса зброї, її габарити та сила віддачі накладають обмеження на розміщення зброї на повітряному судні. Живучість, маса, габарити зброї і особливості її конструкції впливають на експлуатаційні властивості.

Характеристики зброї знаходяться у тісному взаємозв'язку. Зміна однієї з них викликає зміну інших. Так, якщо під час розробки зброї збільшити калібр, масу та початкову швидкість снаряда, це призведе до збільшення маси зброї, сили віддачі та зменшення темпу стрільби. Тому в процесі створення нових зразків зброї вибирають оптимальне поєднання основних її характеристик, які забезпечують максимальну бойову ефективність озброєння повітряного судна. Ця задача є досить складною і вирішується шляхом виконання спеціальних теоретичних та експериментальних досліджень.

1.3 Цикл роботи авіаційної артилерійської зброї. Поняття про циклограму зброї

Послідовність виконання операцій зі здійснення пострілу з авіаційної артилерійської зброї становить цикл її роботи, а інтервал часу між двома послідовними пострілами – час циклу.

У загальному випадку час циклу зброї за послідовного виконання всіх операцій зі здійснення пострілу виражається такою залежністю:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{е}} + t_{\text{відб.}} + t_{\text{под.}} + t_{\text{зн.}} + t_{\text{дос.}} + t_3 + t_{\text{стр.}}$$

де t_n – час пострілу, тобто інтервал часу від моменту спрацювання капсули патрона до моменту, коли тиск у каналі ствола спаде до величини $(150\text{--}200)\cdot 10^5$ Па. Передчасне відмикання каналу ствола супроводжується поперечним або поздовжнім розривом гільзи, що може призвести до поломки зброї або затримки у стрільбі. Цей час ще інколи називають балістичним часом (t_6), який складається з часу запалювання порохового заряду патрона, часу формування порохових газів, часу зростання їх тиску до максимального значення та часу зменшення їх тиску до величини $(150\text{--}200)\cdot 10^5$ Па; t_b – час відмикання каналу ствола; t_e – час екстракції гільзи; $t_{\text{відб}}$ – час відбиття гільзи; $t_{\text{под}}$ – час подачі чергового патрона; $t_{\text{зн}}$ – час зниження цього патрона на лінію осі каналу ствола; $t_{\text{дос}}$ – час досилання патрона в патронник; t_3 – час замикання ствола; $t_{\text{стр}}$ – час спрацювання стріляючого механізму.

У деяких зразках зброї у разі виконання пострілу є час очікування, тобто в циклі є час або ділянка холостої роботи для підвищення надійності роботи механізмів.

Автоматична стрільба з артилерійської зброї полягає в безперервному повторюванні циклів зброї. Очевидно, що чим більше циклів вкладається в одиницю часу або чим менше часу триває один цикл, тим вищий темп стрільби (швидкострільність) зброї. Час циклу визначає темп стрільби (швидкострільність) зброї. Темп стрільби і час циклу пов'язані між собою співвідношенням

$$n = 60/t_{\text{ц}},$$

де n – темп стрільби, постр./хв;

$t_{\text{ц}}$ – час циклу.

Час циклу роботи автоматичної зброї можна зменшити **двома шляхами**.

Перший шлях – за рахунок скорочення часу, який відводиться на виконання кожної конкретної операції. Однак можливості скорочення часу виконання окремих операцій обмежено міцністю деталей зброї та їх живучістю, оскільки існують обмеження швидкості ударів їх одна об одну в різних механізмах зброї, а також обмеження міцності патронів та ланок патронної стрічки.

Наприклад, міцність патрона безпосередньо обмежує можливість зменшення часу його досилання, який є найбільш тривалим з усіх операцій в циклі роботи автоматичної зброї. Залежно від конструкції патрона, напрямку та величини інерційних сил під час досилання можливі такі види деформації патронів, що призводять до відмови в роботі зброї:

- осаджування снаряда в гільзу;
- здуття дульця гільзи;
- відгинання закраїни гільзи;
- розпатронювання.

Міцність ланок патронної стрічки обмежує можливість зменшення часу подачі патронів у зброю.

Значно більші можливості зі зменшення часу циклу роботи автоматики зброї дає *другий шлях*, який полягає в суміщенні операцій. Однак у сучасних зразках авіаційної зброї такі операції як відмикання каналу ствола та екстракція гільзи, а також досилання чергового патрона та замикання ствола суміщати неможливо. Як правило, в автоматичній зброї суміщаються частково або повністю такі операції:

- подача чергового патрона з його зниженням;
- зниження патрона з відбиттям стріляної гільзи;
- досилання патрона зі зниженням;
- екстракція гільзи з її відбиттям.

Робота автоматики авіаційної артилерійської зброї характеризується графіком циклу, або, як його часто називають, циклограмою роботи її механізмів.

Циклограма – це графічне зображення закону переміщення основної ланки зброї в часі. Основною ланкою артилерійської зброї вибирають деталь, яка отримує енергію від двигуна зброї, передає її іншим ланкам та механізмам і координує їх роботу. Такою деталлю може бути, залежно від типу схеми зброї, повзун, шток, затвор, ствол або блок стволів.

Якщо циклограма відображає закон переміщення основної ланки зброї залежно від часу, то вона має назву лінійної. А якщо циклограма відображає залежність переміщення основної ланки від часу та кута повороту, то вона називається коловою. Характер циклограми зброї залежить від схеми її автоматики.

1.4 Класифікація та основні схеми автоматичної зброї

За весь час існування автоматичної зброї було створено велику кількість її зразків, які відрізняються один від одного як принципами будови, так і конструктивним оформленням. Усе різноманіття зразків зброї можна поділити на класи та групи за певними ознаками, які дозволяють судити про загальні властивості не одного конкретного зразка, а цілої групи.

Першою загальноприйнятою класифікацією автоматичної зброї була класифікація Федорова – Благонравова (1931 р.), в основу якої покладено розподіл зброї на класи залежно від типу газопорохового двигуна. Класи також підрозділяються на групи та типи залежно від деяких конструктивних особливостей. Однак ця класифікація не враховувала особливостей схем автоматики сучасної зброї.

Сучасна авіаційна артилерійська зброя класифікується:

- а) за типом зброї – на гармати, кулемети та гранатомети;
- б) за кількістю стволів – на одноствольну, двоствольну та багатоствольну;
- в) за схемою автоматики – на звичайного типу, барабанного типу та багатоствольну зброю;
- г) за типом двигуна – на зброю з зовнішнім двигуном (електричним, пневматичним або гідравлічним) та зброю з внутрішнім газопороховим двигуном газовідвідного або відкотного типу.

Одноствольні та двоствольні зразки зброї можуть бути виконані з використанням звичайного або барабанного типу автоматики, а багатоствольні зразки зброї мають схему автоматики з обертовим блоком стволів.

Принциповою особливістю одноствольної зброї звичайного типу є наявність у ній одного ствола з одним патронником, виконаних у вигляді моноблока. Це найбільш поширений різновид зброї, яка тривалий час була єдиною, тому й одержала назву звичайної.

Одноствольна зброя звичайного типу має обмежені можливості щодо суміщення операцій. У ній принципово неможливо сумістити такі операції циклу, як відмикання ствола, екстракція гільзи, досилання патрона в патронник і замикання ствола, що пояснюється наявністю одного ствола з одним патронником. Указані операції у такій зброї можуть виконуватися тільки послідовно одна за одною. Інші операції (подача чергового патрона, зниження його на лінію досилання та відбиття) можуть суміщатися з операціями, вказаними вище, та між собою. У зв'язку з цим у зброї звичайного типу час циклу, у кращому випадку, складається з суми часу на виконання вказаних вище чотирьох несумісних операцій та балістичного часу (тобто часу пострілу).

Розрахунки та конструктивні розробки показують, що максимально можливий темп стрільби такої зброї може досягнути 1500–1800 постр./хв і обмежує його, переважно, міцність патрона та деталей зброї. Однак і цей темп стрільби в реальних зразках одержати важко з причини конструктивних труднощів, пов'язаних з реалізацією ідеального циклу автоматики, який складався б тільки з чотирьох несумісних операцій, вказаних вище.

Прикладом одноствольної автоматичної зброї є гармата ГШ-30-1, виконана за схемою звичайного типу.

Основною ланкою цієї гармати є ствол, який під час пострілів здійснює відкочування та накочування. Після пострілу ствол починає відкочуватись назад, водночас здійснюється відмикання ствола затвором, екстракція та відбиття гільзи за рахунок порохових газів, що витікають через патронник.

Сумісно з останніми двома операціями виконується зниження чергового патрона з патронної стрічки на лінію осі досилання.

Наприкінці відкочування досилач здійснює закидання зниженого патрона в патронник ствола. Потім ствол починає здійснювати накочування в переднє положення, завершується досилання патрона в патронник та виконується замикання ствола затвором. В момент недоходження ствола до свого крайнього переднього положення приблизно на 1 мм подається електричний імпульс на стріляючий механізм і здійснюється черговий постріл. Сумісно з цими операціями виконується операція подачі в автоматику зброї чергового патрона разом з патронною стрічкою.

Циклограму гармати ГШ-30-1 наведено на рис. 1.2.

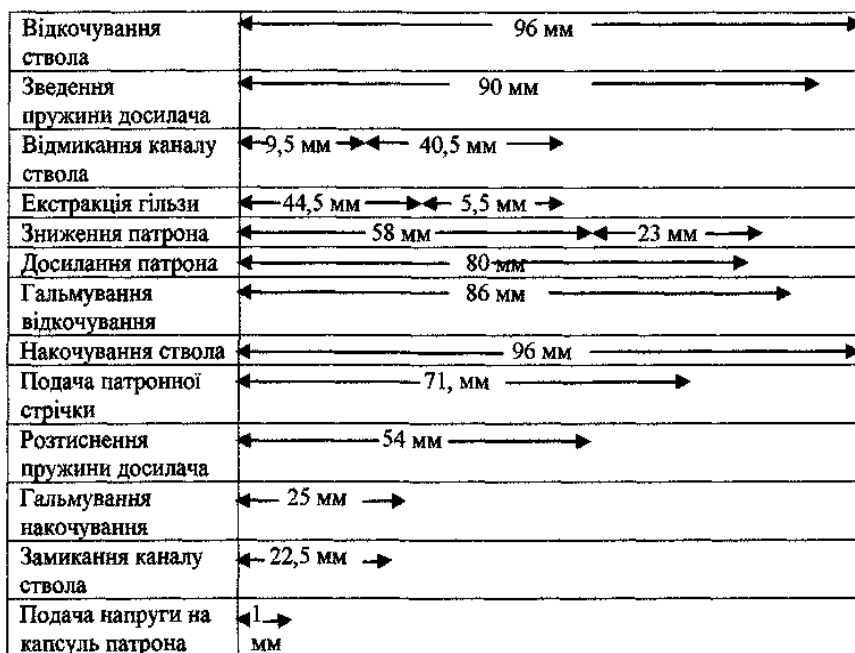


Рисунок 1.2 – Циклограма гармати ГШ-30-1

З аналізу циклограми гармати ГШ-30-1 видно, що найбільш тривалі операції, які суттєво впливають на час її циклу (подача патронної стрічки та зниження патрона на вісь каналу ствола), суміщені з іншими операціями. Це дало можливість скоротити час циклу гармати й підвищити темп її стрільби.

В одноствольній зброї барабанного типу, схема якої показана на рис. 1.3, патронники виконані в одному загальному блоці – барабані 1,

який обертається відносно осі, що паралельна стволу 2. Під час обертання барабана кожен з патронників по чергово суміщається з каналом ствола.

Під час пострілу патронник не рухається. У нижньому патроннику, суміщеному зі стволом, знаходиться підготовлений до пострілу патрон.

Замикання ствола забезпечується тим, що гільза цього патронника утримується від переміщення назад за рахунок того, що вона впирається в ствольну коробку 3.

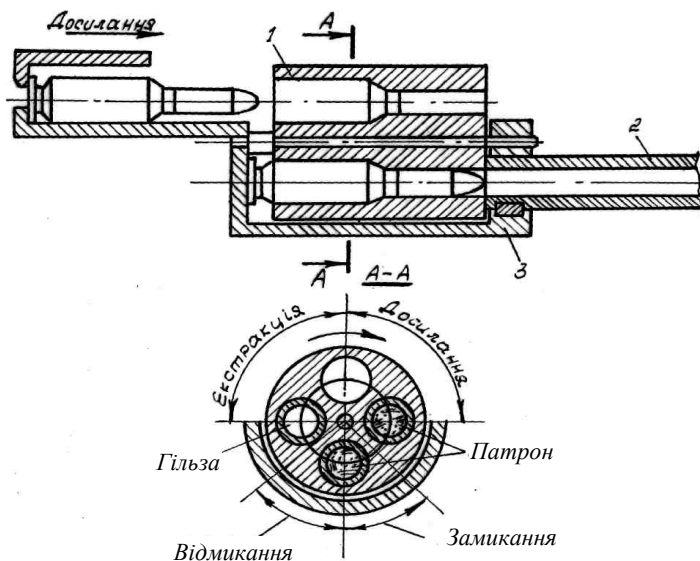


Рисунок 1.3 – Барабанна схема зброї

У правому патроннику, за напрямом стрільби, знаходиться повністю досланий в нього патрон, у лівому – стріляна гільза від попереднього пострілу, а верхній патронник пустий.

Перезарядження зброї проводиться шляхом обертання барабана, яке починається тільки після того, як тиск порохових газів у стволі спаде до величини, за якої барабан, що зміщується, не пошкодить обтюраційний пристрій або дно гільзи, яка ковзає по ствольній коробці. На початковій ділянці сектора обертання відбувається відмикання нижнього патронника, а на кінцевій – замикання правого патронника, який з черговим патроном переходить у нижнє положення і суміщається зі стволом. Під час

обертання барабана відбувається досилання патрона у верхній патронник і паралельно – екстракція гільзи з лівого патронника.

Отже, барабанна схема дозволяє суміщати операції досилання патрона в патронник, екстракції гільзи, відмикання та замикання ствола.

Таким чином час, який затрачується на підготовку до чергового пострілу, буде визначатись часом найбільш тривалої операції, якою є операція досилання патрона в патронник. У такій схемі зброї час циклу буде складатись з часу пострілу (балістичного часу), коли барабан стоїть нерухомим, та часу операції досилання, що здійснюється під час обертання барабана. Інші операції – подача патронної стрічки, зниження патрона, відбиття гільзи, а також операції, сумісні з досиланням (відмикання, екстракція і замикання) – у барабанній схемі можуть протікати паралельно і не потребують для їх виконання додаткового часу.

З аналізу принципу дії барабанної схеми зброї випливає, що за збільшення кількості патронників більше чотирьох з'являється можливість здійснити операцію досилання в декілька етапів протягом другого, третього і наступних циклів. Так, за п'яти патронників у барабані можна два з них використовувати для одночасного досилання двох патронів, а в останніх трьох будуть виконуватися інші операції.

У разі використання двох патронників для одночасного досилання двох патронів кожен з них за один цикл має бути досланий тільки на половину своєї довжини.

Це дозволяє за збереження швидкостей та прискорень у межах, які визначаються міцністю патрона, скоротити час досилання, а отже, і час циклу. За шести патронників у барабані можна досилання розтягти на три цикли, що дасть додаткову можливість підвищення темпу стрільби.

У загальному випадку, коли кількість патронників дорівнює z і реалізується ідеальний цикл, граничний темп зброї барабанного типу за умов міцності патрона буде визначатись за формулою

$$n = \frac{60}{t_n + \frac{t_{\text{дос}}}{z - 3}},$$

де t_n – час пострілу;

$t_{\text{дос}}$ – час досилання патрона на його повну довжину;

z – кількість патронників.

Розрахунки показують, що барабанна схема дозволяє підвищити темп стрільби 23-мм гармати при чотирьох патронниках у барабані до 2500–2800 постр./хв. Якщо кількість патронників збільшити до 8, то можна одержати темп стрільби до 6500 постр./хв.

Однак наявність у гарматі тільки одного ствола змушує обмежувати темп стрільби таким значенням, яке допустиме за умовами живучості ствола. А таке значення темпу стрільби може бути отримане уже за чотирьох патронників у барабані. Тому з цієї причини кількість патронників у барабані одноствольних гармат обмежують чотирма–п’ятьма, і темп стрільби у таких гармат знаходиться в межах 1500–2500 постр./хв. За такою схемою виконані 23-мм гармата Р-23, 30-мм гармати ДЕФА-552, ДЕФА-553 та М-39.

Барабанна схема також дає можливість скорочення довжини ствола, якщо здійснити досилання патрона в барабан спереду зброї, як у гарматі Р-23.

Прикладом двоствольної зброї барабанного типу є 20-мм гармата МК-11 (США). У цій гарматі вісім патронників у барабані, який обертається у разі автоматичної стрільби, по чергово суміщаються з двома стволами. Загальний механізм автоматики приводиться до руху за рахунок сили віддачі стволів. Живлення патронами зброї виконується з двох патронних стрічок.

Зразком двоствольної зброї є гармата ГШ-23, в одному кожусі якої встановлено два стволи та розміщено механізми, що забезпечують їх по чергове перезарядження. Механізми зброї приводяться в дію газівідвідним двигуном, у який порохові гази після пострілу надходять по чергово то з одного ствола, то з іншого. Загальний механізм подачі здійснює подачу патронної стрічки. Кожний ствол має свої механізми зниження, досилання, замикання та екстракції. Механізми одного ствола кінематично зв’язані з механізмами іншого ствола. Так, гармата ГШ-23 являє собою дві системи звичайного типу, які мають загальний механізм автоматики. Таке сполучення дозволило одержати вигреш у масі і габаритах зброї порівняно з двома незв’язаними гарматами за рахунок того, що низка вузлів та механізмів є загальними для обох стволів. Спільними складовими гармати ГШ-23 є: кожух, механізм подачі, стріляючий механізм, електроспуск, механізм перезарядження і амортизатор. Наявність двох стволів вирішує проблему їх живучості при достатньо великому загальному темпі стрільби, тому що інтенсивність стрільби та загальна кількість пострілів, які проводяться з кожного ствола, за час служби гармати зменшується вдвічі.

Підвищенню швидкострільності гармати ГШ-23 сприяє застосування в ній механізмів досилання, які здійснюють безударне досилання патронів у патронники. У такому випадку за рахунок зв’язку затворів з повзунами

через прискорювачі шлях повзунів зі штоками зменшено приблизно вдвічі порівняно з довжиною шляху затворів, який дорівнює довжині патрона.

Циклограма гармати ГШ-23 наведена на рис. 1.4.

На ньому зображено графіки переміщення правого та лівого повзунів залежно від часу. На кривих відмічено точки відповідно початку та кінця виконання операцій з перезарядження правого та лівого стволів.

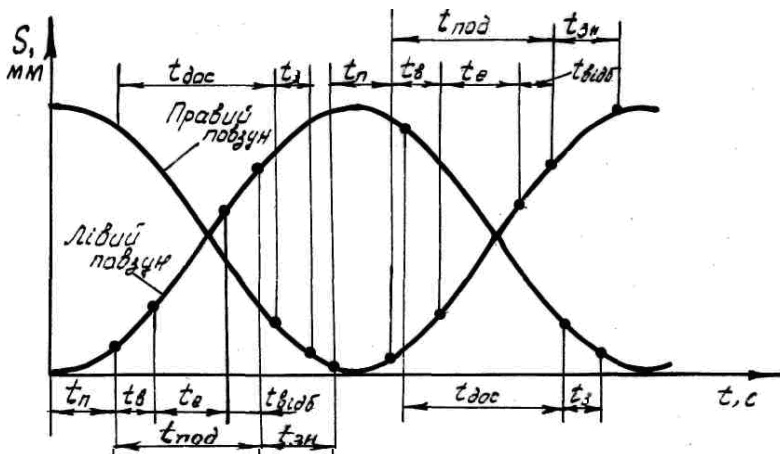


Рисунок 1.4 – Циклограма гармати ГШ-23

Рух повзунів під дією порохових газів не тільки назад, а й уперед дозволив скоротити час накочування рухомих частин і відмовитись від зворотних пружин.

У початковий момент часу лівий повзун знаходиться в крайньому передньому, а правий – у крайньому задньому положенні. Рух повзунів (лівого – назад, а правого – вперед) починається після того, як снаряд пройде газовідвідний отвір у лівому стволі, з якого здійснюється постріл. Після завершення невеликого вільного ходу лівий повзун починає відмикати ствол, переміщуючи затвор униз за допомогою переднього знижувача. Після відмикання ствола затвор, зв'язаний з шатуном прискорювального пристрою, переміщується назад і екстрагує гільзу з патронника.

Приблизно на середині шляху відкочування затвора гільза, яка утримується його зачепами, відбивається вниз відбивачем та виступами ствольної коробки. Одночасно з операціями відмикання, екстракції та відбиття відбувається подача патронної стрічки механізмом подачі, кінематично зв'язаним з повзунами. Поданий у гармату патрон за

допомогою знижувачів, зв'язаних з повзуном, знижується з патронної стрічки у лівий затвор на рівень осі каналу ствола.

Під час відкочування лівого повзуна та затвора правий затвор, зв'язаний через пристрій прискорювання з правим повзуном, здійснює накочування і виконує при цьому досилання патрона у правий ствол. Після цього відбувається замикання правого ствола за рахунок поперечного руху затвора вгору по пазах ствольної коробки за допомогою переднього знижувача, зв'язаного з повзуном. Потім стріляючий механізм розбиває капсуль патрона, який знаходиться в правому стволі.

Після пострілу правий повзун і затвор, здійснюючи відкочування, виконують відмикання ствола, екстракцію та відбиття гільзи, а лівий повзун та затвор, накочуючись, здійснюють досилання патрона і замикання ствола. При цьому також відбувається подача патронної стрічки на один крок з подальшим зниженням патрона зі стрічки в правий затвор. Таким чином, постріли відбуваються по чергові то з лівого, то з правого стволів з частотою, яка дорівнює часу переміщення повзунів в одному напрямку.

У багатствольній зброї стволи складено в єдиний блок 1 (рис. 1.5), який є головною ланкою механізму автоматики зброї і під час стрільби обертається в нерухомому кожусі 5 навколо поздовжньої осі, паралельної стволам.

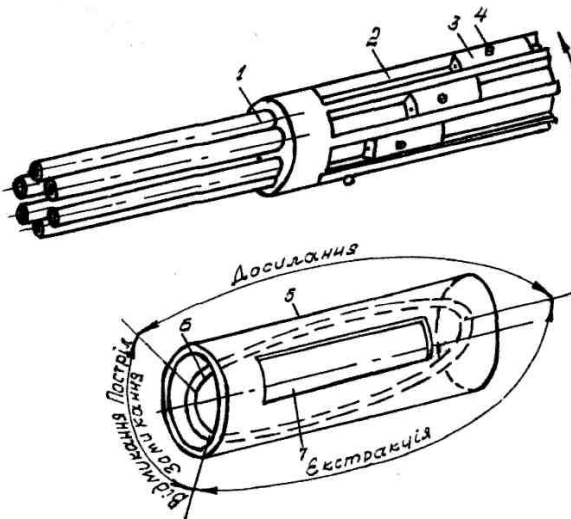


Рисунок 1.5 – Зброя з обертовим блоком стволів

Кожен ствол має свій затвор 3, який ковзає по напрямних 2. На внутрішній циліндричній поверхні кожуха 5 окремо є замкнений криволінійний паз (копір) 6, в якому ковзають ролики затворів 4.

Під час обертання блока стволів затвори, обертаючись разом з ним, здійснюють одночасно зворотно-поступальний рух у напрямних. За цього руху кожний з затворів виконує плавне досилання патрона в патронник, замикання ствола на час пострілу, його відмикання, а потім екстракцію гільзи. За один оберт блока кожний затвор виконує зазначені вище операції і з кожного ствола послідовно відбуваються постріли.

На відміну від раніше розглянутих схем зброї, в яких відбувається зупинка механізмів автоматики на час пострілу, в цій схемі блок стволів та зв'язані з ним механізми здійснюють безперервний рух протягом усієї черги пострілів. Також безперервно, практично з постійною швидкістю, відбувається переміщення патронної стрічки. Водночас кожного разу після відбиття гільзи перед затвором з'являється черговий патрон, який підлягає зниженню та досиланню.

Приблизну циклограму багатоствольної зброї з обертвовим блоком стволів наведено на рис. 1.6.

Вона являє собою кругову діаграму, на якій точками відмічені моменти початку та кінця операцій з перезаряджання одного ствола. Кожній операції циклу на діаграмі відповідає певний кут повороту блока і певна тривалість, яка дорівнює часу обертання блока на цей кут, вказана на циклограмі.

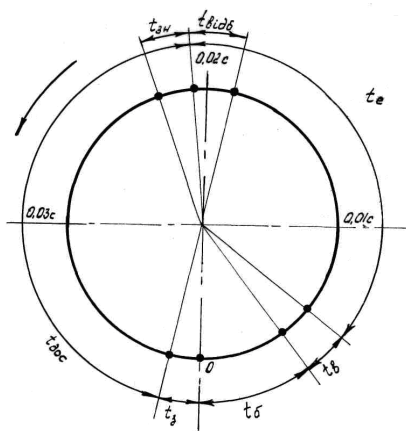


Рисунок 1.6 – Циклограма багатоствольної зброї з обертвовим блоком стволів

Час повного обороту блока дорівнює часу циклу одного ствола $t_{ц}^1$, який у такій схемі зброї складається з суми часів виконання чотирьох основних операцій (досилання, замикання, відмикання та екстракції), вказаних на циклограмі, та балістичного часу (часу пострілу)

$$t_{ц}^1 = t_{об} = t_{д} + t_{з} + t_{б} + t_{в} + t_{с}.$$

Отже, темп стрільби одного ствола залежить від швидкості обертання блока, а темп стрільби зброї дорівнює добутку кількості стволів на темп стрільби одного ствола. Темп стрільби зброї буде визначатись допустимою швидкістю обертання блока та кількістю стволів у блоці. Однак збільшувати кількість стволів у зброї з метою підвищення темпу стрільби доцільно тільки до певної величини. У багатоствольній зброї, яка застосовується в даний час, кількість стволів дорівнює 4–7 одиницям.

Багатоствольна зброя з обертовим блоком стволів має найкращі можливості для підвищення темпу стрільби. Така схема дозволяє створити зброю, яка має високий темп стрільби за порівняно малих мас і та габаритах. Це досягається за рахунок застосування для декількох стволів єдиного кожуха, єдиного механізму живлення та одного стріляючого механізму і амортизатора.

У багатоствольній зброї для приведення в рух її механізмів автоматики застосовуються внутрішні газопорохові двигуни або зовнішні (автономні) електричні, гідравлічні, пневматичні двигуни.

Важливою властивістю багатоствольної зброї, яка відрізняє її від усіх інших типів зброї, є безперервний рух блока стволів і зв'язаних з ним механізмів під час стрільби. Така схема дозволяє шляхом вибору профілю копіра на кожусі, в якому ковзають ролики затворів-досилачів, забезпечити плавне безударне досилання патрона у ствол з мінімальними інерційними навантаженнями. Це, в поєднанні з можливістю розтягти операцію досилання на декілька циклів (майже на пів-обороту блока стволів), дозволяє обертати блок стволів з великою швидкістю, а отже й одержати великий темп стрільби, не порушуючи міцності патрона.

Подача патронів у зброю такого типу проводиться протягом усього циклу, фактично з постійною швидкістю, що дозволяє зменшити навантаження на ланки стрічки, а також застосувати стрічкову систему живлення за допомогою однієї патронної стрічки при достатньо високому темпі стрільби.

Вдало вирішується в такій схемі зброї і проблема її живучості. За нормативної живучості багатоствольної зброї для заданих режимів стрільби кожний її ствол має порівняно невелике навантаження як за інтенсивністю стрільби, так і за сумарністю настрілу. Крім того, з'єднання стволів в один блок збільшує їх опір згинанню за рахунок дії аеродинамічних сил і термостатичних напружень у стінках стволів.

Але разом з позитивними фактами, вказаними вище, під час проєктування та експлуатації багатоствольної зброї виникла необхідність у вирішенні низки проблем, які є характерними тільки для цього типу зброї.

Для заряджання зброї та надання обертового руху блоку стволів перед стрільбою, а також для забезпечення швидкого виходу зброї на

стаціонарний режим стрільби у багатоствольній зброї з газопороховим двигуном необхідно застосовувати спеціальні пристрої для початкового розкручування (розгону) блока стволів, що мають назву стартерів. Тому одна з особливостей багатоствольної зброї з внутрішнім газопороховим двигуном полягає у тому, що стрільба з такої зброї починається не одразу після натискання на кнопку стрільби, а через деякий час (0,05–0,06 с), протягом якого відбувається розгін блока стволів стартером, вмикання подачі патронної стрічки, переміщення першого патрона в лапки затвора та його досилання в патронник. У багатоствольній зброї з зовнішнім двигуном стартер не застосовується, оскільки розгін блока стволів здійснюється до початку стрільби цим же двигуном.

Другою важливою проблемою багатоствольної зброї є забезпечення виконання пострілу за замкненого каналу ствола. У зв'язку з неперервним обертанням блока стволів затвор замикає ствол тільки протягом певного часу. Отже, у випадку затяжного пострілу може статися відмикання ствола, за якого тиск порохових газів у ньому буде ще значним. За такого явища виникають затримки у стрільбі, які в повітрі не усуваються, а також можлива поломка деталей зброї.

Цю проблему можна вирішити за допомогою спеціального пристрою блокування, який буде зупиняти блок стволів під час затяжного пострілу. Однак в такому разі суттєво ускладнюється конструкція зброї і виникають затримки в стрільбі у випадку неспрацювання капсуля патрона. Оскільки затяжний постріл належить до дуже рідких явищ, то застосування пристрою блокування у багатоствольній зброї вважається недоцільним.

Наступна проблема багатоствольної зброї пов'язана з необхідністю врахування додаткової бокової складової швидкості снаряда, яка надається йому під час вильоту з великою швидкістю зі ствола, що обертається. А оскільки така швидкість призводить до систематичної похибки у стрільбі, то її потрібно враховувати в прицільному пристрої.

1.5 Основні агрегати та вузли авіаційної артилерійської зброї

1.5.1 Ствол зброї

Ствол артилерійської зброї призначений для надання снаряду (кулі) поступального руху з певною початковою швидкістю у певному напрямку і обертального руху відносно повздовжньої осі з метою забезпечення стійкого польоту на траєкторії.

Ствол являє собою відкриту з обох кінців трубу (рис. 1.7). Передня торцева площина ствола (без урахування дулових пристроїв) строго

перпендикулярна до осі ствола і називається дуловим зрізом, задня – казенним зрізом або пеньком ствола. Внутрішня порожнина називається каналом ствола.

Канал ствола у загальному випадку має патронник (l_p), в якому розміщується патрон перед пострілом, нарізну частину (l_n) і з'єднувальний конус (l_k), на якому починаються нарізи. Інколи патронник ствола ще називають каморною частиною ствола.

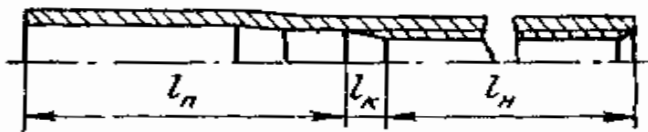


Рисунок 1.7 – Ствол артилерійської зброї

Нарізи – це пази, виконані по гвинтовій лінії на поверхні нарізної частини ствола, як правило, знизу вгору та зліва направо і призначені для надання снаряду (кулі) обертального руху. Поперечний переріз каналу ствола на цій ділянці називають профілем нарізів, який може бути прямокутним, трапецієподібним або сегментним (рис. 1.8).

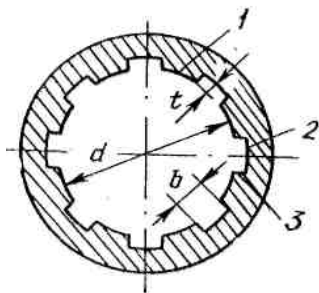


Рисунок 1.8 – Профіль нарізів

В авіаційній зброї застосовуються прямокутні нарізи з заокругленими кутами. На поверхні нарізної частини каналу ствола розрізняють поле нарізу 1, дно нарізу 2 та бокові грані нарізу 3.

Поле нарізу називається ділянкою поверхні каналу ствола між двома сусідніми нарізами. Ширина поля нарізу, як правило, дорівнює ширині його дна (b). Номінальний діаметр каналу ствола по полях нарізів (d) називається калібром зброї. Обертання снаряду викликається тим, що у момент пострілу мідний ведучий поясок снаряду (корпус кулі) урізується в нарізи і потім взаємодіє з однією з бокових граней нарізів. Та грань нарізу, реакція якої надає снаряду обертального руху, називається бойовою, а протилежна їй – холостою гранями.

В авіаційній зброї глибина нарізів постійна по всій довжині ствола і становить $(0,014-0,020)d$.

Кількість нарізів у загальному випадку розраховується за формулою

$$z = \frac{\pi d}{a + b},$$

де d – калібр зброї;

a – ширина поля нарізу;

b – ширина дна нарізу.

Кількість нарізів залежить від калібру зброї: для калібру до 20 мм кількість нарізів становить 8, від 20 до 23 мм – 10, від 23 до 37 мм – 16.

Характеристикою нарізів є їхній крок, тобто відстань по геометричній осі каналу ствола, на якій наріз робить або може зробити один оберт.

Під час пострілів у стінці ствола виникають напруження, які викликаються дією сили тиску порохових газів, реакцією ведучого пояса снаряда на бойові грані нарізів (напруження, скручування), а також температурні напруження внаслідок нагрівання внутрішніх шарів ствола. Навантаження ствола мають динамічний характер, оскільки тиск газів під час пострілу діє короткочасно.

В процесі виконання розрахунків ствола на міцність приймають такі допущення:

1. Ствол вважають циліндричним, його конічні ділянки розбивають на необхідну кількість циліндричних таким чином, щоб різниця в діаметрах основ цих циліндрів була незначною;

2. Нехтують силами інерції елементів ствола, осьовими і крутними зусиллями, оскільки їх вплив незначний;

3. Температурні напруження і зниження напружень, які виникають унаслідок нагрівання ствола, враховуються при спеціальних розрахунках. Основний розрахунок проводять для першого пострілу;

4. Матеріал ствола вважають однорідним та ізотропним;

5. Ствол після деформації зберігає циліндричну форму і будь-який його переріз залишається плоским;

6. Тиск у стволі діє статично.

Унаслідок зазначеного вище під час проектування та розробок стволи розраховуються на міцність за такою методикою:

1. Балістичним розрахунком ствола визначають криву тиску порохових газів за довжиною ствола $p(l)$ та значення максимального тиску p_{\max} ;

2. Будується криву граничного значення тиску $p_1(l)$. При цьому по всій довжині патронника приймають $p_1 = p_{\max}$. Значення тиску порохових газів біля дулового зрізу беруть як $p_1 = 3p(l)$. По довжині нарізної частини ствола за точку максимального тиску вважають точку, яка знаходиться на відстані двох–трьох калібрів від початку з'єднувального конуса. Значення тиску у зовнішній частині вважають величиною постійною, тобто $p_1 = (1,1-1,2)p_{\max}$;

3. Вибирають матеріал ствола з певним значенням межі плинності σ_e ;
4. Мінімальний зовнішній радіус ствола розраховують за формулою

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{3\sigma_e + 2p_1}{3\sigma_e - 4p_1}},$$

де r_1 – внутрішній радіус ствола;

σ_e – межа плинності матеріалу ствола;

P_1 – значення максимального тиску у стволі у зазначених точках.

Якщо розміри ствола відомі, то граничний тиск, який може витримати ствол, можна знайти за формулою

$$p = \frac{3}{2} \sigma_e \frac{r_2^2 - r_1^2}{2r_2^2 + r_1^2};$$

5. Кінцеві розміри зовнішньої поверхні ствола визначають з урахуванням умов закріплення його до корпусу зброї, а також інших конструктивних рішень.

Таким чином, задача розрахунку ствола на міцність зводиться до визначення напружень у потовщеній трубі, на яку діє внутрішній тиск, тобто до відомої в теорії пружності задачі Ламе – Гадоліна.

Стволи авіаційної артилерійської зброї виготовляються у вигляді моноблоків зі сталі 30ХН2МФА з межею плинності $\sigma_e = 700\text{--}800$ МПа, які можуть витримувати максимальний тиск до 400 МПа, що виникає під час пострілу.

Крім напружень, які виникають під час пострілу, у стволі відбувається стирання металу мідними ведучими поясками снарядів, що призводить, разом з дією високого тиску і температурою порохових газів, до розжарювання та зношення ствола. Це значно впливає на термін його служби або живучість.

Найбільш сильному зношенню підлягають ділянки на початку нарізів та біля дулового зрізу ствола. Зношення ствола прискорюється внаслідок появи розжарювання. На поверхні з'єднувального конуса та на початку нарізів під час пострілу утворюються найбільші тріщини, ширина та глибина яких збільшується зі збільшенням настрілу.

Водночас поздовжні щілини «розмиваються» пороховими газами, які прориваються через них у передснарядний простір.

* *Примітка.* Габріель Ламе (1795 – 1870) – видатний французький математик і фізик, який займався теорією пружності.

А. В. Гадолін (1828 – 1892) – видатний російський вчений – артилерист, академік, який займався проектуванням та технологією виробництва зброї.

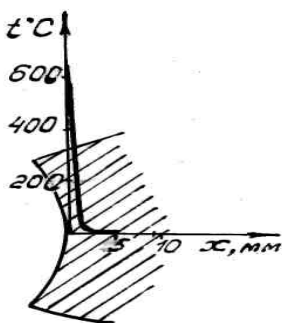


Рисунок 1.9 – Розподіл температури у стінці ствола наприкінці пострілу

Інтенсивність розжарювання та зношеність ствола значною мірою залежать від темпу стрільби. Внаслідок пострілу відбувається нерівномірне (стрибокподібне) нагрівання ствола за рахунок інтенсивної тепловіддачі від порохових газів до внутрішньої поверхні каналу ствола (рис. 1. 9).

Тертя ведучого пояска по нарізах ствола також сприяє нагріванню ствола. Оскільки час пострілу становить 0,003–0,007 с, то за такий короткий проміжок встигає прогрітися тільки дуже тонкий шар, який прилягає до внутрішньої поверхні ствола.

Після вильоту снаряда зі ствола відбувається відведення тепла з цього шару в глиб стінки ствола. Під час безперервної автоматичної стрільби внутрішні шари не встигають охолонути, що призводить до підвищення температури ствола. Очевидно, що чим вищий темп стрільби зброї, тим швидше буде нагріватися ствол. Граничною температурою нагрівання ствола є така температура, за якої матеріал стінки ствола стає м'якшим, ніж матеріал ведучого пояска.

Інтенсивність нагрівання ствола під час безперервної автоматичної стрільби можна зменшити за рахунок збільшення його маси (гранатомет АГ-17А), застосування флегматизованих (низькотемпературних) порохів, штучного охолодження стволів (гармати ГШ-30 та ГШ-30-1), обмеження допустимої довжини черги або комбінації всіх цих факторів.

У деяких зразках зброї (кулемет ЯкБ-12,7) у казеннику ствола в спеціальному гнізді встановлюється лейнер (вкладиш) – тонкостінна циліндрична сталева втулка (трубка) з дуже високими характеристиками міцності, яка має такі ж самі нарізи, як і ствол. Цим забезпечується підвищення живучості ствола на найбільш напруженій його частині, тобто на початку нарізної частини каналу ствола.

Особливостями стволів багатоствольних гармат є те, що вони з'єднані у блок стволів. Блок стволів багатоствольних гармат складається з казенника 7 (рис. 1.10) з патронниками 14, приєднаних до нього стволів 2, стягувальної муфти (або кільця) 3 і дулової обойми (або локалізатора) 1. У середині блока стволів розміщується газовідвідний двигун 4, рухомий шток 13 якого сполучений з кареткою кривошипно-шатунного механізму. Позаду у центральний отвір казенника вставляється і фіксується шпонкою 12 центральна зірка 11.

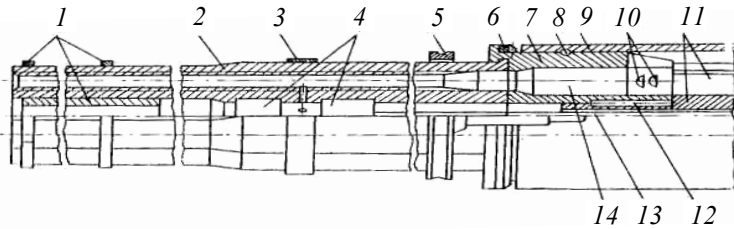


Рисунок 1.10 – Блок стволів

З протилежного боку до центральної зірки під'єднується ведуча шестірня кривошипно-шатунного механізму. Така конструкція (у зібраній гарматі): стволи 2 разом з казенником 7, центральною зіркою 11, стягувальною муфтою 3, дульною обоймою 1, циліндром двигуна 4 і центральною шестірнею затильника є єдиним агрегатом, який становить основну ланку зброї, що одержує енергію від двигуна через кривошипно-шатунний механізм і обертається відносно кожуха 9 на двох підшипниках.

Передній підшипник 8 розміщується на казеннику 7, а задній – у затильнику. Підшипники утворені кульками, які розміщуються в спеціальних канавках (погонах). Для переднього підшипника погони виконано на казеннику і кожусі, для заднього – на центральній шестірні і спеціальному кільці-обоймі.

У багатоствольній зброї стволи мають нарізну частину, сполучний конус і дульце патронника; решта частини патронників розміщується в казеннику 7. Казенник – це монолітна деталь, яка об'єднує стволи в єдиний блок. Обтюрація стику між стволами і казенником у момент пострілу здійснюється гільзою. У центральному отворі казенника розміщується циліндровий приливок центральної зірки 11 і шток 13 газовідвідного двигуна 4. Позаду на приливках казенника кожний патронник має дві пари бойових упорів 10 для замикання каналу ствола затвором. Зовні на казеннику розміщується муфта обгону 6.

Стволи 2 кріпляться до казенника за допомогою кільцевого буртика на казеннику і відповідних сегментних виступів на стволах. Для центрування стволів відносно казенника позаду на торці кожного ствола є посадковий кільцевий буртик, який входить у відповідну виїмку казенника. Після під'єднання до казенника стволи в місці газовідвідних отворів стягуються муфтою або кільцем, а в дуловій частині скріпляються обоймою.

На блоці стволів розміщується кульове кільце 5 переднього силового вузла кріплення зброї на установці. Кульове кільце з кожухом гармати з'єднується за допомогою двох пружинних амортизаторів. Для забезпе-

чення легкого обертання блок стволів поблизу нерухомого кульового кільця має ролики, які обертаються по внутрішній поверхні кільця.

Конструкція блока стволів багатоствольних кулеметів (ЯкБ-12 та ГШГ-7,62) відрізняється від гарматного блока тим, що стволи разом з казенником уже складено в єдиний агрегат, який у процесі експлуатації не розбирається. Іншою особливістю стволів деяких кулеметів (наприклад, ЯкБ-12,7) є наявність у стволі лейнерів. Лейнер ствола являє собою окремо виготовлену початкову ділянку ствола у вигляді пустотілої втулки, яка підвищує міцність, а отже, і його живучість на найбільш напруженій його частині, тобто на початку нарізної частини каналу ствола. У лейнері виконуються прогресивні нарізи.

Усередині блока стволів кулемета ЯкБ-12,7 по осі обертання розміщується пружинний торсіон, а в затильнику – планетарний редуктор для зведення (закрутки) торсіона. Тому газовідвідний двигун кулемета виконаний на блоці стволів, а не в його середині, і замість кривошипно-шатунного механізму наявний копірно-роликовий механізм.

1.5.2 Двигуни зброї

Для приведення механізмів зброї під час підготовки та здійснення пострілу використовуються спеціальні пристрої, які отримали назву «двигуни зброї».

Двигуни авіаційної артилерійської зброї у зв'язку з особливими умовами роботи мають відповідати таким специфічним вимогам:

- мати дуже малий час розгону (виходу на робочий режим);
- мати високу надійність та енерговіддачу на одиницю маси;
- мати малі габарити та вагу;
- зупинятись або реагувати на появу несправності зброї.

Залежно від типу джерела енергії існують зовнішні та внутрішні двигуни зброї. У зовнішніх двигунах використовуються джерела енергії, які знаходяться на борту літального апарата. За цією ознакою вони поділяються на електричні, гідравлічні та пневматичні.

Зовнішні двигуни забезпечують роботу зброї зі зміною темпу стрільби за рахунок регулювання режиму роботи двигуна і порівняно прості в експлуатації. Основними недоліками цих двигунів є мала енерговіддача на одиницю маси і неможливість роботи при пошкодженні джерела енергії.

Внутрішні двигуни використовують енергію порохових газів, які утворюються в каналі ствола під час пострілу. Ці двигуни отримали назву газопорохових і, залежно від способу використання енергії порохових газів, поділяються на відкотні та газовідвідні.

Газопорохові двигуни найбільш повно відповідають зазначеним вище вимогам і тому застосовуються в автоматичній зброї.

Відкотний газопороховий двигун використовує енергію порохових газів, які знаходяться в заснарядному просторі. Схему зброї звичайного типу з відкотним газопороховим двигуном зображено на рис. 1.11.

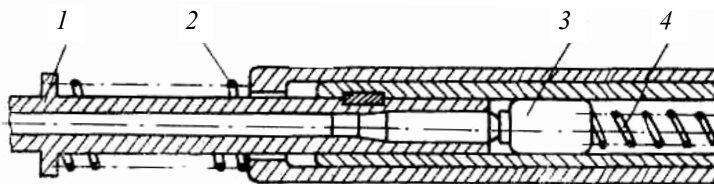


Рисунок 1.11 – Газівідкотний двигун

Основою ланкою зброї з таким двигуном є ствол 1 або затвор 3. Під час пострілу в каналі ствола утворюється тиск порохових газів, який через дно гільзи передається на основну ланку у вигляді рухомої сили. Після пострілу ствол (затвор) або ствол разом із затвором рухаються назад, а після вильоту снаряда зі ствола ствол разом з затвором (або тільки затвор) повертаються у переднє (початкове) положення пружинами 2 і 4, відповідно.

Прикладами авіаційної зброї з двигунами такого типу є гармата ГШ-30-1 («відкот» ствола) та гранатомет АГ-17А («відкот» затвора).

Газовідвідний пороховий двигун використовує енергію лише частини порохових газів, що відводяться з каналу ствола в спеціальний циліндр.

У зброї з двигуном такого типу (рис. 1.12) ствол 1 жорстко закріплений у корпусі, а основною ланкою є повзун 5. Двигун виконано у вигляді циліндра 2 та поршня зі штоком 4, який зв'язаний з основною ланкою.

Об'єм перед поршнем циліндра зв'язаний з каналом ствола за допомогою спеціального газовідвідного отвору 3. Під час пострілу, коли снаряд проходить у каналі ствола газовідвідним отвором 3, гази надходять у циліндр двигуна і відкидають поршень зі штоком 4 та повзун 5 в заднє положення. У початкове положення поршень повертається пружиною 6.

Газовідвідні двигуни в одноствольній зброї є одноциліндровими з однобічним робочим ходом. Цикл роботи таких двигунів відповідає одному пострілу. Як акумулятор енергії в таких двигунах можуть застосовуватися пружини, гази або рідина, які стискаються у замкненому об'ємі.

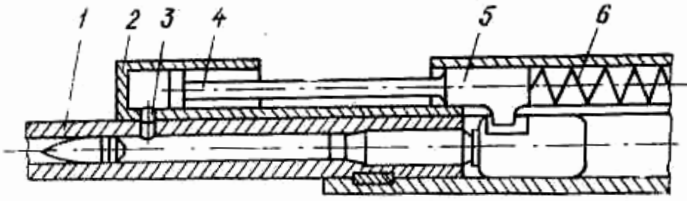


Рисунок 1.12 – Газовідвідний двигун

У двоствольних та багатоствольних схемах зброї застосовуються двоциліндрові та одноциліндрові двокамерні двигуни. Цикл роботи таких двигунів відповідає двом пострілам зі зброї. У разі їх використання не потрібно застосовувати зворотних пружин для основної ланки. Схему двоциліндрового двигуна гармати ГШ-23 показано на рис. 1.13.

Двигун має два паралельні циліндри, виконані у газовій муфті 1, два поршні 2 та газорозподільний пристрій, виконаний у вигляді газовідвідних каналів у муфті 1 та двох отворів у кожному стволі. Поршні через штоки зв'язані повзунами 5, які є основною ланкою автоматики зброї. Повзуни кінематично з'єднані важелем 3, який посаджено на нерухому вісь 4.

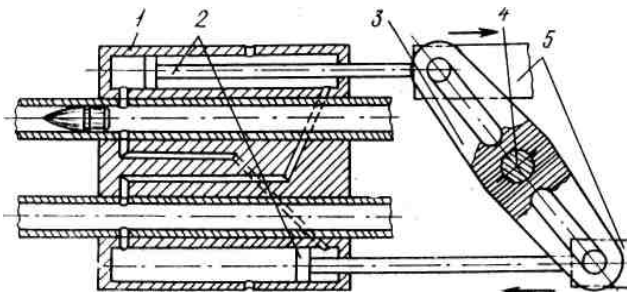


Рисунок 1.13 – Двоциліндровий газовідвідний двигун гармати ГШ-23

Перед пострілом поршень у циліндрі стріляючого ствола та відповідний повзун знаходяться в крайньому передньому положенні, другий поршень з повзуном – у задньому положенні. Під час пострілу газу надходять у передпоршневий об'єм циліндра стріляючого ствола та запоршневий об'єм циліндра нестріляючого ствола, внаслідок чого положення поршнів та повзунів від пострілу до пострілу змінюється.

У багатоствольній гарматі ГШ-6-23 застосовується одноциліндровий двопоршневий двигун, який розміщується всередині блока стволів уздовж осі його обертання. Схему такого двигуна наведено на рис. 1.14.

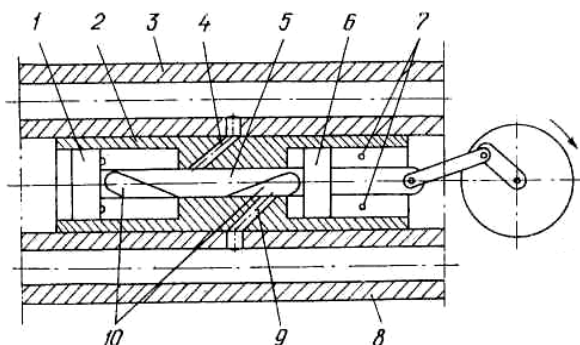


Рисунок 1.14 – Одноциліндровий двопоршневий газовідвідний двигун

Поршни 1 та 6 посаджені на шток 5 і переміщуються в шестигранному циліндрі 2, який закріплюється між стволами 3 та 8. Майданчики граней циліндра щільно з'єднані з відповідними майданчиками стволів у місці газовідвідних отворів. У середній частині майданчиків циліндра існують газовідвідні канали 4 і 9, які зв'язують канали кожного зі стволів з робочими камерами циліндра. Стволи, що подають порохові гази в передню та задню камери, чергуються. Почерговим поданням газів від пострілу до пострілу в передню та задню камери забезпечується зворотно-поступальний рух штока 5. Цей рух штока за допомогою кривошипно-шатунного механізму і конічних зубчастих коліс перетворюється в обертальний рух блока стволів. Коли шток з поршнями приходить в одне з крайніх положень, газ із циліндра стравлюється через вихлопні отвори 7 в атмосферу. Дві гвинтові виїмки 10 на штоці забезпечують подачу газу зі ствола в камери при одночасному поступальному русі штока і обертальному русі циліндра з блоком стволів. Робочий цикл такого двигуна відповідає двом пострілам.

Для підвищення ефективності двигуна в ньому передбачене відсікання газу, тобто перекриття газовідвідного каналу штоком, коли тиск у стволі спадає, що унеможливило зворотне перетікання газу з циліндра у ствол. Момент відсікання газу регулюється відповідним підбиранням довжини гвинтової виїмки 10 на штоці.

Одноциліндрові двокамерні двигуни розміщуються на блоці стволів. У цих двигунах один поршень ділить робочий об'єм циліндра на дві камери, при цьому як поршень (пряма схема), так і циліндр (зворотна схема) виконують повздовжні рухи і обертаються разом з блоком стволів.

В авіаційному кулеметі ГШГ-7,62 (рис. 1.15) застосовується одноциліндровий двокамерний двигун з рухомих поршнем (пряма схема).

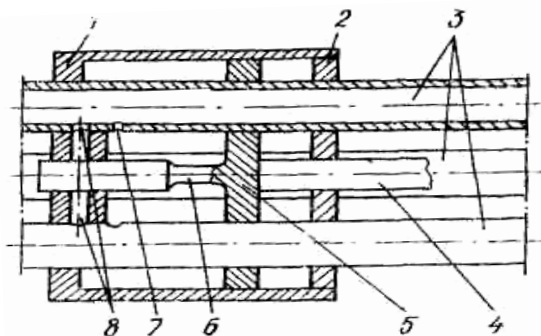


Рисунок 1.15 – Одноциліндровий двокамерний двигун

Двигун складається з поршня 5, виконаного разом зі штоком 4, циліндра 1 і задньої кришки 2. Поршень, циліндр у донній частині і задня кришка мають чотири отвори для проходження стволів 3. Циліндр і його кришка жорстко закріплюються на блоці стволів, а поршень може переміщуватися по стволах як по напрямних. Рух поршня через шток 4 передається на кривошипно-шатунний механізм. Передпоршневий і запоршневий об'єми циліндра зв'язані з каналами відповідно парних і непарних стволів за допомогою газовідвідних отворів. У передньому положенні поршня порохові гази зі стріляючого ствола надходять в малий передпоршневий об'єм, за рахунок чого поршень переміщується назад. Під час пострілу з чергового ствола порохові гази надходять у запоршневий об'єм циліндра, і поршень знову повертається в переднє положення. Надалі цикл роботи двигуна повторюється.

Двигун такої конструкції не має газорозподільного пристрою і вихлопних отворів у циліндрі. Тому в процесі його роботи частина порохових газів витікає через газовідвідні отвори нестріляючого ствола, а з неробочого об'єму скидається через канали двох інших стволів.

Друга особливість такого двигуна полягає в тому, що він має стартовий пристрій, призначений для більш швидкого розгону блока стволів на початку стрільби. Цей пристрій виконано у вигляді газовідвідних каналів 8 у донній (передній) стінці циліндра, додаткових стартових газовідвідних отворів у непарних стволах і переднього штока з проточиною 6. За рахунок стартових отворів непарних стволів у передпоршневий об'єм циліндра можуть надходити різні додаткові порції порохових газів залежно від поздовжнього положення штока з поршнем у момент проходження кулею каналів 8. На початку стрільби швидкість обертання блока стволів, а отже, й

швидкість поршня малі, в такому разі проточина 6 переднього штока не встигає зміститися з-під газовідвідних каналів 8, і порохові гази по стартових каналах надходять у передпоршневий об'єм, додатково збільшуючи тиск у циліндрі. У сталому режимі за рахунок великої швидкості поршня до моменту проходження кулею стартового отвору канали виявляються перекритими переднім штоком, і додаткове надходження газів припиняється. Газ надходить тільки через основний газовідвідний отвір 7.

У кулеметі ЯкБ-12,7 (рис. 1.16) застосовується одноциліндровий двокамерний двигун з рухомих циліндром (зворотна схема).

У двигуні такої схеми газова муфта 1 виконана разом з поршнем 2, що жорстко закріплений на стволах.

На поршень надягається рухомий циліндр 4 (за технічним описом кулемета він називається поршнем, а не циліндром), який своєю передньою

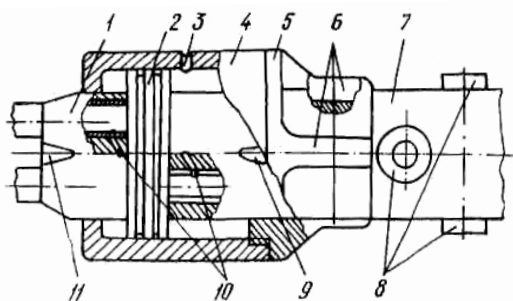


Рисунок 1.16 – Одноциліндровий двокамерний двигун з рухомих циліндром

закраїною щільно охоплює газову муфту. Іншою стінкою циліндра є кільце 5, яке має тяги 6, розміщені в поздовжніх пазах блока стволів.

Кінці тяг 6 з'єднані циліндровою муфтою 7 з ведучими роликками 8, які, взаємодіючи з копірними пазами кожуха зброї, перетворюють зворотно-поступальний рух циліндра в обертальний рух блока стволів

Зворотно-поступальний рух циліндра 4 разом з кільцем 5, тягами 6 і роликковою муфтою 7 забезпечується за рахунок почергової (від пострілу до пострілу) подачі газів зі стріляючого ствола через газовідвідні канали 10 у передпоршневий і запоршневий об'єми циліндра двигуна. «Вибірки» металу 9 та 11 на газовій муфті і отвори 3 у циліндрі забезпечують викид з циліндра відпрацьованих газів наприкінці його робочого ходу.

Перевагами газовідвідних двигунів, порівняно з відкотними, є:

- простота конструкції;
- можливість у широких межах регулювати енергетичні характеристики за рахунок зміни таких конструктивних параметрів, як площа поршня, площа поперечного перерізу газовідвідних каналів і початковий об'єм робочої камери;

- відносна свобода у виборі місця розташування двигуна на зброї;
- можливість застосування декількох двигунів у конструкції зброї.

1.5.3 Механізми приводів

У багатоствольних схемах зброї основною ланкою є блок стволів, який у процесі стрільби обертається безперервно, і її зв'язок з двигуном здійснюється за допомогою привода, виконаного у вигляді кривошипно-шатунного або копірно-роликового механізму.

Кривошипно-шатунний механізм розміщується в затильнику багатоствольної зброї і містить (рис. 1.17) каретку (повзун) 1, два шатуни 2 і два кривошипи 3.

Каретка зв'язана з поршнями 1 та 6 (див. рис. 1.14) або 5 (див. рис. 1.16) газовідвідного двигуна і здійснює зворотно-поступальний рух у напрямних корпусу затильника 9. Кожний кривошип являє собою пустотілий вал 7, який закріплений у корпусі за допомогою підшипників 6 і обертається відносно поперечної осі зброї. З одного боку, на кривошипі є прилив з цапфою 10, з іншого – на валу виконана конічна шестірня 8. Задні кінці шатунів 12 посаджені на цапфи 10 і утворюють з ними вузли, що обертаються. Кулькові підшипники 11 зменшують силу тертя в цих вузлах. Передні кінці шатунів закріплені на каретці 15 за допомогою осі 14.

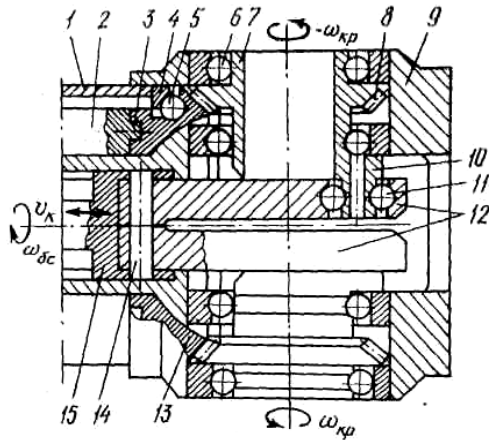


Рисунок 1.17 – Кривошипно-шатунний механізм

Під час поздовжнього руху каретки кривошипи обертаються в різні сторони для забезпечення динамічного балансування механізму. Обертання кривошипів через шестірню 4 редуктора передається на блок стволів. Редуктор виконаний у вигляді центральної шестірні 13, закріпленої на центральній зірці 2 блока стволів, яка знаходиться в зачепленні з шестірнями кривошипів. Він передає обертання від поперечних валів кривошипів до поздовжньої осі блока стволів і забезпечує необхідне передавальне число від штока двигуна до блока стволів.

Центральна шестірня 13 у корпусі затильника кріпиться за допомогою заднього кулькового підшипника 5 з кільцем-обоймою 4. Кульковий підшипник сприймає поздовжні і поперечні сили, що виникають при роботі механізму, і передає їх на корпус зброї.

Для уникання неправильного механічного зв'язку між штоком двигуна і блоком стволів передбачені спеціальні заходи в процесі збирання зброї, а саме:

- між зубами шестірні правого кривошипа встановлений штифт і відповідно частково зрізано три зуби центральної шестірні;
- бобишки 3 центральної зірки 2 і відповідні отвори на центральній шестірні мають діаметри двох різних розмірів, при цьому розміри діаметрів чергуються.

За правильного збирання затильника штифт шестірні кривошипа в процесі обертання редуктора послідовно проходить під зрізаними зубами центральної шестірні, забезпечуючи вільне обертання редуктора. Чергування діаметрів бобишок забезпечує правильне під'єднання центральної шестірні 13 до центральної зірки 2. У правильно зібраній зброї зв'язок двигуна з блоком стволів здійснюється так, що газ з стріляючого ствола потрапляє в мінімальний робочий об'єм відповідного циліндра, а штоку двигуна забезпечується нормальний робочий хід. Правильність збирання двигуна і затильника перевіряється відсутністю заклинювання при обертанні блока стволів.

Копірно-роликівий механізм, що використовується в кулеметі ЯкБ-12,7, має нерухомий копір, закріплений на кожусі кулемета, і дві пари роликів 8 (див. рис. 1.16), закріплених за допомогою осей на спеціальній роликівій муфті 7. Роликівіа муфта 7, з одного боку, жорстко зв'язана з рухомим циліндром двигуна, а з іншого – закріплена на блоці стволів так, що може обертатися тільки разом з ним. Копір має похилі пази, в яких розміщуються ведучі ролики 8 муфти двигуна кулемета.

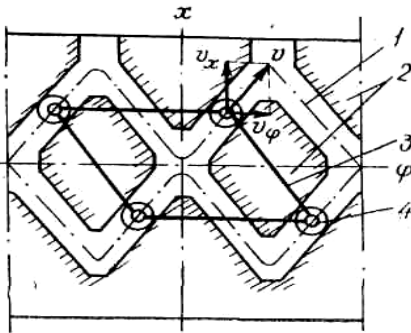


Рисунок 1.18 – Копірно-роликівий механізм

Принцип роботи механізму пояснюється за допомогою рис. 1.18, на якому зображена розгортка внутрішньої циліндрової поверхні копіра 2 з похилими пазами 1 і чотири ведучі ролики 4. Взаємне положення роликів змінюватися не може, тому на рисунку осі роликів умовно з'єднані жорсткою рамкою 3.

Рамка з роликами під час свого зворотно-поступального руху від двигуна вздовж осі x зі швидкістю v_x починає переміщатися в поперечному напрямі зі швидкістю v_ϕ за ра-

хунок взаємодії роликів з боковими стінами пазів копіра. Поперечний рух рамки передається на блок стволів, який починає обертатися.

Повздовжня довжина пазів копіра (по середній лінії) дорівнює подвоєному значенню ходу поршня двигуна, тому кожна пара роликів рухається тільки по своїй половині копіра. При русі роликів уперед (на рис. 1.18 вгору) вони розташовуються в пазу копіра з правим нахилом, при русі назад – у пазу з лівим нахилом. За рахунок цього і відбувається обертання блока стволів в один бік.

Для забезпечення однозначної відповідності повздовжнього положення роликової муфти (рухомого циліндра двигуна) і кутового положення блока стволів при збиранні зброї одна пара діаметрально протилежних роликів рознесена по довжині стволів відносно іншої пари, а паз копіра має тільки два виходи для роликів. У ці виходи під час збирання зброї послідовно заводяться спочатку задня пара роликів, а потім після повороту блока стволів на 90° – передня пара роликів. Тоді кутове положення блока стволів і повздовжнє положення рухомого циліндра суміщуються так, що газ із стріляючого ствола потрапляє в мінімальний робочий об'єм циліндра двигуна.

1.6 Механізми для виконання основних операцій

1.6.1 Механізми для замикання і відмикання каналу ствола

Під час пострілу на дно гільзи діє сила тиску порохових газів, яка прагне виштовхнути гільзу з патронника. Щоб запобігти осьовому переміщенню гільзи під час пострілу, канал ствола замикають за допомогою деталі, яка отримала назву затвора.

Сукупність деталей, які беруть участь в операції замикання каналу ствола, називають замикальним механізмом. Крім основного призначення, затвор може виконувати й інші операції, такі як досилання патрона в патронник і екстракцію гільзи з патронника. У затворі, як правило, розміщується і стріляючий механізм.

Замикальні механізми мають відповідати таким вимогам:

- забезпечувати надійне замикання каналу ствола;
- унеможлилювати виконання пострілу при незамкненому каналі ствола;
- унеможлилювати самовільне відмикання каналу ствола після наколювання капсуля патрона.

Для забезпечення виконання цих вимог у замикальному механізмі передбачаються спеціальні запобіжні пристрої, які унеможливають постріл, якщо затвор не має жорсткого зв'язку зі стволом, а також запобігають відскакуванню затвора при приході його в крайнє переднє положення. Надійність замикання ствола пов'язана з достатньою міцністю і

жорсткістю затвора та усуненням великих проміжків між дном гільзи і затвором. Невиконання цих вимог призводить до повздовжнього або поперечного розриву гільзи в момент пострілу. Характер руйнувань гільзи залежить від її форми та конструктивних особливостей.

Під час пострілу тиск порохових газів створює повздовжні і радіальні навантаження на гільзу. Повздовжні сили діють на скіс та дно гільзи, а їх результуюча спрямована назад. Радіальні навантаження притискають гільзу до стінок патронника, за рахунок чого створюється сила тертя. За великої довжини та малої конусності гільзи сила тертя більша, ніж сила її виштовхування. У цьому випадку мала жорсткість затвора або великий проміжок між дном гільзи та затвором призводять до відриву дна гільзи. У іншому разі гільза спочатку зміщується назад, а потім відбуваються її повздовжні розриви.

В автоматичній зброї застосовується два види замикання:

– вільне (інерційне), за якого затвор вільно переміщується вздовж осі каналу ствола і не з'єднується з ним;

– вимушене (жорстке), за якого затвор жорстко з'єднується зі стволом.

Вільне (інерційне) замикання ствола застосовується у тих зразках авіаційної артилерійської зброї, в яких застосовується так звана «коротка» гільза. «Коротка» гільза – це гільза, в якій сила її тертя по патроннику менша сили її виштовхування з патронника (сили тиску на дно гільзи). Схему інерційного механізму замикання зображено на рис. 1.19.

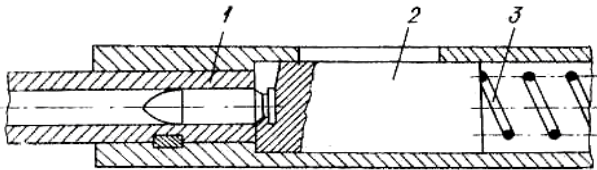


Рисунок 1.19 – Інерційний механізм замикання

Вільний затвор 2 рухається вздовж осі каналу ствола. У момент пострілу він зі стволом 1 не має жорсткого силового зв'язку і утримується в передньому положенні тільки пружиною 3.

Затвор починає відкочуватись назад під тиском порохових газів одночасно з рухом снаряда в каналі ствола. Для забезпечення малого ходу затвора за час пострілу необхідно, щоб він мав велику масу. Механізм замикання з вільним затвором набуває широкого застосування в автоматичній зброї з невеликим темпом стрільби та невеликим калібром (пістолети та пістолети-кулемети). З авіаційних зразків зброї цей вид замикання використовується тільки в гранатометі АГ-17А. Для зменшення ударних

навантажень під час повернення масивного затвора в крайнє переднє положення посередині затвора гранатомета розміщується гідрогальмо.

В автоматичній зброї з високим темпом стрільби (авіаційні гармати та кулемети) застосовуються механізми з вимушеним замиканням каналу ствола (жорстке замикання). Жорстке замикання в авіаційній автоматичній зброї має такі види:

- із затвором, який переміщується вздовж осі каналу ствола і в крайньому передньому положенні повертається на деякий кут відносно осі каналу (поршневе замикання);
- із затвором, який переміщується під кутом до осі каналу ствола, близьким до прямого (клинове замикання);
- із затвором, який переміщується вздовж осі каналу ствола і в крайньому передньому положенні зміщується поперек відносно осі каналу (замикання з перекошенням затвора);
- із затвором, який переміщується вздовж осі каналу ствола і у крайньому передньому положенні фіксується заціпкою (замикання з заціпкою).

Поршневий спосіб замикання каналу ствола використовується в авіаційній гарматі ГШ-6-23 та кулеметі ЯкБ-12,7. У цих зразках авіаційної артилерійської зброї поворот затвора 1 (рис. 1.20) здійснюється за рахунок взаємодії спеціального приливка на затворі з виступами 2 та 3 нерухомих деталей зброї. Виступ 2 (замикач) розташований в кожусі з зовнішнього боку від затвора і повертає затвор за годинниковою стрілкою (назустріч обертання блока стволів). Затвор своїми виступами заходить в зачеплення з бойовими упорами 10 патронника в казеннику 7 блока стволів (див. рис. 1.10), внаслідок чого відбувається замикання каналу стріляючого ствола зброї. Довжина замикача вибирається такою, щоб затвор уподовж пострілу вимушено утримувався у замкненому положенні.

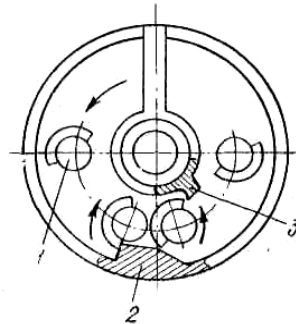


Рисунок 1.20 – Механізм замикання багатоствольної зброї

Виступ 3, призначений для розвертання затвора у зворотному напрямку, виконаний на спеціальному розмикачі і діє на затвор з боку осі обертання. Розмикач надітий на циліндричний прилинок центральної зірки і від повертання утримується своїм хвостовиком, закріпленим на кожусі зброї.

Клинове замикання каналу ствола застосовується в гарматі ГШ-30-1 (рис. 1.21).

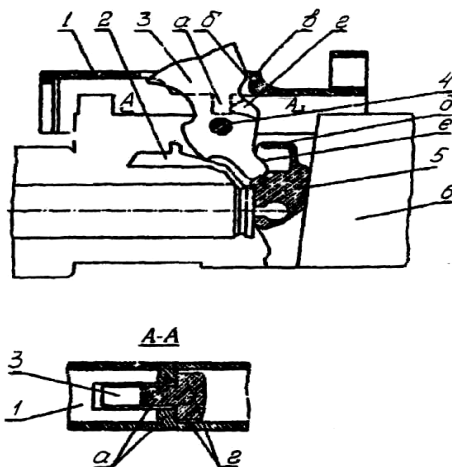


Рисунок 1.21 – Механізм замикання гармати ГШ-30-1

Замикання і відмикання каналу ствола виконується затвором 5, який переміщується у поперечному напрямку до осі каналу ствола у спеціальному вікні казенника 6. Переміщення затвора виконується кулачком *e* важеля 3 затвора, який обертається відносно осі 4 за рахунок набігання поверхонь *в* під час відкочування та *г* під час накочування на відповідні поверхні *б* та *а* нерухомого контактора 1.

У замкненому стані затвор 5 утворює клин між гільзою і казенником 6 завдяки тому, що напрямок його руху разом з його дзеркалом відносно по-здовжньої осі каналу ствола утворює кут приблизно 5° . У цьому положенні затвор 5 фіксується плечем *д* і утримується силами тертя об напрямні казенника 6. Відмикання каналу ствола здійснюється під час відкочування ствола. На початку відкочування важіль 3, рухаючись разом з казенником 6, своєю поверхнею *б* набігає на поверхню *в* нерухомого контактора 1 і повертається відносно осі 4 у казеннику. Після деякого вільного ходу важіль 3, взаємодіючи своєю поверхнею *е* з поверхнею *д* затвора, починає його піднімати вгору. Затвор під час свого переміщення вгору відмикає канал ствола.

Замикання каналу ствола з перекошенням затвора відбувається у разі малої довжини і маси затвора та великої площі опорних поверхонь. Таке замикання має достатню жорсткість і застосовується у двоствольних гарматах ГШ-23 та ГШ-30 (рис. 1.22).

Окрім затвора *1* у роботі механізму бере участь передній знижувач *3*, який взаємодіє з повзуном *2*. За надходження затвора *1* в крайнє переднє положення він потрапляє у знижувач *3*, який у цей час взаємодіє з поличками повзуна *2* і піднімається разом із затвором ввєрх.

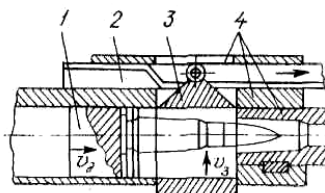


Рисунок 1.22 – Механізм замикання гармат ГШ-23 та ГШ-30

При цьому бойові упори затвора, що розташовані на його задньому майданчику, заходять за спеціальні упори агрегата стволів *4*.

Замикання каналу ствола з використанням заціпки, що входить до конструкції затвора, використовується в авіаційному кулеметі ГШГ-7,62 (рис. 1.23).

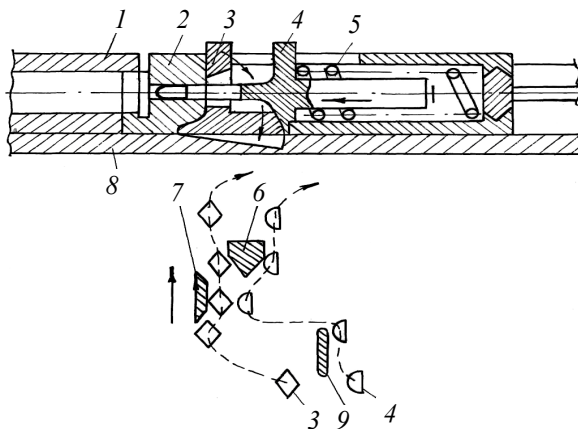


Рисунок 1.23 – Механізм замикання кулемета ГШГ-7,62

Механізм замикання з заціпкою має затвор *2* з пружиною *5* і заціпкою *3*, виймку на дні поздовжнього паза центральної зірки *8* і виступи *6*, *7* та *9* кожуха. Замикання каналу ствола *1* проходить за рахунок западання заціпки *3* у виймку центральної зірки *8*.

Поворот заціпки в процесі замикання та її примусове утримання у замкненому положенні відбувається за рахунок взаємодії виступу *7* і вертикального важеля заціпки *3* під час обертання затвора разом з блоком стволів. Передня поверхня виступу *6* вимикає заціпку *3* у процесі відмикання каналу ствола після попереднього зведення ударника *4*.

1.6.2 Механізми досилання патронів, екстракції та відбиття гільз

Операції досилання патрона в патронник і екстракції гільзи становлять значну частину часу циклу роботи автоматики зброї. Скорочення часу виконання цих операцій дозволяє суттєво збільшити темп стрільби зброї. Таке скорочення можна виконати за допомогою спеціальних прискорювачів.

Для патрона найбільш сприятливим є такий закон руху при його досиланні в патронник, згідно з яким початок і кінець досилання будуть плавними. Надзвичайні навантаження у процесі досилання патрона можуть призвести до його руйнування з наступною затримкою у стрільбі або поламкою зброї. На початку досилання спершу відбувається осадження снаряда всередину гільзи або деформація гільзи, а в момент ударної зупинки патрона – вилучення снаряда з дульця гільзи, тобто розпатронювання.

Сукупність деталей, які беруть участь у виконанні операцій досилання патрона у патронник і екстракції гільзи з патронника після пострілу, складає механізм досилання патронів і екстракції гільзи. У більшості зразків авіаційної зброї це єдиний механізм, який містить досилач-екстрактор і прискорювач. Механізм у цьому випадку має великий хід досилача і визначає закон руху патрона на всьому шляху досилання.

До механізмів досилання висуваються такі вимоги:

- механізм має забезпечувати надійне досилання патронів без їх перекошування, утикань та руйнувань;
- при досиланні патрона можливі деформації гільзи не повинні призводити до порушень нормальної роботи зброї і патрона;
- наприкінці досилання патрон має надійно фіксуватися у патроннику.

Надійність досилання забезпечується тим, що положення патрона перед його досиланням і в процесі досилання суворо фіксується у повздовжньому та поперечному напрямках за допомогою таких елементів, як екстрактори затвора, знижувачі патронів, напрямні козирки, виступи ствольної коробки і т. ін.

У зброї з замиканням каналу ствола клиновим способом (гармата ГШ-30-1) механізми досилання й екстракції виконані окремо у вигляді спеціального досилача 11 (рис. 1.24) і спеціального екстрактора 2 (рис. 1.21). Механізм досилання у такій схемі зброї виконується з коротким ходом досилання.

Механізм досилання патрона у патронник гармати ГШ-30-1 важільний, розімкненого типу (процес досилання не пов'язаний з рухом частин зброї, що відкочуються). Досилання патрона починається на кінцевій ділянці відкочування досилачем 11, рух якому надається пружиною 5, і закінчується під час накочування ствола. При відкочуванні ствола казенник 15 через сережку 3, важіль 2 і сережку 1, сполучену з

нерухомою кришкою 10, зміщує шток 4, забезпечуючи стискання пружини 5, задній кінець якої спирається на вилку 7.

Вилка утримується від зсуву важелем 8, зафіксованим на осі 9 досилачем 11, що упирається в зуб кришки 10. У процесі зниження патрон закраїною гільзи знімає досилач 11 з зуба кришки 10. При цьому пружина 5 розтискається. За рахунок зсуву її заднього кінця важіль 8, обертаючись навколо своєї осі 9, штовхає вперед досилач 11 і патрон, що спирається на його виступ 2.

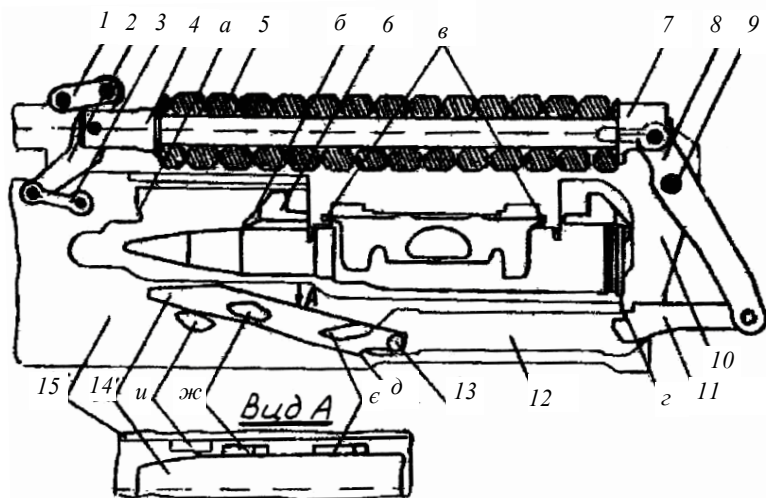


Рисунок 1.24 – Механізм досилання та відбиття гармати ГШ-30-1

У зброї з замиканням каналу ствола з поршневым типом роль досилача виконує затвор. Він же здійснює і екстракцію гільзи. Для цього у затворі передбачені спеціальні зачепи-екстрактори.

Чітка повздовжня фіксація патрона наприкінці досилання необхідна для запобігання проскочуванню патрона в патронник і, отже, появі великого проміжку між дзеркалом затвора і дном гільзи, що може призвести до затримок у стрільбі через неможливість розбиття капсуля розбивачем (запалювання електрокапсуля). Фіксація патрона у патроннику може виконуватись ухилом або спеціальним буртиком гільзи, екстракторами затвора або за допомогою спеціальної зачіпки.

Для зміни швидкості руху патрона при його досиланні в механізмах досилання застосовуються спеціальні прискорювачі, які або визначають закон руху патрона (гільзи) на всьому шляху досилання, або надають досилачу імпульс на початковій ділянці його руху.

Схема механізму досилання такого типу отримала назву «механізм досилання важільного типу». Механізм досилання та екстракції такого типу застосовується у двоствольних авіаційних гарматах ГШ-23 та ГШ-30.

Механізм має (рис. 1.25) важіль 3, який закріплено за допомогою осі на основній ланці зброї. У процесі руху основної ланки (повзуна) 4 один кінець важеля прискорювача, який має ролик 2, що обертається по нерухомому копіру 1 і визначає закон руху другого кінця важеля прискорювача, через шатун 5 зв'язаний з затвором-досилачем 6.

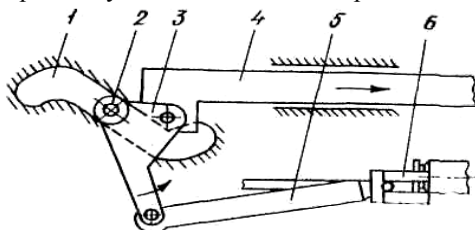


Рисунок 1.25 – Механізм досилання гармат ГШ-23 та ГШ-30

Необхідний закон руху досилача визначається конфігурацією паза копіра та співвідношенням плечей важеля прискорювача.

У багатоствольній зброї з обертовим блоком стволів (гармата ГШ-6-23 та кулемети ЯкБ-12,7 і ГШГ-7,62) необхідний закон руху затворів-досилачів визначається конфігурацією паза копіра, в якому розташовуються ведучі ролики затворів.

Процес екстракції (від лат. слова *extraho* – вилучаю) гільзи з патронника у переважній більшості зразків авіаційної зброї, окрім гармати ГШ-30-1 та гранатомета АГ-17А, виконується за допомогою тих же затворів. При пострілі в об'ємі ствола, замкненому снарядом, що рухається по каналу ствола, та гільзою, утворюється високий тиск порохових газів, який щільно притискає стінки гільзи до патронника ствола, тобто утворює натяг гільзи. При екстракції гільзі необхідно подолати великі зусилля тертя об патронник. Якщо площа зачеплення екстракторів затвора з закраїною гільзи мала, це може призвести до відриву цієї закраїни. З цієї причини до механізмів екстракції висувається окрема вимога: механізм має забезпечувати плавне зрушення гільзи на початку її екстракції.

У гарматі ГШ-30-1 до складу механізму замикання входить спеціальний елемент – екстрактор, який виконує першопочаткове плавне зрушення гільзи з патронника з метою уникнення обриву закраїни гільзи. Це здійснюється спеціальним зубом екстрактора 2, (див. рис. 1.21), який знаходиться в казеннику б і взаємодіє з нижнім майданчиком важеля 3

при відкочуванні ствола. Подальша екстракція гільзи з патронника відбувається за рахунок дії високого тиску порохових газів на її дно під час пострілу.

Для видалення гільз за межі зброї після їх вилучення з патронника застосовуються спеціальні відбивачі, які являють собою окремі деталі з криволінійними поверхнями для змінення напрямку руху гільзи, яка після екстракції набула великої повздовжньої швидкості від порохових газів.

У гарматі ГШ-30-1 для вилучення гільзи за межі зброї після пострілу використовується спеціальний відбивач 14 (див. рис. 1.24), який являє собою монолітну деталь, що обертається відносно осі 13. При відбитті гільзи відбивач повертається догори і утримується від опускання своїми виступами *ж*, що знаходяться між ромбами *и* казенника 15, утворюючи тракт відбиття гільзи.

При накочуванні ствола виступи *ж* відбивача сходять з ромбів *и* казенника, і відбивач обертається відносно своєї осі вниз черговим патроном, який знижується на лінію досилання, утворюючи тракт досилання.

У гарматах ГШ-23 і ГШ-30 відбивач виконаний у вигляді пластини, розташованої в агрегаті стволів, яка по чергово перемикається між стволами для утворення трактів відбиття стріляних гільз або патронів-осічок.

У багатоствольній зброї відбивач виконаний у вигляді двох пальців 6 (рис. 1.26), які закріплені на кожусі зброї і при обертанні блока стволів проходять через поперечні прорізи променів центральної зірки. Наприкінці екстракції гільза, яка обертається разом з блоком стволів, набігає на пальці відбивача і спрямовується за межі зброї. Для збільшення швидкості викидання гільз в окремих зразках зброї (гармата ГШ-6-23) застосовуються спеціальні механізми-прискорювачі.

Прискорювач виконується у вигляді вала 4 з пальцями 2, що обертається протилежно напрямку руху блока стволів. Потім гільза починає взаємодіяти з відбивачем 6 і звільнятися з екстракторів затвора.

Прискорювач обертається від шестірні 3, яка знаходиться у зачепленні з зубчастим вінцем казенника 1, що обертається з дещо більшою швидкістю, ніж швидкість обертання блока стволів. У процесі екстракції гільзи пальці 2 прискорювача починають контак-

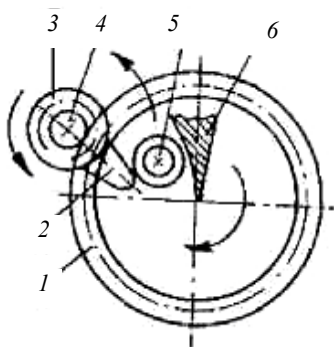


Рисунок 1.26 – Відбивач багатоствольної зброї з обертовим блоком стволів

тувати з гільзою 5 і за рахунок різниці кутових швидкостей гільзи та вала прискорювача останній починає скручуватися у межах пружних деформацій. У цей самий момент пружна деформація вала прискорювача усувається, за рахунок чого гільза набуває додаткової швидкості викидання.

У гранатометі АГ-17А екстракція та відбиття гільзи проводяться в ході відкочування затвора за допомогою екстрактора 2 (рис. 1.27), який розміщується в затворі 3, і відбивача 5, що приводиться в обертання навколо осі O_1 гребенем 4 затвора.

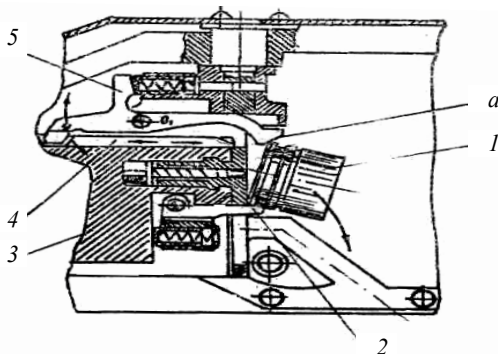


Рисунок 1.27 – Механізм екстракції і відбиття гранатомета АГ-17А

Екстрактор утримує стріляну гільзу при відкочуванні або вилучає патрон з патронника при перезаряджанні. Відбивач своєю спеціальною поверхнею *a* забезпечує нахил гільзи 1, а при ударі по ньому гребеня 4 затвора – її викидання за межі зброї.

1.6.3 Механізми подачі та зниження патронів

Сукупність деталей, які забезпечують подачу чергового патрона в приймач зброї та зниження його на лінію досилання в канал ствола, утворює механізм подачі та зниження.

В авіаційній зброї широко застосовуються механізми рейкового типу та механізми з зіркою подачі. У механізмі рейкового типу подача патронної стрічки здійснюється

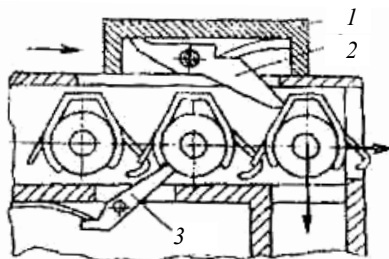


Рисунок 1.28 – Механізм подачі рейкового типу

пальцями 2 (рис. 1.28), які закріплюються за допомогою осі на рейці (движку) подачі 1.

Рейка кінематично зв'язана з основною ланкою зброї і здійснює зворотно-поступальний рух. При підготовчому ході рейка 1 рухається назустріч патронній стрічці, при цьому подавальні пальці 2 спочатку підтискаються, а потім під дією пластинчастої пружини заходять за черговий патрон.

Патронна стрічка в цей момент утримується в приймачі зброї фіксувальними пальцями 3, які підтискаються своєю пластинчастою пружиною.

При робочому ході рейка здійснює рух у протилежний бік і подавальними пальцями 2 переміщує патронну стрічку в зброю на один патрон. Фіксувальні пальці 3 у цей момент заходять за черговий патрон.

Механізми подачі рейкового типу застосовуються у гарматі ГШ-30-1 та гранатометі АГ-17А.

В авіаційній гарматі ГШ-30-1 механізм подачі рейкового типу містить бігунець (рейку) подачі 3 (рис. 1.29, а), важіль подачі 2, який утворює разом з бігунцем кривошипно-штанунний механізм, та повідець 1, з'єднаний з казенником б гармати (див. рис. 1.21).

Під час відкочування ствола бігунець 3, який переміщується перпендикулярно до руху ствола назустріч патронній стрічці, за допомогою клапана-на (спеціального важеля) заскакує за вільну ланку стрічки. При цьому стрічка утримується від випадіння підпружиненим фіксатором 4 (рис. 1.29, б).

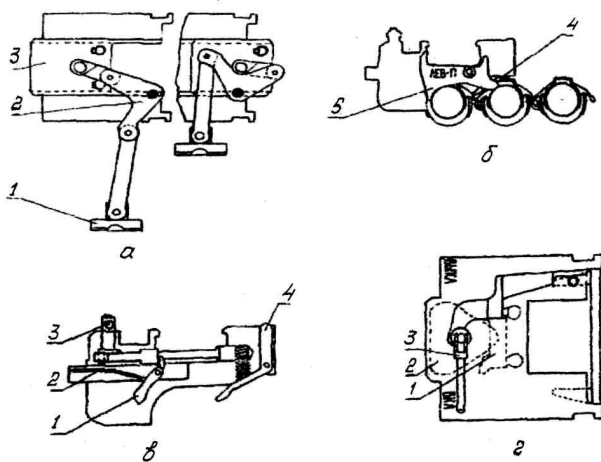


Рисунок 1.29 – Механізм подачі гармати ГШ-30-1

Клапан *1* (рис. 1.29, *в, з*) бігунця, підтискаючи пружину *2*, заскакує за вільну ланку стрічки. Наприкінці подачі перший патрон, набігаючи на передній *5* (рис. 1.29, *б*) та задній відсікачі, розвертає їх і забезпечує цим вирівнювання положення наступного патрона та унеможливує набігання оживальної частини снаряда патрона на казенник гармати.

Після завершення подачі підпружинений фіксатор *4* (рис. 1.29, *б, в*) заскакує за ланку першого патрона.

Для забезпечення введення патронної стрічки в механізм подачі при заряджанні гармати та для вилучення її при розряджанні на корпусі цього механізму є ручка *3* (рис. 1.29, *з*) пристрою вимкнення подачі. При повертанні ручки *3* в положення «Вykl.» відбувається розвертання клапана *1* і фіксатора *4* (рис. 1.29, *в, з*) і тим самим виведення їх із зачеплення з патронною стрічкою.

У механізмі подачі патронної стрічки гранатомета АГ-17А замість бігунця подачі використовується двоплечовий важіль *3* (рис. 1.30), розташований на нерухомій осі *2*. Обертання важеля на осі забезпечується копіром *б*, який знаходиться зверху затвора *5*, за допомогою пальця *1*.

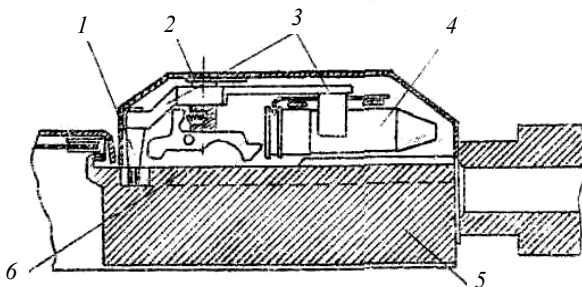


Рисунок 1.30 – Механізм подачі гранатомета АГ-17А

У механізмах з зіркою подачі ведуча ланка механізму (зірка подачі) має спеціальні заглиблення, в які заходять патрони. При обертанні цієї ланки навколо осі відбувається подача патронної стрічки з подальшим вилученням патрона з ланки та зниженням його в екстрактори затвора і досиланням у патронник.

При такому способі подачі досягається плавність руху патронної стрічки, надійне зачеплення ведучої ланки механізму з патроном та унеможливаються випадки деформації патрона.

Механізми подачі з ведучою зіркою набули застосування у двоствольних та багатоствольних системах зброї.

Схему механізму подачі у багатоствольних системах зброї (гармата ГШ-6-23 та кулемети ЯкБ-12,7 і ГШГ-7,62) зображено на рис. 1.31, де позначені 1, 7, 8 – патрони, 2 – ланка, 3 – знімач ланки. Під час обертання зірки 5 від вала подачі 6 патронна стрічка захоплюється зіркою знизу і переміщується в приймач зброї під кришку 4.

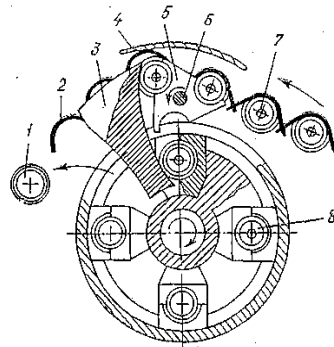


Рисунок 1.31 – Механізм подачі багатоствольної зброї

Вал подачі 6 кінематично зв'язаний з основною ланкою (блоком стволів) через шестірню подачі, яка постійно знаходиться у зачепленні з центральною шестірнею блока стволів.

У двоствольних системах зброї основною ланкою є повзун, і його поступальний рух перетворюється в однобічне обертання зірки подачі через вал за допомогою спеціальних клапанів або храпових механізмів.

У гарматі ГШ-23 (рис. 1.32) зв'язок зірки подачі 5 та вала подачі 4 з основною ланкою здійснюється через барабан подачі 2 та повідець 1.

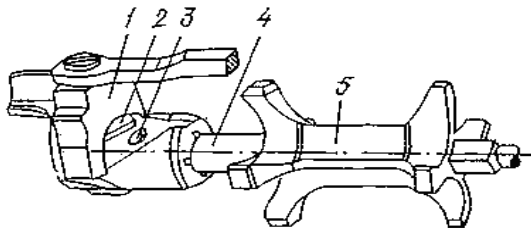


Рисунок 1.32 – Механізм подачі гармати ГШ-23

Барабан 2 має праві та ліві гвинтові пази, в яких розташовуються ромбики повідця подачі 1. На виході кожного паза стоять підпружинені клапани 3, які пропускають ромбики повідця подачі тільки в одному напрямку. Внаслідок цього під час руху повідця вперед ромбики розміщуються в пазах одного нахилу, а під час руху назад – в пазах іншого. Отже, барабан разом з валом та зіркою подачі 5 набуває однобічного обертання. Для зміни напрямку обертання барабана, якщо виникає необхідність зміни напрямку подачі патронної стрічки в зброю у артилерійській установці літального апарата, потрібно барабан подачі 2 розвернути на 180°.

У гарматі ГШ-30 для перетворення поступального руху повзунів на однобічне обертання зірки подачі використовується зубчаста передача і два заскочні пристрої. Зірка подачі виконана у вигляді двох хрестовин 5 (рис. 1.33), жорстко посаджених на подовжній вал 6. На цьому ж валу вільно посаджено дві шестірні 4 (передня і задня), які зв'язані через шестірню подачі 3 і сполучну шестірню 2 з зубчастими рейками повзунів 1. На валу розміщуються також й підпружинені защіпки 7, які з внутрішніми приливами хрестовин 5 утворюють храпове зчеплення. Під час руху повзунів 1 шестірні 4 завжди обертаються в різні боки. Храповий механізм передає рух від шестірні 4 на відповідну хрестовину 5, яка в цей момент обертається в необхідний бік, чим і забезпечує одностороннє обертання зірки подачі.

В процесі розряджання зброї виникає необхідність витягування патронної стрічки з приймача зброї. Для цього над зіркою подачі є відкидна кришка (у багатоствольних системах зброї) або конструкція передбачає можливість відключення зірки подачі від основної ланки за допомогою спеціальних пристосувань (у двоствольних системах зброї), після чого вона може вільно обертатися в будь-який бік.

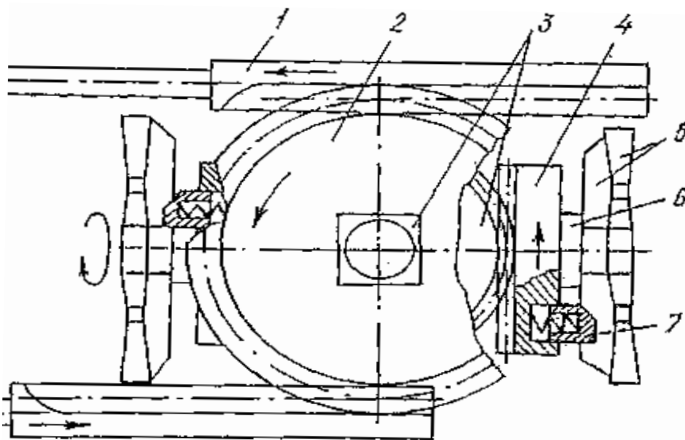


Рисунок 1.33 – Механізм подачі гармати ГШ-30

Механізм зниження забезпечує переміщення патрона з ланки патронної стрічки на лінію осі каналу ствола. У більшості зразків зброї патрон у процесі його зниження вилучається з ланки патронної стрічки поперечним рухом. Тому механізм має фіксатор для ланки (або

ланкознімач), що утримує ланку під час вилучення з неї патрона, і знижувач. Знижувачі можуть бути хитного типу (гармата ГШ-30-1) або з поступальним рухом у вертикальному напрямі (гармати ГШ-23, ГШ-30 та гранатомет АГ-17А). Механізми зниження у деяких зразках зброї конструктивно суміщені з механізмами подачі патронної стрічки, а у деяких виконані окремо.

У багатоствольних системах зброї операцію зниження патрона в екстракторі затвора виконує зірка подачі.

У гарматі ГШ-30-1 зниження патрона на лінію його досилання в патронник виконується знижувачем 2 (рис. 1.34, а), який у передній частині має спеціальний профіль (копір).

Під час відкочування ствола спеціальний виступ *a* казенника (див. рис. 1.24) набігає на копірну поверхню *b* знижувача 2 (рис. 1. 34, а), який внаслідок такої взаємодії повертається вниз навколо своєї осі *l*, забезпечуючи зниження патрона на лінію досилання у канал ствола (рис. 1.34, б). При цьому ланка утримується за хвостовики в напрямних *в* знімача (див. рис. 1.24).

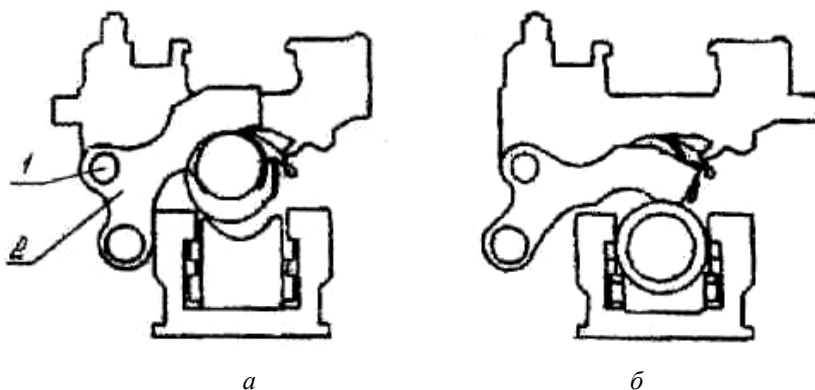


Рисунок 1.34 – Механізм зниження гармати ГШ-30-1

У гранатометі АГ-17А знижувач 2 (рис. 1.35) розміщується на передній торцевій поверхні *a* затвора 3 у вертикальних напрямних. Під час накочування затвора знижувач видаляє черговий патрон *l* з ланки патронної стрічки за країну гільзи, знижує його на лінію досилання і досилає в патронник. Вертикальне переміщення знижувача забезпечується його взаємодією з лівим і правим копірами короба гранатомета.

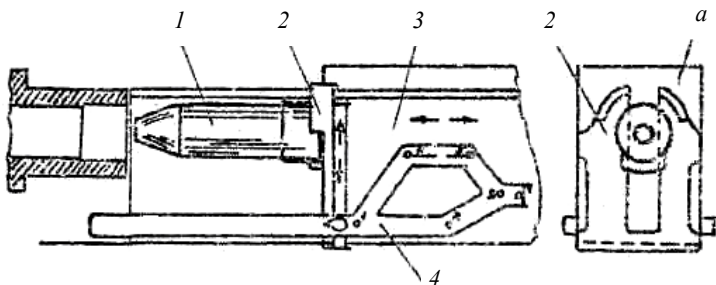


Рисунок 1.35 – Механізм зниження гарматомета АГ-17А

У гарматах ГШ-23 і ГШ-30 механізм зниження містить напрямну рамку 4 (рис. 1.36) для фіксації ланки 9 від зміщення вниз і по два знижувачі (передній 5 та задній 2) на кожен ствол. Кожна пара знижувачів зв'язана з відповідним повзуном 1 за допомогою ромбиків 6 та 3.

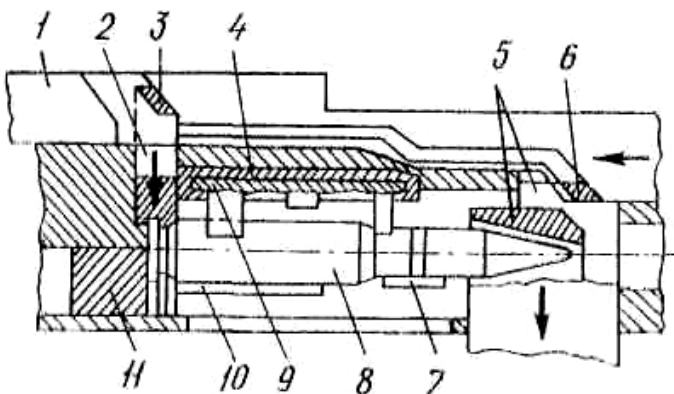


Рисунок 1.36 – Механізм зниження гармат ГШ-23 і ГШ-30

Ромбики охоплюють повзун з двох боків і розміщуються у його похилих бокових пазах. Наприкінці ходу повзуну назад знижувачі переміщуються вниз і витискають патрон 8 з ланки в екстрактори затвора 11. Подальший рух патрона вниз обмежується виступами 10 ствольної коробки та відсікачем 7. На початку досилання патрона знижувачі повертаються вгору, після чого цикл роботи механізму зниження повторюється.

1.6.4 Стріляючі механізми

Стріляючі механізми призначені для запалювання порохового заряду патрона, підготовленого до пострілу. У патронах з капсулем ударної дії він розбиває (наколоне) капсуль, а в патронах з електрокапсулем – забезпечує замикання електрозапального кола, внаслідок чого напруга бортової мережі літального апарата +27 В подається на центральний електрод електрокапсульної втулки (ЕКВ). У першому випадку стріляючий механізм називається ударним, у другому – електрозапальним.

Стріляючий механізм має забезпечувати надійне запалювання порохового заряду патрона після замикання каналу ствола та унеможливити спрацювання капсуля патрона за незамкненого каналу ствола. Затримка у стрільбі типу «осічка» через неспрацювання стріляючого механізму неможлива.

Основними елементами ударного механізму є: розбивач, ударник, бойова пружина та автошептало. Розбивач розміщується у затворі і безпосередньо діє на капсуль патрона. Ударник ударяє по розбивачу, забезпечуючи його повздовжнє переміщення. Бойова пружина у певний момент роботи механізму накопичує енергію від основної ланки зброї, а потім після підготовки чергового патрона до пострілу передає її ударнику. Автошептало утримує ударник на бойовому зведенні зі стиснутою бойовою пружиною до кінця виконання всіх операцій з підготовки чергового патрона до пострілу, після чого воно автоматично вимикається.

Окрім основних деталей, до конструкції механізму можуть входити і такі деталі, як щиколотка (в технічних описах російською мовою її назва – лодыжка), важіль розбивача, плунжер бойової пружини та інші. Ці деталі, як правило, розміщуються між ударником та розбивачем і змінюють напрямок дії або точку прикладання сили від ударника до розбивача.

У стріляючому механізмі зброї невеликих калібрів (кулемети ГШГ-7,62 та ЯкБ-12,7) ударник може бути відсутній. У цьому випадку бойова пружина (або інша деталь) діє безпосередньо на розбивач.

У багатствольній зброї з безперервним обертанням блока стволів у процесі стрільби ударник або розбивач може одержувати енергію безпосередньо від блока стволів. У такому ударному механізмі відсутні бойова пружина і автошептало (гармати ГШ-6-23 та кулемет ЯкБ-12,7).

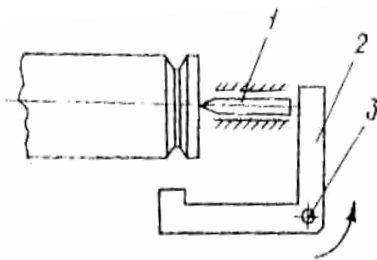


Рисунок 1.37 – Ударний механізм гармати ГШ-6-23

До складу ударного механізму гармати ГШ-6-23 (рис. 1.37) входять розбивач 1 і ударник 2, закріплений на кожусі за допомогою осі 3.

Горизонтальне плече ударника взаємодіє зі скосами блока стволів, який обертається, у той момент, коли під вертикальне плече ударника 2 підходить розбивач 1 чергового затвора.

Внаслідок цього ударник розвертається на осі 3 і ударяє по розбивачу. Після пострілу ударник повертається в початкове положення. Запобігання випадковому наколюванню капсуля за незамкненого каналу ствола відбувається за рахунок того, що розбивач має виступи, які суміщаються з відповідними виїмками затвора тільки при його замкненому положенні.

До складу ударного механізму кулемета ЯкБ-12,7 входить розбивач 3 (рис. 1.38, а) затвора 1 і спеціальний виступ на передній поверхні нерухомого замкача 4. Під час обертання блока стволів прапорець 5 розбивача набігає на виступ 4, розбивач переміщується вперед і розбиває капсулю.

Повертання розбивача назад і запобігання випадковому розбиттю капсуля проходить шляхом встановлення прапорця 5 розбивача на виступ 2 затвора в процесі розвертання затвора під час відмикання каналу ствола.

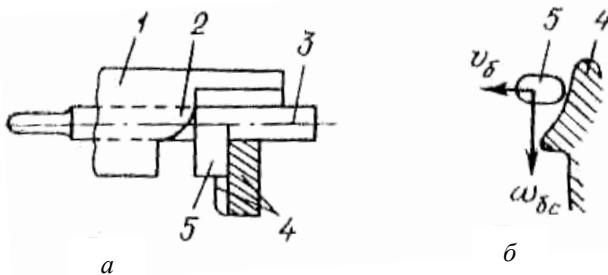


Рисунок 1.38 – Ударний механізм кулемета ЯкБ-12,7

Ударний механізм кулемета ГШГ-7,62 має у своєму складі ударник 4 (див. рис. 1.23), передня частина якого є розбивачем, бойову пружину 5 та автошпентало (запобіжник) 9. Ударники з бойовими пружинами розміщуються в кожному затворі, автошпентало закріплене на кожусі. Зведення ударника відбувається наприкінці досилання патрона, коли ударник зупиняється на автошпенталі 9, а затвор, продовжуючи рух вперед, стискає бойову пружину 5. У процесі обертання блока стволів ударник у подальшому зривається з автошпентала і розбиває капсулю. Запобігання випадковому наколюванню капсуля виконується невеликим (попереднім) зведенням ударника в процесі відмикання каналу ствола з подальшим

установленням ударника на защіпку замикального механізму.

У гарматі ГШ-23 ударний механізм забезпечує почергове розбиття капсуля патрона, який знаходиться в правому або лівому стволі. Він містить бойову пружину 3 (рис. 1.39) з плунжером 4, ударник 2, автошептало 16, розбивачі 11 зі щиколотками 10, які розміщені в затворах 9.

Ударник 2 має верхній (передній) приливок, на якому закріплено за допомогою осі шатун 5 і виконано торцеву виїмку 13 для шептала 6 спускового механізму. Середній приливок 17 ударника взаємодіє з автошепталою 16. Приливок 18 ударяє по щиколотці 10 правого або лівого затвора. На рис. 1.39 позначено: упор поодинокого шептала 7, які електромагніта 8, обмотку електромагніта 15.

Робота ударного механізму відбувається таким чином. За натиснутої кнопки стрільби спусковий механізм відключений від ударного і на роботу останнього не впливає. У момент чергового пострілу ударник 2 приливком 18 підтиснутий до щиколотки стріляючого ствола, бойова пружина 3 спушена, автошептало 16 вимкнене знижувачем другого ствола. Після зменшення тиску порохових газів у каналі стріляючого ствола повзун, що відкочується, опускає знижувач на невелику величину, а повзун, що напочується, піднімає знижувач 1 іншого ствола. Водночас перший знижувач розвертає ударник 2 за виступ 14 без перекидання через середнє положення, розвантажуючи щиколотку 10 затвора стріляючого ствола, другий знижувач у цей час звільняє автошептало 16. Як результат – приливок 17 ударника входить у вікно автошептала, і ударник фіксується ним.

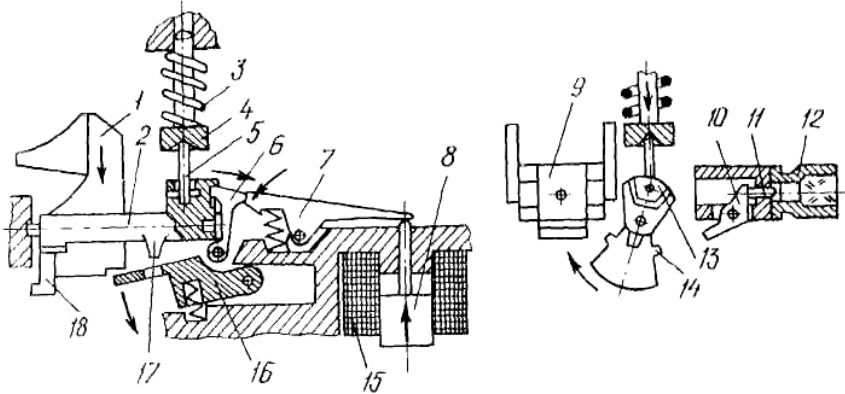


Рисунок 1.39 – Стріляючий механізм гармати ГШ-23

Після виконання всіх підготовчих операцій для пострілу з другого ствола повзун, який відкочується, ще раз опускає передній знижувач на максимально можливу величину.

Знижувач, надаючи ударнику середнього положення, зводить бойову пружину 3 за допомогою шатуна 5, а потім натискає автошептало 16, вмикаючи його. Звільнений ударник 2 під дією пружини 3 через шатун 5 розвертається у бік другого ствола і ударяє по щиколотці 10 затвора. Щиколотка, розвертаючись на осі, переміщує розбивач 11, який розбиває капсуль патрона 12. У подальшому цикл роботи ударного механізму повторюється.

В ударних механізмах зазвичай передбачено заходи для блокування випадкового наколювання капсуля за незамкненого каналу ствола.

У кулеметі ЯкБ-12,7 до замикання каналу ствола розбивач 3 за прапорець 5 утримується в задньому положенні виступом 2 затвора (див. рис. 1.38).

У гарматі ГШ-23 поперечний рух затвора в процесі відмикання каналу ствола потребує зняття зусиль бойової пружини з розбивача у разі виникнення затримки в стрільбі типу «осічка» патрона, інакше під час відмикання навантажений розбивач буде дряпати по капсулю «осічного» патрона, що може призвести до його спрацювання. Такий випадок може мати місце у випадку роботи механізму зброї від зовнішнього джерела енергії (в процесі автоматичного перезарядження або переведенні рухомих частин в інше положення вручну).

Розвантаження розбивача здійснюється спеціальним механізмом блокування за рахунок відведення ударника 4 (рис. 1.40) від щиколотки 5.

Механізм блокування містить фіксатор 2 та важіль блокування 3, які передають рух від поршня 1 механізму перезарядження на ударник 4. Цей механізм вмикається автоматично під час виконання перезарядження з метою забезпечення безпеки, а перед розрядженням зброї він вмикається вручну. В останньому випадку він має вмикатися переміщенням поршня 1 за допомогою спеціального важеля з комплекту інструментів гармати перед першим переведенням рухомих частин зброї, оскільки після стрільби в патроннику може знаходитися «осічний» патрон.

В наступних переведеннях рухомих частин повторного вмикання блокувального механізму не потрібно, тому що ударник уже утримується шепталом електроспуску.

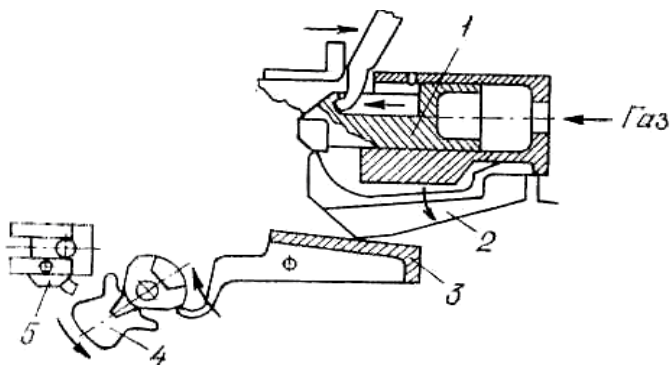


Рисунок 1.40 – Блокувальний механізм гармати ГШ-23

Різні системи авіаційної зброї мають свої особливості роботи стріляючого механізму ударного типу. У зброї з нерухомими стволами ударний механізм приводиться в дію спеціальним спусковим механізмом, який зв'язаний з системою керування стрільбою. Тому за вимкненої системи керування стрільбою переведення рухомих частин зброї вручну або від зовнішнього джерела енергії відбувається без приведення в дію ударного механізму.

У багатоствольній зброї з обертовим блоком стволів ударний механізм приводиться в дію під час обертання блока стволів незалежно від стану системи керування стрільбою. Тому для забезпечення безпеки роботи зі зброєю передбачено ручне вимкнення ударного механізму, після чого дозволяється обертати блок стволів, наприклад, для контролю відсутності патронів в автоматиці, або для розряджання зброї.

Для вимкнення ударного механізму в гарматі ГШ-6-23 (див. рис. 1.37) необхідно вісь ударника за спеціальний прапорець повернути на кут 90° . В такому разі вісь 3 відводить ударник 2 назад і вниз, оскільки вона закріплена на кожусі з ексцентриситетом.

У кулеметі ЯкБ-12,7 замикач 4 (див. рис. 1.38) виводиться з кожуха, оскільки він закріплюється на кожусі за допомогою поздовжньої осі з пружиною та спеціальної заціпки. За вимкненого замикача затвор 1 не розвертається для замикання каналу ствола і розбивач 3 своїм прапорцем 5 знаходиться на запобіжному виступі затвора 2. З іншого боку, прапорець розбивача не взаємодіє з замикачем 4.

Для вмикання ударного механізму у кулеметі ГШГ-7,62 необхідно повернути автошептало 9 (див. рис. 1.23) навколо поздовжньої осі і вивести його з кожуха до фіксації у вимкненому положенні. Ударник 4 не зводиться.

У гранатометі АГ-17А ударний механізм (рис. 1.41) приводиться у дію дистанційно за допомогою електроспуску.

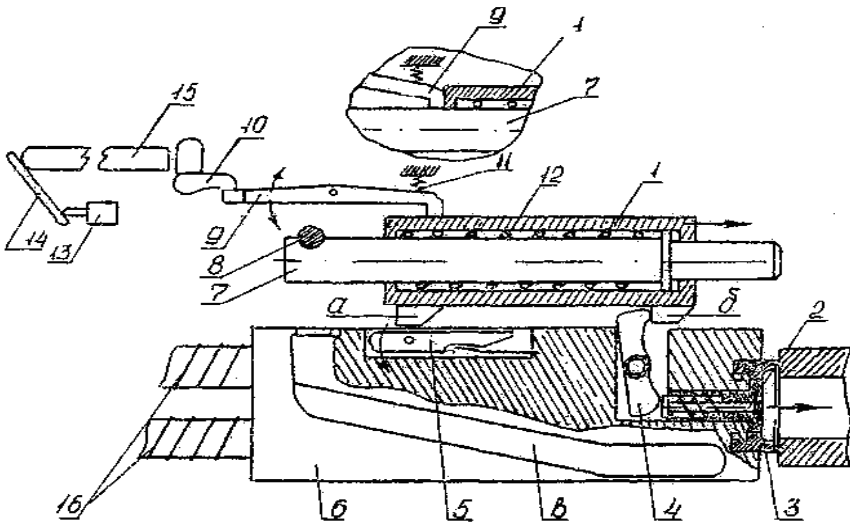


Рисунок 1. 41 – Ударний механізм гранатомета АГ-17А

Під час натискання кнопки стрільби в кабіні літального апарата електроспуск 13 через гашетку 14, планку 15, прапорець 10 повертає шпнтало 9, виводячи його з зачеплення з ударником 1.

Ударник під дією пружини 12 через важіль 4 ударяє своїм виступом б по розбивачу 2. Відбувається постріл і відкочування затвора 6. Під час накочування затвора під дією зворотних пружин 16 розмежувач 5 через свій спеціальний виступ а знову зводить ударник і спеціальним копіром виводиться з зачеплення з ним. Продовжується автоматична стрільба.

У разі відпускання кнопки стрільби зворотно-поступальний рух ударника припиняється шпнталом 9 під дією пружини 11.

Електрозапальні механізми застосовуються в авіаційних гарматах ГШ-30 та ГШ-30-1. Основними елементами електрозапального механізму є нерухомі та рухомі перехідні контакти, рухомі розмикачі й електророзбивачі. Схему електрозапального стріляючого механізму гармати ГШ-30-1 наведено на рис. 1.42.

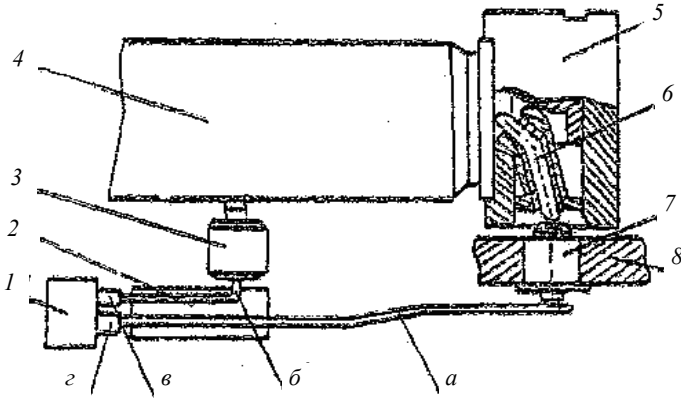


Рисунок 1.42 – Стріляючий механізм гармати ГШ-30-1

Такий стріляючий механізм містить в своєму складі електророзбивач 6, який знаходиться у затворі 5. За замкнутого каналу ствола електророзбивач контактує з нерухомим боковим контактом 7, який знаходиться в казеннику 8 гармати.

Цей контакт з'єднується за допомогою контактів *a* та *z* з контактною колодкою контактора 1 гармати.

Електророзбивач у затворі фіксується за допомогою вкладиша.

У разі натиснутої кнопки стрільби напруга +27 В від бортової мережі літального апарата подається через роз'єми та колодку контактора 1 по контактах *z* та *a* на боковий контакт казенника. Якщо черговий патрон підготовлений до пострілу, то запальвальне коло замикається, і напруга через електророзбивач 6 подається на електрокапсульну втулку патрона 4. Після пострілу ствол гармати відкочується назад, виконуючи цикл роботи механізму автоматики. Водночас електроколо подачі напруги на електрокапсульну втулку розмикається.

Після відпускання кнопки стрільби напруга з бокового контакту казенника 8 знімається і стрільба з гармати припиняється. У випадку неспрацювання патрона від електрокапсульної втулки напруга автоматично подається через певний проміжок часу на додатковий запальник 3, який під час свого спрацювання підпалює пороховий заряд патрона 4 через стінку гільзи.

1.7 Механізми для дистанційного керування зброєю

1.7.1 Спускові механізми

Спусковий механізм призначений для відкриття та припинення стрільби зі зброї. В одно- та двоствольних зразках зброї спусковий механізм приводить в дію ударний механізм на початку стрільби і вимикає його у разі припинення стрільби. У випадку використання патронів з електрокапсулем спусковий механізм у зброї не застосовується. Початок та припинення стрільби у таких зразках зброї пов'язані з подачею та зняттям напруги на контакти електрозапального механізму.

У багатоствольних зразках зброї спускові механізми виконують одну з таких функцій:

- вмикають та вимикають механізми подачі патронної стрічки;
- керують зведенням та спуском пружин торсіонів;
- вмикають та вимикають спеціальні стопори для ударної зупинки блока стволів;
- керують роботою перемикача запальних ланцюгів піропатронів.

У деяких зразках зброї такого типу спусковий механізм може бути відсутнім. У такому випадку його функції виконують інші механізми, наприклад, електродвигун (кулемет ГШГ-7,62).

Спусковий механізм гармати ГШ-23 (див. рис. 1.39) містить електромагніт 15 з якорем 8, важіль 7 з пружиною і шептало 6. Перед початком стрільби ударник 2 зі зведеною бойовою пружиною утримується шепталом 6, яке з іншого боку упирається у важіль 7. Для відкриття стрільби на електромагніт подається напруга, якір 8 втягується і розвертає важіль 7, який звільняє шептало 6. Зусиллям бойової пружини 3 за рахунок наявності ухилів по краях виїмки ударника 2 шептало розвертається на осі і звільняє ударник 2. Ударний механізм задіюється і розпочинається стрільба. У разі припинення стрільби ударник 2 знову фіксується шепталом 6 і робота ударного механізму завершується.

Спусковий механізм гармати ГШ-6-23 забезпечує вмикання подачі патронної стрічки на початку стрільби та її вимкнення у разі припинення стрільби, а також перемикання запалювальних кіл піропатронів. Він має контактор з якорем, пружиною і важелем, штовхач 1 (рис. 1.43), розташований усередині вала подачі 2, вимикач вала подачі та перемикач запалювальних кіл піропатронів.

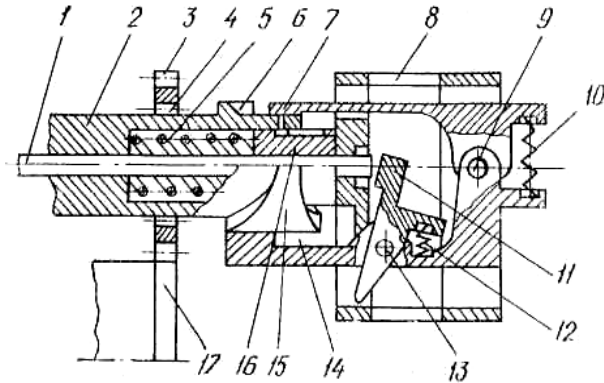


Рисунок 1.43 – Спусковий механізм гармати ГШ-6-23

Вимикач вала подачі виконаний у вигляді окремого механізму, який має корпус 8, шептало 11 з пружиною 12 та віссю 13, вимикач 14 та защіпку 7, закріплені на корпусі за допомогою осі 9, і пружину 10. У роботі механізму беруть участь також вал подачі 2 зі зворотною пружиною 5 і напрямним стрижнем 16 та штовхач 1, який передає зусилля від якоря електромагніта на шептало 11. Вимикач 14 і защіпка 7 підтискаються з протилежних боків до вала подачі 2 пружиною 10.

На вимикачі 14 є гвинтовий виступ, а відповідний йому гвинтовий виступ 15 виконано на валу подачі 2. Для взаємодії з защіпкою 7 на валу є виступ 6. Шептало 11 виконано у вигляді важеля з зубом, який закріплюється на вимикачі 14 віссю 13 і підтискається до стінки корпусу 8 пружиною 12.

Вимикання подачі патронної стрічки виконується шляхом переміщення вала подачі 2 в заднє положення, за якого його шліци 4 виходять із зачеплення з шестірнею подачі 3, і обертальний момент блока стволів 17 з шестірні 3 на вал подачі 2 не передається. Робота механізму відбувається таким чином. Якщо штовхач 1 знаходиться у передньому положенні і не входить у проріз корпусу 8 (електромагніт вимкнено), то зуб шептала 11 під дією пружини 12 переміщується у виїмку корпусу 8 і шептало 11 з вимикачем 14 становлять єдину силову конструкцію, яка зв'язана з корпусом 8. У такому положенні шептала відбувається вимикання подачі. Якщо штовхач 1 переміститься назад у проріз корпусу 8 (електромагніт під напругою), то шептало 11 виходить із зачеплення з корпусом 8 і вимикач 14 не має можливості вимкнути подачу, оскільки обертається відносно осі 9.

Перед стрільбою шептало 11 знаходиться у зачепленні з корпусом 8, вал 2 відведений назад і утримується вимикачем 14, при цьому шліци 4 вала виходять із зачеплення з шестірнею 3 (механізм подачі вимкнено), пружина 5 стиснута.

При натисканні на кнопку стрільби спрацьовує електромагніт, якір якого через важіль і штовхач 1 розвертає шептало 11 та виводить його з зачеплення з корпусом 8. Під дією пружини 5 вал 2 переміщується вперед, відводячи вимикач 14 вбік, входить у зачеплення з шестірнею 3 і починає обертатися (одночасно проходить розкручування блока стволів 17). Таким чином здійснюється вмикання подачі, і патрони подаються у приймальне вікно зброї. Повне вимушене вмикання подачі проходить уже в процесі обертання вала 2 за рахунок того, що торцевий приливочок виступу 15 в задньому положенні вала 2 входить у спеціальну виїмку корпусу 8.

У процесі стрільби вимикач 14 постійно підтискається до бокової поверхні вала 2 і при обертанні останнього гойдається на осі 9, водночас зуб шептала 11 ковзає по стінці корпусу 8 вимикача. Під час проходження вимикачем 14 виступу 15 вала, зуб шептала 11 виявляється напроти прорізу в стінці корпусу.

Після відпускання кнопки стрільби штовхач 1, переміщуючись вперед, виходить з прорізу корпусу 8. У цей момент шептало 11 заскакує у проріз корпусу і входить у зачеплення з корпусом вимикача 14, який взаємодіє з валом, що обертається, і відводить його назад. Вал від'єднується від шестірни 3, і подача патронів у гармату припиняється.

Щоб від'єднаний від основної ланки вал подачі 2 не розвернувся у протилежному напрямку під дією натягу патронної стрічки з подальшим її випаданням з приймача зброї, защіпка 7 у задньому положенні вала виступом 6 утримує його від повертання.

У кулеметі ЯкБ-12,7 відкриття та припинення стрільби пов'язані з розкрученням і зведенням торсіона за рахунок звільнення та фіксації зовнішньої шестірни планетарного редуктора за допомогою спеціального спускового пристрою. Якщо на початку стрільби розкручення блока стволів здійснюється від піростартера (торсіон не зведений), то спусковий механізм теж вмикається для того, щоб торсіон у процесі розкручування блока стволів і стрільби не зводився.

Спусковий механізм, окрім електроспуску 1 (рис. 1.44) з обмоткою 2, якорем 3, бігунцем 4, пружинами 5, 6, шепталом 7 і віссю 8, має муфту 16, яка жорстко зв'язана зі штовхачем 13 та кулачком 12, шептало затильника 11 з пружиною 9 і віссю 10 та пружину 18 муфти.

Муфта 16, посаджена на вал 14, обертається разом з ним і, у той же час, має можливість переміщуватися по валу у повздовжньому напрямку і пружинами 18 утримується у задньому положенні.

У початковому положенні перед стрільбою якір 3 та бігунець 4 займають переднє положення, шептало 7 виведене з корпусу електроспуску і фіксується у такому положенні бігунцем 4. Якщо пружина торсіона зведена, то шептало 7 утримує муфту 16 за виступ 17 у передньому положенні. Водночас пружина 18 стиснута, а кулачок 12 взаємодіє з шепталом 11, яке введене всередину корпусу затильника і фіксує зовнішню шестірню планетарного редуктора. В іншому разі, коли пружина торсіона не зведена, кутове положення муфти 16 таке, що шептало 7 не знаходиться на виступі 17, а сама муфта 16 знаходиться у задньому положенні, кулачок 12 не взаємодіє з шепталом 11 і зовнішня шестірня планетарного редуктора звільнена.

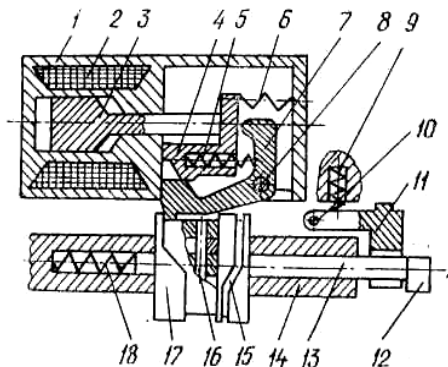


Рисунок 1.44 – Спусковий механізм кулемета ЯкБ-12,7

Під час натискання на кнопку стрільби якір 3 через бігунець 4 звільняє шептало 7, яке під дією пружини 5 заходить в корпус електроспуску і звільняє муфту 16. Якщо торсіон зведений, то муфта 16 разом зі штовхачем 13 та кулачком 12 під дією пружини 18 переміщується назад, і кулачок 12 звільняє шептало 11. Останнє звільняє шестірню планетарного редуктора, торсіон розкручує блок стволів, і починається стрільба. Якщо торсіон не зведений, то після спрацювання електроспуску муфта 16 звільняється шепталом 7, не змінюючи свого положення. Розкручення блока стволів у цьому випадку здійснюється за рахунок спрацювання піростартера через коло датчика, який контролює повздовжнє положення муфти 16.

В процесі відпускання кнопки стрільби якір 3 та бігунець 4 під дією пружин 5 та 6 повертаються у початкове положення. Бігунець 4 виводить шептало 7 з корпусу електроспуску і фіксує його в такому положенні. За рахунок обертання муфти разом з валом 14 шептало 7 взаємодіє з виступом 17 муфти і переміщує останню вперед разом зі штовхачем 13 і кулачком 12. Під час подальшого обертання вала 14 кулачок утворює шептало 11 у корпус затильника. З цього моменту стопориться зовнішня шестірня планетарного редуктора і розпочинається зведення торсіона з наступною зупинкою блока стволів. Внаслідок цього стрільба припиняється.

Паз 15 призначений для взаємодії з плунжером лічильника пострілів.

1.7.2 Механізми перезарядження зброї

Механізми перезарядження використовуються в одно- та двоствольній зброї для її остаточної підготовки до стрільби у повітрі та усунення затримок у стрільбі типу «осічка». Перезарядження зброї зводиться до виконання одного циклу роботи механізмів зброї від зовнішнього джерела енергії.

Перезарядження зброї можна виконати за допомогою різноманітних приводів. Найбільшого поширення набули механізми пневмоперезарядження, які використовують енергію стиснутого повітря, і механізми піроперезарядження, які використовують енергію порохових газів.

Механізм пневмоперезарядження має силовий циліндр 1 (рис. 1.45), в якому розміщені поршень 2, бігунець 4 і зворотна пружина 3. Поршень через бігунець зв'язаний з основною ланкою зброї – повзуном 5.

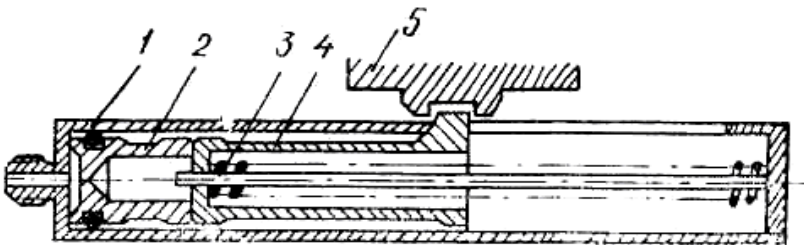


Рисунок 1.45 – Механізм пневмоперезарядження

Під час подачі стиснутого повітря в циліндр 1 поршень 2 переміщується разом з основною ланкою 5, стискаючи зворотну пружину 3. Після випуску стиснутого повітря з робочого об'єму циліндра через спеціальні отвори повзун з движком і поршнем повертаються в початкове положення пружиною.

Механізми піротехнічного перезарядження є найбільш поширеними в сучасній авіаційній зброї. Вони є автономними, мають високу енерговіддачу на одиницю маси, але мають також і обмежену кількість спрацювань.

Механізм піротехнічного перезарядження використовується в гарматі ГШ-23. До його складу входять (рис. 1.46) касета 3 з піропатронами 4, контактна колодка 2 і газопороховий двигун з поршнем 7.

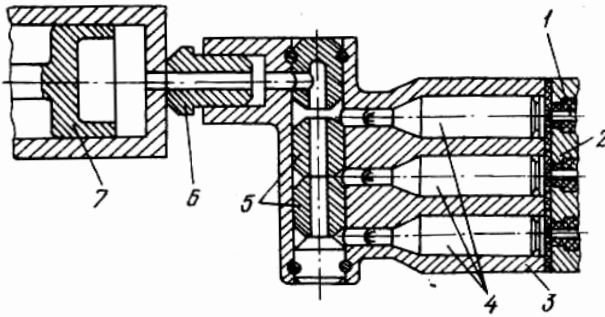


Рисунок 1.46 – Механізм піротехнічного перезаряджання

Для перезаряджання зброї на електрокапсуль одного з піропатронів через відповідний електророзбивач *1* подається напруга. Порохові гази, що утворюється в процесі спрацювання піропатронів, через проміжок між клапанами *5* надходять до центрального каналу клапанів і далі через обтюратор *6* до циліндра газопорохового двигуна зброї.

Поршень *7* двигуна, переміщуючись, відкидає основну ланку зброї – повзун – з переднього положення в заднє. Вимушений рух повзуна проходить до скидання газу через вихлопні вікна циліндра. Подальший рух повзуна відбувається за інерцією, водночас повзун іншого ствола гармати накочується і повертає поршень *7* двигуна у початкове положення. Клапани *5* захищають сусідні піропатрони від деформацій та спрацювання їх від теплового імпульсу піропатрона, який спрацював, а обтюратор *6* ущільнює стик між касетою *3* та циліндром двигуна.

У гарматах ГШ-30-1 та ГШ-30, які мають електрозапальний стріляючий механізм, замість механізму перезаряджання використовується пристрій додаткового запалу *3* (див. рис. 1.42) для підпалювання порохового заряду «осічного» патрона через стінку гільзи *4*. Затримка у стрільбі усувається без виконання циклу роботи механізмів зброї від зовнішнього джерела енергії. До недоліків таких механізмів перезаряджання відносять необхідність заряджання зброї безпосередньо «під постріл» на землі, що зменшує її безпечність та дає можливість лише одноразового виконання перезаряджання зброї таким механізмом.

1.7.3 Стартери авіаційної зброї

Стартер використовується в багатоствольній зброї для розкручування блока стволів на початку стрільби від зовнішнього джерела енергії. Залежно від типу енергії, яка використовується в них, розрізняють пневматичні, піротехнічні, пружинні та електричні стартери.

Головною вимогою до стартерів є розгін блока стволів до необхідної швидкості на заданому куті його повороту. Кут, на якому здійснюється розкручення блока стволів стартером, відповідає досиланню одного–двох патронів. Необхідна швидкість обертання блока стволів наприкінці роботи стартера має становити не менше 0,6 від значення сталої швидкості в процесі стрільби.

Пневматичний стартер має циліндр 2 (рис. 1.47), поршень 1 із зубчатою рейкою, зворотну пружину 7 з трубкою, стрижень із замикачем, проміжну шестірню 5 і опорний ролик 6.

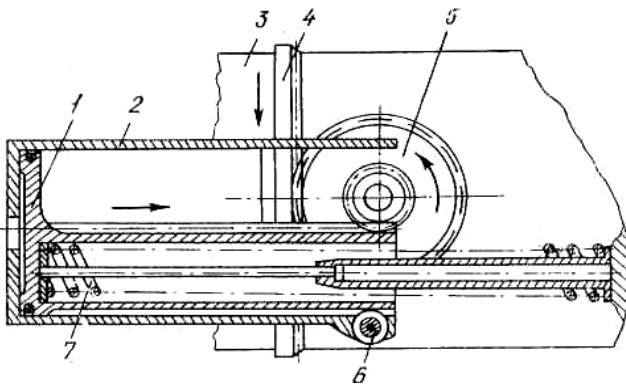


Рисунок 1.47 – Пневматичний стартер багатоствольної зброї

Під час роботи стартера стиснуте повітря надходить через отвір на дні циліндра і відкидає поршень 1 в заднє положення. Поршень через зубчасту рейку, проміжну шестірню 5 і муфту обгону 4 обертає блок стволів 3. Після припинення подачі повітря в циліндр пружина 7 повертає поршень 1 у початкове положення.

Піротехнічний стартер використовується в гарматі ГШ-6-23, а також, у комбінації з пружинним стартером, у кулеметі ЯкБ-12,7. Він складається з касети, в якій розміщуються піропатрони 5 (рис. 1.48), газопорохового двигуна з поршнем 2, зворотної пружини 3, опорного ролика 1 та клапанів 4.

Касета з боку піропатронів закривається контактною колодкою 7 з електророзбивачами 6. Поршень 2 зв'язаний з блоком стволів 9 через проміжну шестірню 8 і муфту обгону 10. У разі спрацювання одного з піропатронів 5 порохові гази через клапани 4 надходять в циліндр і переміщують поршень 2. Поршень через проміжну шестірню 8 і муфту обгону 10 обертає блок стволів 9. Наприкінці робочого ходу поршня відкриваються вихлопні вікна, газ з циліндра викидається в атмосферу, і поршень під дією пружини 3 повертається в початкове положення.

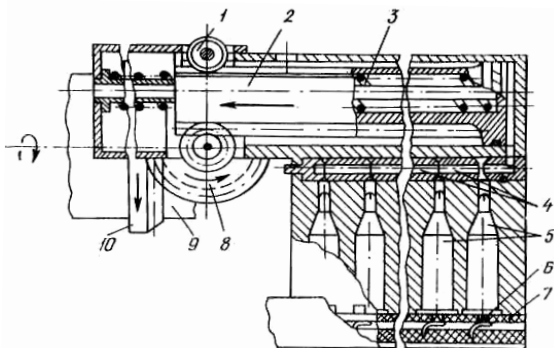


Рисунок 1.48 – Стартер гармати ГШ-6-23

Муфта обгону забезпечує однобічний кінематичний зв'язок від поршня стартера до блока стволів.

В авіаційних гарматах вона являє собою заскочний механізм, виконаний у вигляді шестірні 2 (рис. 1.49, а), яка вільно насаджена на блок стволів 1, і однієї або декількох заціпок 3 з пружинами.

Заціпки закріплені на блоці стволів за допомогою осей і пружинами притискаються до заскочних зубів, виконаних на внутрішній поверхні шестірні 2.

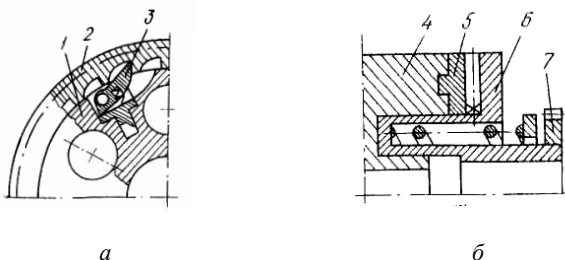


Рисунок 1.49 – Муфта обгону

Шестірня 2 через защіпки 3 обертає блок стволів 1 тільки проти годинникової стрілки. У протилежному напрямку вона повертається на блоці стволів вільно.

У кулеметі ЯкБ-12,7 використовується дискова муфта обгону, в якій заскочні зуби нарізані на поверхні дисків 5 та 6 (див. рис. 1.49, б). Диск 5 закріплюється на блоці стволів 4, а диск 6 зв'язаний з шестірнею 7 піростартера.

Диски підтискаються один до одного пружиною. Момент від шестірні 7 передається на блок стволів 4, якщо він діє проти годинникової стрілки.

Пружинний стартер, який застосовується тільки на кулеметі ЯкБ-12,7, складається з двох основних агрегатів: торсіона, який розміщується всередині блока стволів (рис. 1.50), і планетарного редуктора.

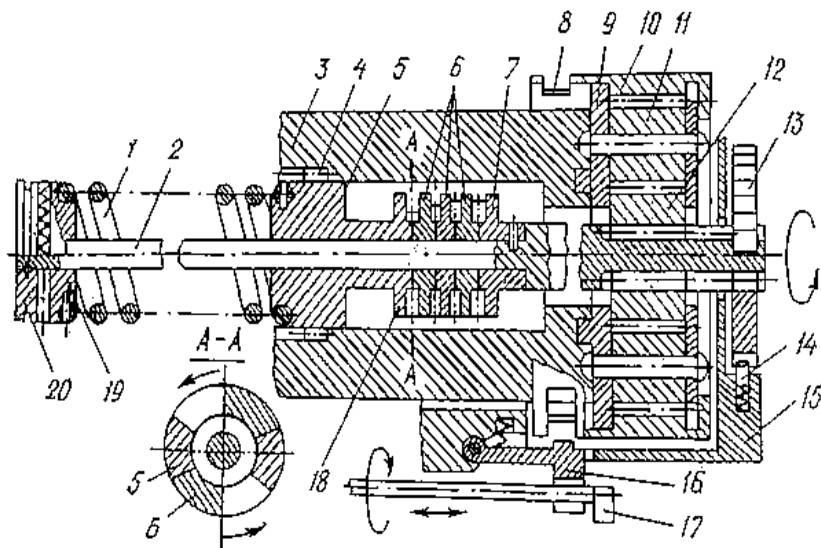


Рисунок 1.50 – Стартер кулемета ЯкБ-12,7

Гвинтова циліндрична пружина 1 торсіона за допомогою гайки 19, заскочника 20 і вала 2 своїм переднім кінцем жорстко зв'язана з внутрішньою центральною шестірнею 12 редуктора. Задній кінець пружини через гайку 5 з виступами 4 сполучений з блоком стволів. На валу 2 закріплена втулка 7 і вільно насажені обмежувальні втулки 6. За рахунок цього між втулкою 18 гайки 5 і втулкою 7 утворюються чотири вузли, які мають обмежений кут повороту.

Планетарний редуктор, окрім внутрішньої шестірни 12, має зовнішню центральну шестірню 10 (з внутрішнім зубчастим вінцем) і рамку (води́ло) 9 з шестірнями-сателітами 11, закріпленими на водилі за допомогою осей. Шестірни 11 знаходяться в зачепленні з шестірнями 10 і 12, водило 9 жорстко закріплене на блоці стволів 3. Таким чином, передній кінець пружини 1 сполучений з внутрішньою шестірнею 12, а задній – з водилом 9. Зовнішня шестірня 10 може або вільно обертатися в корпусі 15 кулемета, або фіксується відносно корпусу спеціальним спусковим механізмом.

Зведення пружини 1 проводиться наприкінці стрільби з метою акумулювання кінетичної енергії блока стволів більш швидким обертанням її переднього кінця за рахунок задіяння в роботу планетарного редуктора. Зведення пружини проходить після стопоріння зовнішньої шестірни 10 редуктора спусковим механізмом. Повне закручування пружини приводить до ударної зупинки блока стволів, і стрільба припиняється. Максимальний кут закручування пружини торсіона визначається проміжками в поворотних вузлах обмежувальних втулок 6.

Розкручування пружини відбувається після звільнення зовнішньої шестірни 10 редуктора спусковим механізмом.

Заскочне колесо 13, закріплене на валу 2, і підпружинена заціпка 14 забезпечують можливість обертання вала 2 тільки проти годинникової стрілки. Заскочник 20 призначений для початкового закручування пружини 1 у процесі заводського складання торсіона.

Робота стартера відбувається таким чином. У процесі стрільби торсіон і редуктор обертаються разом з блоком стволів як монолітна деталь, пружина торсіона спущена. Після відпускання кнопки стрільби спусковий механізм фіксує зовнішню шестірню 10 редуктора. Це відбувається внаслідок того, що кулачок 17 вводить зуб шептала 16 затильника в проріз 8 колеса 10. Водило 9, продовжуючи обертання з блоком стволів 3, примушує обкочуватися шестірни-сателіти 11 по нерухомій шестірни 10. Це викликає обертання з більшою швидкістю внутрішньої шестірни 12 і пов'язаного з нею вала 2, тобто переднього кінця пружини 1. Пружина закручується і одночасно вибираються проміжки у вузлах обмежувальних втулок 6. Коли всі проміжки будуть вибрані, шестірня 12 обертатися з великою швидкістю вже не зможе, оскільки вал 2 втулкою 7 через втулки 6 упирається в гайку 5. Відбувається заклинення редуктора, блок стволів зупиняється і, отже, стрільба припиняється. За час зведення торсіона відбуваються ще два постріли. Пружина торсіона залишається зведеною до наступного пострілу, оскільки зворотному обертанню вала 2 перешкоджає заскочне колесо 13.

На початку наступного пострілу спусковий механізм звільняє шестірню 10, і планетарний редуктор отримує можливість обертатися. Задній кінець пружини 1 разом з блоком стволів 3 починає розкручуватися відносно зафіксованого на корпус заскочного колеса 13 через вал 2 її переднього кінця. При цьому шестірня 10 обертається з більшою швидкістю, а проміжки між з'єднаннями обмежувальних втулок 6 вибираються в інший бік. Наприкінці розкручування всі проміжки вибрані, і гайка 5 через втулки 6 захоплює втулку 7 і, отже, вал 2 і шестірня 12 починають обертатися зі швидкістю блока стволів. Це викликає знову обертання торсіона і редуктора разом з блоком стволів як монолітної деталі.

1.7.4 Датчики та перемикачі електричних кіл зброї

Датчики входять до складу конструкції переважної більшості зразків авіаційної артилерійської зброї. Залежно від положення основної ланки зброї вони здійснюють комутацію електричних кіл системи управління вогнем, які, у загальному випадку, забезпечують:

- роботу лічильників залишку патронів, лічильників для обмеження довжини черги та автоматів перезарядження;
- сигналізацію готовності зброї до стрільби;
- блокування (або перемикання) запальних кіл піротехнічних механізмів перезарядження або стартерів.

Конструктивно датчики виконуються у вигляді ізольованих від корпусу одного або декількох нерухомих контактів та рухомого контакту, який зв'язаний безпосередньо або через деякі проміжні деталі з основною ланкою зброї. Рухомий контакт у певному положенні основної ланки зброї замикається з нерухомим контактом або замикає нерухомі контакти між собою.

У гарматі ГШ-30-1 для сигналізації готовності зброї до стрільби, роботи лічильника патронів і схеми усунення затримок у стрільбі типу «осічка» використовується датчик положення відкотних частин (рис. 1.51).

У передньому положенні відкотних частин плунжер 3 замикає на масу контакт, який розташований всередині контактної колодки 1 контактора 2. Це забезпечує

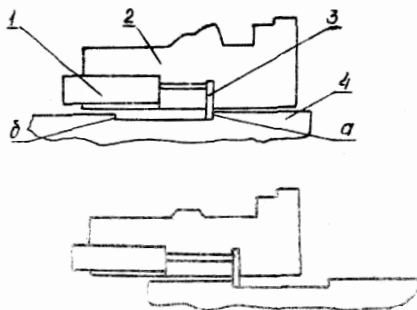


Рисунок 1.51 – Датчик положення частин гармати ГШ-30-1

підготовку кіл стрільби в системі управління зброєю на літальному апараті і сигналізацію готовності зброї до стрільби. Наприкінці накочування ствола плунжер зсувається назад набігальним виступом *б* казенника *4*, розмикаючи з масою контакт у колодці.

Якщо час, протягом якого контакт, розімкнутий з масою, перевищує максимально можливий час ви-конання пострілу (час затяжного пострілу), то схема усунення затримки забезпечує подачу напруги +27 В на додатковий запал *3* (див. рис. 1.42).

Наприкінці накочування виступ *а* казенника повертає плунжер вперед. Контакт у колодці знову замикається на масу. Це замикання контакту використовується для роботи лічильника патронів.

У гарматі ГШ-23 рухомий контакт датчика положення частин зброї зв'язаний з автошепталом і замикається з нерухомим контактом у крайніх положеннях повзунів.

У гарматі ГШ-6-23 та кулеметі ЯкБ-12,7 рухомий контакт виконаний у вигляді кільця на спеціальному плунжері, який зв'язаний з валом подачі. Кільце замикає та розмикає нерухомі контакти один раз на кожний оберт вала подачі. У кулеметі ЯкБ-12,7 рухомий контакт, крім того, контролює повздовжнє положення муфти на валу подачі і в її передньому положенні (торсіон зведений) розмикає запальні кола піростартера, чим унеможливується паралельна робота торсіона і піростартера.

У кулеметі ГШГ-7,62 стрільба починається зі стартового (непарного) ствола, тому рухомий контакт датчика цієї зброї перемикає два кола: лічильника і готовності. Перше коло замикається один, а друге два рази на кожен оберт блока стволів.

У гарматі ГШ-6-23, крім датчика, застосовується ще й перемикач запальних кіл піропатронів піростартера, який на початку кожної стрільби у певній послідовності підключає до кола стрільби піропатрони стартера.

Конструктивно він виконаний у вигляді десятипозиційного кільцевого перемикача, рухомий контакт *13* (рис. 1.52) якого закріплений за допомогою ізоляційної втулки *10* на осі *9* заскочного колеса, і при своєму повертанні послідовно замикає один з контактів *11* нерухомої контактної колодки *12* зі струмопровідним кільцем *14*.

Контакти *11* у послідовності, вказаній на рис. 1.52, *б*, підключено до піророзбивачів *15* піропатронів, кільце *14* підключено до кола стрільби. Пружина *16* піднімає рухомий контакт *13* до контактної колодки *12*.

Привод рухомого контакту *13* виконано від якоря *4* електромагніта (рис. 1.52, *а*) за допомогою клапанів *7*, *17*, які закріплені на рамці *8* за допомогою осей *6*, *18*, що підтискаються пружиною *5* до заскочного колеса, посаженого на осі *9*. На цьому рисунку також ще позначено корпус електромагніту *1*, котушку *2* і пружину якоря *3*.

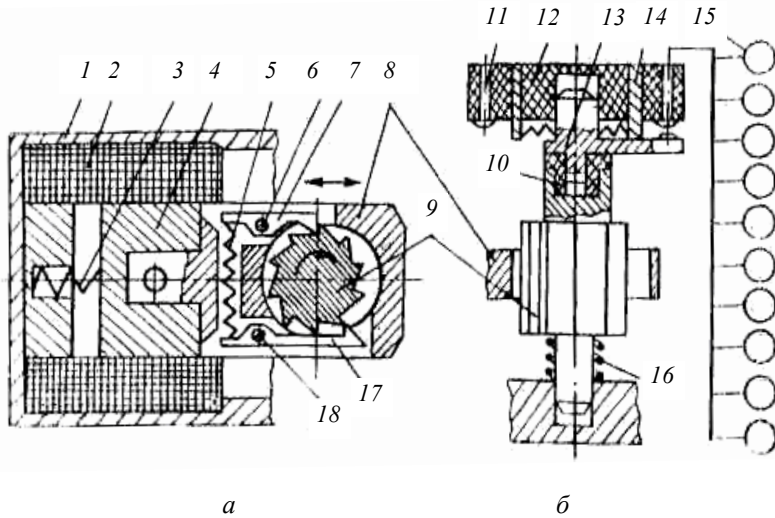


Рисунок 1.52 – Перемикач запальних кіл гармати ГШ-6-23

Контакти 11 у послідовності, вказаній на рис.1.52, б, підключено до піророзбивачів 15 піропатронів, кільце 14 підключено до кола стрільби. Пружина 16 піднімає рухомий контакт 13 до контактної колодки 12.

У початковому стані перед здійсненням пострілу рухомий контакт 13 знаходиться між двома нерухомими контактами 11 і відведений від контактної колодки 12 вниз одним з виступів кільця 14. Під час натискання на кнопку стрільби якір 4 з рамкою 8 втягується в котушку 2, клапан 17 повертає вісь 9 з рухомим контактом 13 на півкроку, в результаті контакт 13 сходить з виступу кільця 14 і пружиною 16 підтискається до чергового нерухомого контакту 11. Запальне коло одного з патронів підключається до кола стрільби.

Після відпускання кнопки стрільби якір 4 з рамкою 8 повертається в початкове положення, при цьому клапан 7 повертає вісь 9 з контактом 13 ще на півкроку. Рухомий контакт знову займає проміжне положення між нерухомими контактами і відведеним від них черговим виступом кільця 14.

У подальшому робота перемикача повторюється і при черговому натисканні на кнопку стрільби до кіл стрільби підключається наступний рухомий контакт 11.

1.8 Допоміжні механізми та пристрої артилерійської зброї

Допоміжні механізми та пристрої артилерійської зброї призначені для забезпечення надійності та безпечності роботи зброї, а також заданих умов її експлуатації.

До таких механізмів і пристроїв відносять:

- запобіжні механізми та противідскочні пристрої, що забезпечують неможливість виконання пострілу при неповній замкненому каналі ствола або його самовільному передчасному відкриванні;
- пристрої для зменшення силової та газодинамічної дії зброї на літальний апарат, до яких належать амортизатори сили віддачі, дулові пристрої, газові компенсатори та локалізатори;
- пристрої для поглинання надлишку енергії рухомих частин зброї, до яких відносять гідравлічні гальма;
- пристрої для зменшення інтенсивності нагрівання стволів, до яких відносять системи охолодження.

Запобіжні механізми запобігають стрільбі, якщо повітряне судно зі зброєю знаходиться на землі. Таке запобігання виконується введенням за допомогою кінцевих вимикачів блокувань в електричні кола управління стрільбою з артилерійської зброї систем управління озброєнням повітряного судна. Знімаються такі блокування автоматично, коли шасі повітряного судна прибрані, тобто він знаходиться в польоті, або коли кришка спеціального лючка, що знаходиться на його борту, закрита. Така кришка закривається безпосередньо перед вильотом.

Противідскочні пристрої усувають відскок патрона від патронника ствола наприкінці його досилання.

У гарматі ГШ-30-1 утримання патрона 6 (рис. 1.53) від відскоку його від патронника ствола наприкінці досилання виконується за допомогою підпружиненого важеля противідскоку 1, який входить нижнім плечем у тракт досилання патрона у разі розташування у верхньому положенні затвора 3 в казеннику 2, коли плече б важеля входить у вікно а казенника.

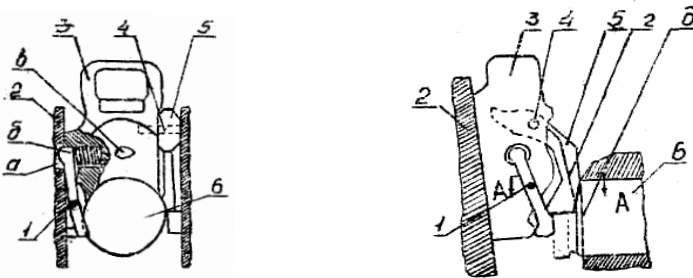


Рисунок 1.53 – Противідскочний пристрій гармати ГШ-30-1

У гарматі ГШ-23 протівідскок 3 (рис. 1.54) взаємодіє зі сполучним важелем 1.

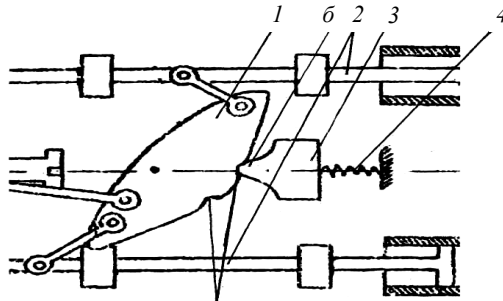


Рисунок 1.54 – Протівідскочний пристрій гармати ГШ-23

У крайніх передніх положеннях повзунів 2, коли проходить замикання каналу ствола затвором, зуб б протівідскоку, завдяки потужній пружині 4, входить у впадини а сполучного важеля.

Оскільки сполучний важіль, з'єднаний з повзунами, які також переміщують затвори під час досилання патронів у патронник, то такий зв'язок не дає можливості затвору під час досилання патрона у патронник відскочити назад і мимовільно відімкнути канал ствола.

У гарматі ГШ-30 протівідскок 2 виконаний у вигляді важеля з пружиною (рис. 1.55), який може обертатися навколо своєї осі та переміщуватися вздовж осі зброї на деяку відстань.

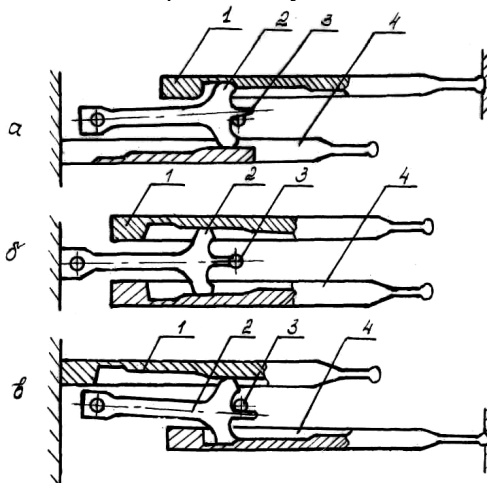


Рисунок 1.55 – Схема роботи протівідскоку гармати ГШ-30

Цей протівідскок утримує рухомі частини гармати (повзуни 1 та 4) від інерційного переміщення у їх крайньому передньому положенні, усуваючи тим самим відскок під час досилання патронів. Робота протівідскока виконується таким чином.

Повзун 1, що накручується (рис. 1.55, а), своєю похилою площиною переміщує протівідскок 2 у тому ж напрямку до його упору в передню частину гармати. Рух протівідскока 2 закінчується при недоході повзуна 1 в крайнє переднє положення на 8 мм. Під час подальшого руху повзуна 1 він виводить протівідскок спочатку в середнє положення (рис. 1.55, б), а потім ще через деякий час свого руху – у бік повзуна 4, який у цей час здійснює відкочування.

В процесі відкочування повзун 4 ударає по протівідскоку 2, передаючи йому частину кінетичної енергії, і примушує його рухатися за собою у тому ж напрямі (рис. 1.55, в). В процесі відбиття повзуна 4 від крайнього заднього положення він, рухаючись вперед, знов стикається з протівідскоком 2, який енергійно рухається назустріч йому. У результаті послідовних зіткнень енергія повзуна повністю гаситься пружиною протівідскока.

На корпус зброї при стрільбі діє сила тиску порохових газів P , значення якої досягає декількох десятків тисяч ньютонів. Якщо зброю закріпити безпосередньо на основу лафета без амортизатора, то вся сила P буде прикладена до вузла кріплення зброї (основи лафета) і через нього – до конструкції повітряного судна.

Для зменшення силового впливу зброї на повітряне судно слугують амортизатори (відкатники), тобто пристрої, які є проміжною ланкою між корпусом зброї і силовим вузлом кріплення її до повітряного судна.

В основу роботи амортизатора покладено рівність

$$Pt_p = \Pi t_{\Pi},$$

де P – сила, що діє на зброю під час пострілу;

Π – сила, що діє з боку зброї на повітряне судно через амортизатор (сила віддачі в амортизаторі);

t_p – час дії сили P ;

t_{Π} – час дії сили віддачі Π .

З цієї рівності, яка справедлива для замкненої динамічної системи, випливає, що можна зменшити силу, яка діє на повітряне судно (за незмінної сили P), якщо збільшити час її дії. Інакше кажучи, якщо $t_F \gg t_p$, то $F \ll P$. Таким чином, амортизатор сили віддачі перетворює велику, але короткочасну силу, що діє з боку зброї, в меншу за величиною, але тривалішу за часом дії силу віддачі амортизатора, яка прикладається до повітряного судна. Основною ланкою амортизатора може бути пружина або інший пружний елемент (наприклад газ), у разі стискання якого збільшується час t_F порівняно з t_p .

В авіаційній артилерійській зброї найбільшого поширення набули амортизатори, в яких Як пружний елемент використовуються гвинтові циліндричні пружини. Типову конструкцію такого амортизатора наведено на рис. 1.56.

Корпус амортизатора 2 за допомогою цапфи 1 кріпиться до лафета артилерійської установки. Корпус зброї зв'язаний зі штоком 3 амортизатора за допомогою вилки 7 та пальця 8.

Між штоком та корпусом амортизатора розміщується гвинтова циліндрична пружина 4. У правильно зібраному амортизаторі не має бути люфту, за рахунок якого шток зміг би переміщуватися відносно корпусу, не стискаючи пружини, що забезпечується загвинчуванням втулки 5 в корпус до упору в шайбу пружини.

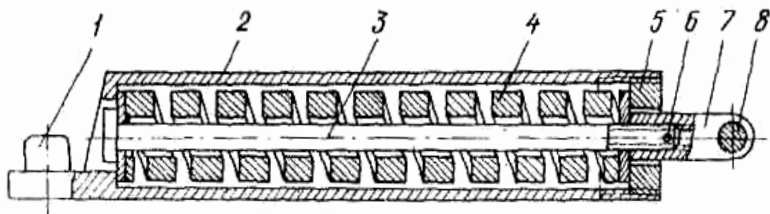


Рисунок 1.56 – Амортизатор сили віддачі

Для надійного утримання зброї в початковому положенні пружина має попереднє підтискання за рахунок нагвинчування вилки на шток до суміщення отворів у штоці та вилці під шпильку 6.

Відкочуванню зброї відповідає рух штока вправо. Під час повернення у початкове положення відбувається накочування зброї. Рух зброї з цього положення вліво (тобто вперед) називають викочуванням, а зворотний рух – поверненням у початкове положення. Пружина амортизатора стискається як під час відкочування зброї, так і під час її викочування.

Основні характеристики амортизатора – жорсткість пружини, її попереднє підтискання і пов'язана з ними величина відкочування, вибираються так, щоб отримати мінімальну силу віддачі і забезпечити надійну роботу зброї. Водночас враховуються особливості роботи механізму автоматики та характер руху рухомих частин зброї, а також темп стрільби. Зі збільшенням відкочування зброї сила віддачі на амортизаторі зменшується за рахунок жорсткості пружини, однак сумарна величина відкочування і викочування зброї не має перевищувати 30–35 мм, інакше важко забезпечити надійне живлення зброї боєприпасами через великий зсув приймача зброї.

Деякі зразки зброї мають два однакові амортизатори, розташовані симетрично відносно їх корпусу (гармата ГШ-6-23). Іноді застосовують один амортизатор, який розташовують у вертикальній площині симетрії зброї (ГШ-23, ГШ-30, ЯкБ-12,7).

З метою зменшення сили віддачі або усунення шкідливого впливу газів на роботу двигунів і на міцність конструкції повітряного судна, а також для послаблення впливу стрільби на динаміку його польоту (газодинамічної дії зброї) у деяких зразках зброї застосовуються різного типу дулові пристрої. Дія цих пристроїв пов'язана зі зміною напрямку витікання порохових газів зі ствола після вильоту з нього снаряда.

Порохові гази, які витікають зі ствола після вильоту снаряда, мають значний тиск і помітно впливають на силу віддачі зброї. Ударні хвилі, що утворюються під час витікання газів зі ствола, впливають на елементи конструкції повітряного судна та артилерійської установки. Це може викликати деформацію обшивки і обтічників, зривання легкознімних лючків, горловин, а також загоряння пально-мастильних речовин і їх парів у зоні дії ударної хвилі пострілів.

Потрапляння газів у повітрозабірник двигуна повітряного судна порушує режим його роботи (виникнення помпажу), що може спричинити його зупинку.

Якщо лінія дії сили віддачі зброї не проходить через центр мас повітряного судна, то стрільба зі зброї створює момент сили віддачі, який розвертає його в польоті. Це може спостерігатися, наприклад, у разі розміщення зброї в нижній частині фюзеляжу повітряного судна. У цьому випадку момент сили віддачі переводитиме повітряне судно у пікірування. Під час стрільби з однієї крилової нерухомої гармати момент сили віддачі розвертає повітряне судно у площині крил, а за рухомої зброї виникає також розвертання і за креном.

Усе це, з одного боку, висуває певні вимоги до розміщення зброї на повітряному судні, які усувають можливість шкідливого впливу під час стрільби на його конструкцію, на роботу двигуна і динаміку польоту. З іншого боку, враховуючи певні труднощі та обмеження, які пов'язані з розміщенням зброї на повітряному судні, необхідно звести до мінімуму шкідливу дію стрільби на повітряне судно за рахунок застосування відповідних дулових пристроїв – дулового гальма, локалізатора або газового компенсатора моменту сили віддачі.

Дулове гальмо являє собою пристрій, розміщений на дуловій частині ствола і призначений для зменшення сили віддачі шляхом зменшення імпульсу, якого зазнають відкотні частини зброї під час у пострілу. Дія дулового гальма основана на зміні напрямку і швидкості струменя газу, який витікає зі ствола. Зусилля, що створюється ним, спрямоване вперед і гальмує відкочування ствола та зв'язаних з ним відкотних частин.

Типову конструкцію дулового гальма показано на рис. 1.57. Після того, як снаряд, пролетівши усередині гальма, відкриє бічні канали, частина порохових газів витікає з внутрішньої порожнини гальма через ці канали в боки. За рахунок скошення каналів можна відхилити витікання газів назад. Частина газів залишає гальмо слідом за снарядом, не змінюючи напрямку руху. Чим більше витікає газів через бічні вікна, і чим сильніше дулове гальмо відхиляє гази назад, тим ефективніше буде його дія.

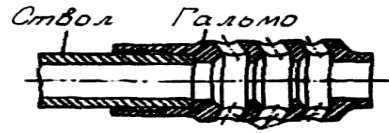


Рисунок 1.57 – Дулове гальмо

Ефективність дулового гальма характеризується коефіцієнтом K_r , який являє собою відносне зниження повного імпульсу, що його отримують відкотні частини:

$$K_r = \frac{I_6 - I_r}{I_6},$$

де I_6 – повний імпульс сили тиску газів на дно каналу ствола без дулового гальма (балістичний імпульс);

I_r – імпульс, що надається газами ствола з дуловим гальмом.

Балістичний імпульс можна записати у вигляді суми двох складових:

$$I_6 = (m_{сн} + \beta\omega)v_0 = m_{сн} v_0 + \beta\omega v_0 = I_r + I_n,$$

де I_r – імпульс сили тиску порохових газів;

I_n – імпульс післядії порохових газів.

Очевидно, що за допомогою дулового гальма можна змінити другий член цієї суми, тобто імпульс, зумовлений кількістю руху порохових газів.

Вираз для імпульсу, що діє на ствол з дуловим гальмом, можна записати у вигляді

$$I_r = m_{сн} v_0 + \beta_r \omega v_0,$$

де β_r – приведений коефіцієнт післядії, який характеризує вплив дулового гальма на величину імпульсу в період післядії. У загальному випадку коефіцієнт β може змінюватися в межах

$$-\beta \leq \beta_r \leq \beta.$$

На рис. 1.58 показано криві сили тиску газів, які діють на ствол за різних значень коефіцієнта β_r .

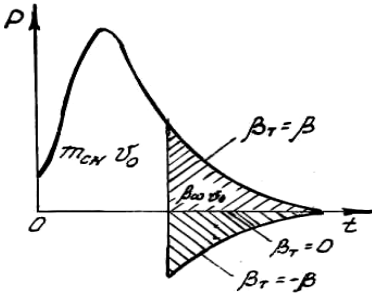


Рисунок 1.58 – Графік залежності $P(t)$ за різних значень β_T

Якщо $\beta_T = \beta$ – це вказує на відсутність дулового гальма на стволі. Якщо $\beta_T = 0$ – це відповідає відведенню дуловим гальмом усіх порохових газів убік (або повної компенсації дії частини газів, що витікають вперед, газами, які відхиляються дуловим гальмом назад). Якщо $\beta_T = -\beta$ – це відповідає відведенню гальмом строго назад з тією ж швидкістю всіх газів, що витікають зі ствола. Цей випадок є суто теоретичним, оскільки практично неможливо відвести всі гази строго назад за допомогою дулово-

го гальма будь-якої конструкції (активного чи реактивного типу).

Тому для реальних конструкцій дулових гальм діапазон, у якому може змінюватися коефіцієнт β , звужується.

Після підстановки у формулу для коефіцієнта K_T виразів для імпульсів I_6 та I_T і виконання ряду перетворень отримаємо

$$K_T = \left(1 - \frac{\beta_T}{\beta}\right) - \frac{\beta\omega}{m_{сн} + \beta\omega}.$$

Розрахунки та досліди показують, що для реальних конструкцій дулових гальм і реальних балістичних характеристик значення множників, які входять у вираз коефіцієнта K_T визначається співвідношеннями

$$1 - \frac{\beta_T}{\beta} \leq 1 - 1,2 \frac{\beta\omega}{m_{сн} + \beta\omega} = 0,25 - 0,30.$$

Отже, за допомогою дулового гальма за доброї його ефективності (конструкції) можна зменшити імпульс, який діє на ствол під час стрільби, приблизно на 30% і відповідно зменшити силу віддачі.

Дулове гальмо знаходить застосування переважно в артилерійській зброї великих калібрів, у яких виникає дуже великий балістичний імпульс. Існує два типи дулового гальма: активний та реактивний.

Дія дулового гальма активного типу основана на використанні для гальмування руху ствола енергії удару порохових газів, що витікають зі ствола слідом за снарядом, об робочу поверхню, яка закріплена спереду ствола (рис. 1.59, а).

Дія дулового гальма реактивного типу основана на використанні для гальмування реактивної сили, яка виникає під час витікання порохових газів з каналів гальма (рис. 1.59, б).



Рисунок 1.59 – Типи дулових гальм

Локалізатор слугує для розсіювання струменя газу, що витікає зі ствола, і спрямування його у безпечний бік. Необхідність у цьому виникає, якщо струмінь газу може пошкодити обшивку літального апарата, викликати загоряння горючих речовин, потрапити у повітрязабірник двигуна і спричинити відмову його роботи.

За конструкцією локалізатор близький до дулового гальма (рис. 1.60).

Шляхом розвороту локалізатора навколо осі ствола можна змінювати орієнтацію бічних каналів для виходу газів і спрямовувати гази в безпечну зону залежно від місця розміщення зброї і типу повітряного судна. Одно-

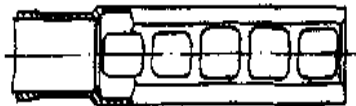


Рисунок 1.60 – Локалізатор артилерійської зброї

часно з основним призначенням локалізатор надає і деякої гальмівної дії стволу і, отже, частково зменшує силу віддачі.

Локалізатори набули широкого застосування в гарматах ГШ-23.

Газовий компенсатор моменту сили віддачі застосовується у тих випадках, коли стрільба зі зброї створює момент сили віддачі, який розвертає повітряне судно під час польоту, що ускладнює його пілотування і знижує точність стрільби. Ступінь впливу стрільби на політ залежить від типу і характеристик повітряного судна, висоти та швидкості його польоту, балістичних характеристик зброї, темпу стрільби й місця розташування зброї.

Принцип дії газового компенсатора полягає у тому, що він, відкидаючи в один бік частину порохових газів, що витікають зі ствола, створює поперечний імпульс, момент якого відносно центра мас повітряного судна буде протидіяти моменту повздовжнього імпульсу сили віддачі, що викликає розвертання повітряного судна під час стрільби.

Газовий компенсатор може бути виконаний у вигляді відбивальної пластини з центральним отвором для прольоту снарядів, яка жорстко кріпиться до конструкції повітряного судна перед дуловим зрізом зброї під кутом 45° до осі каналу ствола (див. рис. 1.61). Набули широкого застосування у ГШ-30-1.

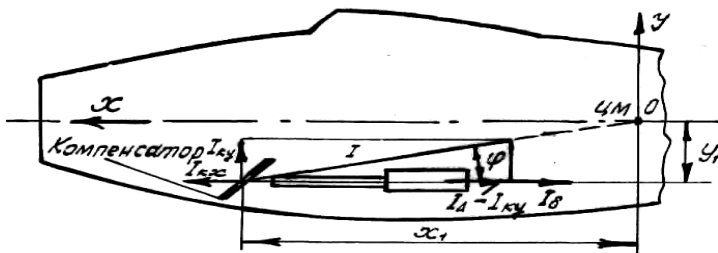


Рисунок 1.61 – Газовий компенсатор моменту сили віддачі

Після вильоту снаряда зі ствола порохові гази, ударяючись об пластину, створюють поперечний імпульс, вертикальна складова якого I_{ky} утворює момент, який протидіє моменту імпульсу поздовжньої сили віддачі I_B (балістичного імпульсу), а горизонтальна складова I_{kx} буде зменшувати дію балістичного імпульсу. Умова повної компенсації моменту від імпульсу сили віддачі записується у вигляді

$$(I_B - I_{kx})y_1 - I_{ky}x_1 = 0,$$

де x_1 і y_1 – відстані від центра мас повітряного судна до лінії дії балістичного імпульсу I_B та імпульсу компенсатора вздовж осі y відповідно.

Величина моменту від імпульсу газового компенсатора I_{ky} може змінюватися шляхом зміни плеча x_1 , тобто шляхом переміщення зброї вздовж осі Ox . При повній компенсації вектор сумарного імпульсу віддачі I буде проходити через центр мас повітряного судна. Для цього також необхідно, щоб поперечний імпульс I_{ky} знаходився у похилій площині, яка проходить через вісь каналу ствола і повздовжню вісь повітряного судна, що досягається відповідним розворотом газового компенсатора навколо осі ствола.

Кут повороту імпульсу віддачі I матиме максимальне значення, якщо порохові гази, що витікають зі ствола, будуть відкинуті компенсатором перпендикулярно до осі ствола.

Цей максимальний кут повороту імпульсу віддачі визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \varphi_{\max} = \frac{I_{\text{кy}}^{\max}}{I_{\text{б}} - I_{\text{кx}}^{\max}}.$$

Оскільки

$$I_{\text{б}} = (m_{\text{сн}} = \beta \omega) v_0 \text{ і } I_{\text{кy}}^{\max} = I_{\text{кx}}^{\max} = \beta \omega \cdot v_0,$$

отримаємо

$$\operatorname{tg} \varphi_{\max} = \frac{\beta \omega}{m_{\text{сн}}}.$$

Для гармат ГШ-23 цей кут становить 20° , а з урахуванням втрат реальний кут відхилення вектора сумарного імпульсу досягає $12\text{--}14^\circ$.

На рис. 1.61 газовий компенсатор показано в спрощеному вигляді як нахилена під кутом 45° пластину, що жорстко закріплена на конструкції повітряного судна і має отвір для прольоту снаряда. Реальні конструкції газових компенсаторів моменту сили віддачі мають вигляд, зображений на рис. 1.62.

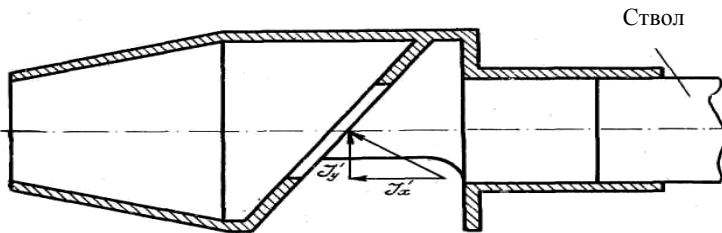


Рисунок 1.62 – Конструкція газового компенсатора

Зі збільшенням темпу стрільби сучасних багатоствольних гармат з обертовим блоком стволів, задача компенсації моменту сили віддачі набуває ще більшого значення і в той же час ускладнюється. Збільшення темпу стрільби викликає збільшення середньої сили віддачі, яка визначається за формулою

$$P_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{б}} n}{60}$$

і, отже, приводить до зростання сумарного кута повороту повітряного судна за час здійснення пострілу чергою.

Конструкція компенсатора у разі обертового блоку стволів значно ускладнюється.

Компенсатор у цьому випадку виконується у вигляді спеціального вузла, який жорстко закріплюється на стволах і обертається разом з ними. Вузол компенсатора поєднує в собі локальні компенсатори для кожного ствола зброї, які сприймають поперечні складові імпульсу сили тиску газів після вильоту снарядів з даного ствола.

Оскільки постріли зі стволів, що обертаються, відбуваються під дією всіх поперечних імпульсів в одному напрямку, передача поперечних імпульсів від вузла компенсаторів на конструкцію повітряного судна здійснюється через роликівий підшипник та штангу-штовхач.

Конструкція компенсатора виконується таким чином, що він одночасно виконує і функції локалізатора, відкидаючи гази в безпечну зону. Тому такий комбінований пристрій іноді називають просто локалізатором.

В авіаційній артилерійській зброї можуть застосовуватися й інші дулові пристрої. Так, у багатоствольній зброї можуть застосовуватися надувні пристрої для додаткового обертання блока стволів, які надають допомогу двигуну зброї. Можливе також застосування несиметричних дулових насадок для штучного технічного розсіювання снарядів з метою підвищення бойової ефективності зброї.

У зброї, яка працює на енергії відкочування (гармата ГШ-30-1 і гранатомет АГ-17А), з метою поглинання надлишку енергії відкочування і накопчування застосовуються гідравлічні гальма.

У гарматі ГШ-30-1 гідрогальмо (рис. 1.63) складається з корпусу 3, виконаного у вигляді циліндра, в якому переміщується поршень 10 зі штоком 8, і елемента ущільнення 4, що забезпечує герметичність гідрогальма, який називається сальником.

Корпус гідрогальма заповнений паливом Т-1 і кріпиться безпосередньо до нерухомого вузла 1, який кріпиться на стволі гармати. Шток 8 одним кінцем закріплюється з поршнем за допомогою різьбового з'єднання, а іншим – з казенником за допомогою штиря 7.

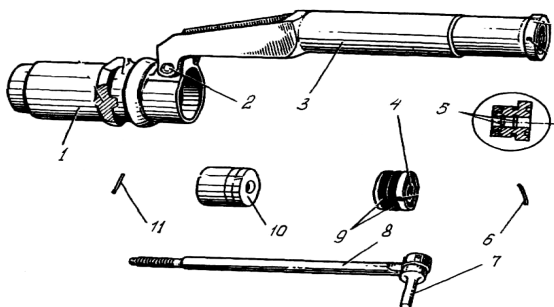


Рисунок 1.63 – Гідрогальмо гармати ГШ-30-1:
 1 – нерухомий вузол; 2 – вісь; 3 – корпус гідрогальма; 4 – сальник;
 5, 9 – кільця; 6, 11 – штифти; 7 – штир; 8 – шток; 10 – поршень

Тому переміщення відкотних частин гармати приводить до переміщення поршня відносно корпусу і витискання ним рідини з однієї порожнини корпусу в іншу. Гідрогальмо розміщується між частинами гармати, що відкочуються (агрегат ствола), і частинами, що не відкочуються (кришка).

Принцип роботи гідрогальма пояснюється рис. 1.64.

Переміщення ствола з казенником під час їх відкочування і накочування, приводить до переміщення поршня 2 зі штоком 3 відносно корпусу 1 і витискання ним рідини з однієї порожнини корпусу в іншу через кільцевий проміжок між поршнем і корпусом.

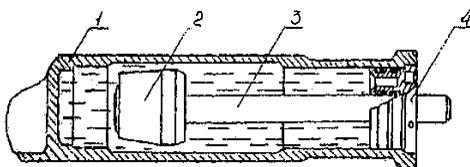


Рисунок 1.64 – Принцип дії гідрогальма

Кільцевий проміжок чинить великий гідравлічний опір перетіканню рідини, а отже, і розсіюванню кінетичної енергії частин, які відкочуються, що приводить до їх гальмування.

Наприкінці відкочування і накочування необхідно розсіювати значну кількість енергії рухомих частин. Тому в місці торців внутрішня поверхня корпусу забезпечує за рахунок своєї спеціальної форми менший проміжок з поршнем, а отже, й велике поглинання енергії рідини, що перетікає через нього. У середній частині корпусу цей проміжок відносно великий, оскільки тут не вимагається поглинання великої кількості енергії.

У гранатометі АГ-17А застосовується аналогічне за принципом дії гідрогальмо, яке розміщується між затвором, що відкочується, і нерухо-

ним коробом зброї. Його поршень зі штоком кріпиться до нерухомого кожуха гранатомета, а циліндр розміщується в затворі і рухається разом із затвором при його відкочуванні і накочуванні.

Пристрої для зменшення інтенсивності нагрівання ствола застосовуються в гарматах ГШ-30-1 та ГШ-30.

Охолоджувальний пристрій (рис. 1.65) установлюється на ствол у місці розміщення патронника і забезпечує обмеження нагрівання чергового патрона, який досланий у патронник під час безперервної стрільби з гармати.

Цей пристрій складається з обойми 1 з клапаном 2, виконаним у вигляді підпружиненої кульки, і кожуха 3, надягнутого на ствол 4. На зовнішній частині ствола під обоймою 1 нарізані гвинтові прямокутні пази. Простір між кожухом, стволом і обоймою ізолювано кільцями ущільнювачів з гуми. В охолоджувальний пристрій при підготовці гармати до застосування через спеціальну горловину на кожусі заливається рідина.

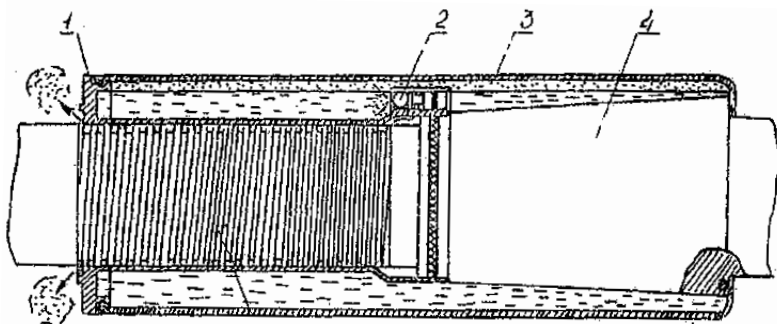


Рисунок 1.65 – Охолоджувальний пристрій ствола

Під час стрільби рідина нагрівається стволом до високих температур і випаровується, утворюючи надмірний тиск парорідинної суміші. Коли тиск пари перевищить розрахунковий тиск кулькового клапана, парорідинна суміш через клапан 2 надходить у порожнину між обоймою і стволом, а потім у гвинтові пази на стволі.

Проходячи по цих пазах, вона випаровується, а пара, нагріваючись, охолоджує ствол. Потім пар з гвинтових пазів витікає з передньої частини обойми в повітряний простір, тим самим забезпечується охолодження патронника ствола.

У гранатометі АГ-17А для більш інтенсивного відведення тепла з поверхні ствола на його зовнішню поверхню надягнуто масивний дюралевий насадок.

2 СИЛИ, ЯКІ ДІЮТЬ У ЗБРОЇ

2.1 Рушійна сила в зброї з відкотним двигуном

Під час пострілу зі зброї на затвор, який замикає канал ствола в казенному зрізі, до моменту його роз'єднання зі стволом, діє сила тиску порохових газів, яка визначається за формулою

$$P = Sp(1 - \nabla), \quad (2.1)$$

де S – площа поперечного перетину каналу ствола;

p – поточне значення сили тиску порохових газів у стволі;

∇ – емпіричний коефіцієнт, який враховує повздовжню складову сили реакції між ведучим пояском снаряда та нарізами ствола.

Емпіричний коефіцієнт ∇ розраховується за формулою

$$\nabla = \mu \cdot \operatorname{tg} \gamma \frac{\sin \gamma + \vartheta \cos \gamma}{\cos \lambda - \vartheta \sin \gamma}, \quad (2.2)$$

де μ – коефіцієнт розподілення маси снаряда відносно його повздовжньої осі симетрії ($\mu = 0,45-0,6$);

γ – кут нахилу нарізів ствола;

ϑ – коефіцієнт тертя ведучого пояса снаряда по нарізах.

Емпіричний коефіцієнт ∇ для снарядів становить $0,03-0,05$, а для куль – $0,06-0,09$.

У зброї з газовідкотним пороховим двигуном, робота автоматики якої основана на використанні енергії віддачі ствола, сила тиску порохових газів на дно каналу ствола надає руху стволу і пов'язаним з ним механізмам (рухомим частинам), тобто сила тиску є рушійною силою автоматики зброї. Ця сила діє як у період руху снаряда по каналу ствола, так і після його вильоту в період післядії газів до моменту розчеплення затвора зі стволом.

Для визначення рухомої сили P у зброї з відкотним двигуном поточне значення сили тиску порохових газів у стволі p визначається в результаті розв'язання основної задачі внутрішньої балістики, або задачі балістичного розрахунку ствола.

Під час визначення цього ж тиску в період післядії газів у будь-який момент часу використовують формулу професора Є. Л. Бравіна, яка має вигляд

$$p = p_d e^{\frac{t}{b}}, \quad (2.3)$$

де p_d – тиск газів біля дна каналу ствола в момент прольоту снарядом дулового зрізка ствола;

t – час, який відлічується від початку періоду післядії;

b – коефіцієнт, який залежить від характеристик зброї.

Розглянемо найпростіший випадок руху рухомих частин зброї, коли сили опору руху дорівнюють нулю. Такий випадок руху рухомих частин називають вільним відкочуванням.

Швидкість відкочування рухомих частин у період руху снаряда по каналу ствола можна визначити, застосовуючи теорему про кількість руху в системі «рухомі частини – заряд – снаряд» (рис. 2.1).

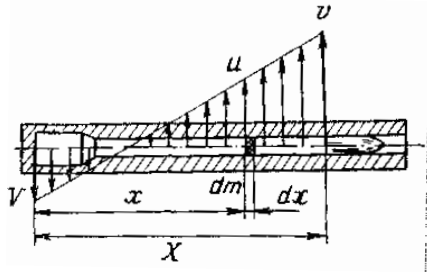


Рисунок 2.1 – Розподілення швидкостей у системі «рухомі частини – заряд – снаряд»

Оскільки ця система в період часу, який розглядається, є замкненою, то загальна кількість руху буде дорівнювати нулю

$$-MV + m_{\text{сн}}v + \int_0^X u dm = 0, \quad (2.4)$$

де V – швидкість вільного відкочування рухомих частин;

M – маса рухомих частин;

v – швидкість снаряда;

$m_{\text{сн}}$ – маса снаряда;

u – швидкість елемента заряду;

dm – маса елемента заряду;

X – довжина заснарядного простору.

Припустивши, що швидкості частинок заряду в заснарядному просторі розподіляються за лінійним законом від V біля дна каналу ствола до v біля дна снаряда, отримаємо

$$\frac{u + V}{x} = \frac{v + V}{X},$$

звідки швидкість елемента заряду дорівнюватиме

$$u = (v + V) \frac{x}{X} - V, \quad (2.5)$$

де x – відстань від дна каналу ствола до елемента заряду dm .

Ураховуючи, що порохові гази та частинки порохового заряду, які ще не згоріли, розподіляються по всій довжині заснарядного простору рівномірно, отримаємо вираз для маси елемента заряду

$$dm = \frac{\omega}{X} dx, \quad (2.6)$$

де ω – повна вага порохового заряду.

Використовуючи залежності (2.5) та (2.6), отримаємо вираз для кількості руху заряду

$$\int_0^x u dm = \int_0^x \omega \left[-V + (V + v) \frac{x}{X} \right] d \frac{\omega}{X} = \frac{\omega}{2} (v - V) \cdot \quad (2.7)$$

Підставивши вираз (2.7) у рівняння кількості руху (2.4) для системи, яку розглядаємо, і нехтуючи величиною $0,5\omega$ порівняно з масою рухомих частин M , отримаємо

$$V = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} v. \quad (2.8)$$

У момент вильоту снаряда зі ствола швидкість вільного відкочування буде дорівнювати

$$V_{\text{д}} = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} v_{\text{д}}, \quad (2.9)$$

де $V_{\text{д}}$ – дулова швидкість снаряда, тобто швидкість у момент прольоту снарядом дулового зрізу ствола.

Наприкінці періоду післядії швидкість вільного відкочування рухомих частин досягає найбільшого значення, яке визначається за формулою

$$V_{\text{max}} = \frac{m_{\text{сн}} + \beta\omega}{M}, \quad (2.10)$$

де $\beta = \frac{1300}{v_{\text{д}}}$ – коефіцієнт післядії газів, який враховує збільшення швидкості відкочування рухомих частин у період післядії газів за рахунок

вигукання їх зі ствола, яке продовжується після вильоту з нього снаряда. Цей коефіцієнт отримано експериментальним шляхом.

Таким чином, у період післядії порохових газів проходить збільшення кількості руху частин зброї, що відкочуються, на величину

$$M(V_{\max} - V_d) = \omega v_d (\beta - 0,5). \quad (2.11)$$

Імпульс сили тиску порохових газів на дно каналу ствола за цей же період визначається за формулою

$$S \cdot p_d = \int_0^{\infty} e^{-t} dt = S \cdot p_d \cdot b. \quad (2.12)$$

З умови рівності імпульсу тиску на дно каналу ствола приросту кількості руху частин, що відкочуються за час післядії, тобто, прирівнюючи вирази (2.12) та (2.11), отримаємо формулу для визначення коефіцієнта b

$$b = \frac{\omega \cdot v_d}{S \cdot p_d} (\beta - 0,5). \quad (2.13)$$

Теоретично тривалість періоду післядії дорівнює нескінченності, але в розрахунках вважають такою:

$$t_n \approx 4b. \quad (2.14)$$

Після закінчення цього часу тиск газів у стволі стає дуже малим і в подальшому не враховується.

Величину переміщення рухомих частин зброї X під час вільного відкочування до вильоту снаряда зі ствола визначимо з виразу

$$X = \int_0^t V dt = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} \int_0^{l-X} dx = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} (l - X),$$

де l – відстань, що її проходить снаряд у стволі за поточний час.

Звідси, нехтуючи величиною $m_{\text{сн}} + 0,5\omega$ порівняно з масою рухомих частин M , отримуємо

$$X = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} l. \quad (2.15)$$

Переміщення рухомих частин у момент вильоту снаряда зі ствола буде дорівнювати

$$X_{\text{д}} = \frac{m_{\text{сн}} + 0,5\omega}{M} l_{\text{д}}, \quad (2.16)$$

де $l_{\text{д}}$ – повний шлях снаряда відносно ствола.

Поточне значення швидкості вільного відкочування у період післядії газу знаходиться зі співвідношення

$$M(V - V_{\text{д}}) = \int_0^t S \cdot p \cdot e^{-\frac{1}{b}t} dt = p_{\text{д}} \cdot S \cdot b(1 - e^{-\frac{1}{b}t}),$$

звідси

$$V = V_{\text{д}} + \frac{p_{\text{д}} \cdot S \cdot b}{M} (1 - e^{-\frac{1}{b}t}). \quad (2.17)$$

Для визначення величини переміщення рухомих частин у період післядії газів, з урахуванням рівняння (2.17), можна отримати рівняння

$$X = X_{\text{д}} + V_{\text{д}}t + \frac{p_{\text{д}} \cdot S \cdot b}{V} \left[t - b(1 - e^{-\frac{1}{b}t}) \right], \quad (2.18)$$

де час t відраховується від початку періоду післядії.

Отримані вище формули для вільного відкочування використовуються для попередніх розрахунків під час проектування зброї з віддачею ствола.

Відкочування рухомих частин у зброї в реальних умовах проходить за наявності сил опору руху, які викликають їх гальмування. До цих сил відносять зусилля зворотних пружин, сили опору патронної стрічки, сили опору газових пристроїв та інші сили. У загальному випадку сила опору є змінною за довжиною відкочування. В порцесі аналізу гальмівного відкочування цю силу вважають величиною сталою, яка дорівнює її середньому значенню на вибраній максимальній довжині відкочування.

Швидкість гальмівного відкочування у будь-який момент часу буде дорівнювати

$$dx = \frac{1}{M} \int_0^t p dt - \frac{1}{M} \int_0^t R dt, \quad (2.19)$$

де p – сила тиску газів на дно каналу ствола;
 t – час, який відлічується від початку відкочування;
 R – сила опору відкочуванню.

З цього рівняння випливає, що

$$dx = V - \frac{1}{V} R t, \quad (2.20)$$

де $V = \frac{1}{V} \int_0^t p dt$ – швидкість вільного відкочування в цей момент часу.

Аналогічно отримується формула і для визначення переміщення під час гальмівного відкочування, тобто

$$x = X - \frac{1}{2M} R t^2. \quad (2.21)$$

З рівнянь (2.20) та (2.21) можна отримати формули для визначення швидкості та переміщення рухомих частин при гальмівному відкочуванні в момент вильоту снаряда зі ствола і в період післядії газів.

2.2 Рушійна сила в зброї з газовідвідним двигуном

У зразках зброї з газовідвідним двигуном як рушійна сила використовується сила тиску на поршень двигуна порохових газів, що відводяться у двигун при пострілі через канал у стінці ствола.

Принципову схему такого двигуна показано на рис. 2.2. Після того, як дно снаряда пройде за газовідвідний канал a , порохові гази зі ствола l по цьому каналу надходять в циліндр 2 і тиснуть на поршень 3 , до якого прикладена сила Π , що є рівнодійною сил опору механізмів зброї.

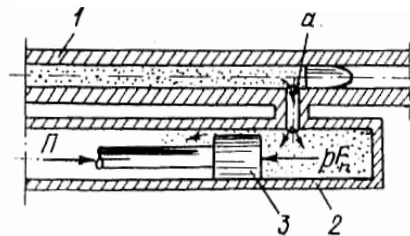


Рисунок 2.2 – Схема газовідвідного двигуна

Сила тиску порохових газів на поршень двигуна, тобто рушійна сила автоматики зброї, визначається за формулою

$$P = pF_n, \quad (2.22)$$

де p – тиск порохових газів у циліндрі двигуна;

F_n – площа поршня.

Задача визначення тиску в циліндрі двигуна p є досить складною. В процесі її розв’язанні необхідно враховувати такі особливості:

- тиск газів у стволі безперервно зменшується;
- сила опору руху поршня P є змінною величиною;
- маса зв’язаних з поршнем деталей є також змінною, оскільки під час переміщення поршня відбувається підключення та відключення різноманітних механізмів зброї та зміна передатних чисел ланок механізмів;
- відбувається безперервне витікання газів в атмосферу через проміжки між поршнем та стінками циліндра двигуна;
- протягом усього часу частина енергії порохових газів витрачається на нагрівання поршня та циліндра двигуна.

Складний характер має також і сам процес витікання газів зі ствола в циліндр газопорохового двигуна і назад. У початковий період, коли тиск порохових газів у стволі значно більший, ніж тиск у циліндрі двигуна, протікання газу у газовідвідному каналі відбувається за критичного режиму, тобто такого режиму, коли швидкість потоку газів досягає місцевої швидкості звука, тому масові витрати газу зі ствола не залежатимуть від протитиску в циліндрі двигуна. Зі зниженням тиску в стволі і підвищенням його в циліндрі двигуна в деякий момент часу настає докритичний режим витікання газу зі ствола, при якому його витрати стають залежними від протитиску. Витікання газу через проміжок між поршнем та стінками циліндра двигуна весь час відбувається за критичного режиму, оскільки тиск газів у циліндрі завжди вищий атмосферного.

Для аналізу фізичних явищ у газовідвідному двигуні та практичного розв’язання задачі з визначення тиску в циліндрі двигуна застосовуються такі припущення:

- стан газу в циліндрі двигуна вважається стаціонарним, а протікання газів у каналі та проміжку підпорядковується законам стаціонарного витікання;
- тепло, яке вносять гази в циліндр двигуна, витрачається тільки на зміну внутрішньої енергії газу та на виконання роботи з переміщення поршня;
- теплофізичні характеристики газу вважаються сталими величинами.

За цих припущень процеси в газівідвідному двигуні описуються такою системою рівнянь.

1. Рівняння збереження енергії:

$$dQ = dU + pdW, \quad (2.23)$$

де dQ – зміна тепла газу; dU – зміна внутрішньої енергії; dW – зміна об'єму двигуна.

Зміна тепла газу в період протікання його зі ствола в циліндр дорівнюватиме

$$dQ = c_p T_c G_f dt - c_p T G_\phi dt - \alpha(T - T_{ct}) F dt, \quad (2.24)$$

де c_p – питома теплоємність газу за постійного тиску;

T_c – температура газу у стволі;

T – температура газу в циліндрі двигуна;

T_{ct} – температура стінок циліндра;

G_f – масові витрати газу через отвір a ствола перерізом f ;

G_ϕ – масові витрати газу з циліндра через проміжок площею ϕ , тобто проміжок між поршнем та стінками циліндра; α – коефіцієнт тепловіддачі;

F – площа поверхні охолодження циліндра.

Під час зворотного протікання газу з циліндра двигуна у ствол зброї зміна тепла газу визначається за формулою

$$dQ = -c_p T (G'_f + G_\phi) dt - \alpha(T - T_{ct}) F dt, \quad (2.25)$$

де G'_f – масові витрати газу у разі його протікання з циліндра двигуна у ствол зброї через газівідвідний канал a площею f .

Енергія газу, який знаходиться в циліндрі, з урахуванням рівняння стану дорівнює

$$U = \frac{c_\omega}{R} pW, \quad (2.26)$$

де c_ω – питома теплоємність газу при постійному об'ємі;

R – газова стала.

Тоді зміна внутрішньої енергії цього ж газу буде визначатися за формулою

$$dU = \frac{G_{\omega}}{R} d(pW). \quad (2.27)$$

Друга складова рівняння (2.23) визначає роботу, що виконують порохові газы. Вона визначається за формулою

$$pdW = p \cdot F_n dx, \quad (2.28)$$

де F_n – площа поршня;

dx – елементарне переміщення поршня.

Підставивши вирази (2.24), (2.27) і (2.28) у рівняння (2.23) та виконавши перетворення, отримаємо

$$\frac{d}{dt}(pW) = kR(T_c G_{\phi} - T G_{\phi}) + (1-k)pF_n v - \frac{\alpha R}{Q_w} F(T - T_{ct}), \quad (2.29)$$

де k – відношення питомих теплоємностей c_p / c_w ;

v – швидкість руху поршня.

Для періоду зворотного протікання газу з урахуванням виразу (2.25) отримаємо рівняння, яке має вигляд

$$\frac{d}{dt}(pW) = -kRT(G'_f + G_{\phi}) + (1-k)pF_n v - \frac{\alpha R}{Q_w} F(T - T_{ct}). \quad (2.30)$$

2. Рівняння зміни маси газу у циліндрі двигуна за час dt

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{W}{w} \right) = G'_f - G_{\phi}, \quad (2.31)$$

де w – питомий масовий об'єм газу в циліндрі.

Для періоду протікання газів у зворотному напрямку це рівняння має вигляд

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{W}{w} \right) = -G'_f - G_{\phi}. \quad (2.32)$$

3. Рівняння руху поршня складається з припущенням, що сила опору дорівнює Π , а маса поршня постійна за величиною і дорівнює M . Тоді це рівняння має вигляд

$$M \frac{dv}{dt} = (pF_{\pi} - \Pi). \quad (2.33)$$

Крім отриманих вище рівнянь, використовуються також такі рівняння:
– стану газу

$$pw = RT; \quad (2.34)$$

– швидкості руху поршня

$$v = \frac{dx}{dt}; \quad (2.35)$$

– зміни робочого об'єму циліндра двигуна

$$W = W_0 + F_{\pi}x; \quad (2.36)$$

– зміни площі поверхні охолодження циліндра двигуна

$$F = F_0 + \pi Dx, \quad (2.37)$$

у яких позначено W_0 – початковий об'єм циліндра двигуна; F_0 – початкова площа поверхні охолодження циліндра двигуна; x – переміщення поршня; D – діаметр циліндра; F_{π} – площа поперечного перерізу газового циліндра.

Як результат розв'язання отриманої системи рівнянь визначаються, залежно від часу руху поршня, такі характеристики газовідвідного двигуна: тиск поршня p ; швидкість поршня v ; переміщення поршня x ; площа поверхні охолодження циліндра F ; робочий об'єм циліндра W ; температура газу T ; питомий об'єм газу w .

При розв'язанні системи рівнянь потрібно пам'ятати, що її необхідно інтегрувати на ділянках, які відповідають різним режимам витікання газу. Перехід від однієї ділянки до іншої визначається як зміною напрямку протікання газів у газовідвідному отворі ствола, так і співвідношенням тисків у стволі та циліндрі двигуна.

Для визначення масових витрат газу через газовідвідний отвір ствола та проміжок між поршнем і стінками циліндра використовують такі співвідношення:

$$G_f = \mu_f \sqrt{\frac{2k}{k-1}} \frac{P_c}{w_c} \left(\frac{P}{P_c} \right)^{\frac{2}{k}} \text{ за } \frac{P_c}{P} \leq \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k}{k+1}};$$

$$G_f = \mu_f f \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \frac{P_c}{w_c}} \text{ за } \frac{P_c}{P} > \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k}{k+1}};$$

$$G'_f = \mu_f f' \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{P}{w_c} \left[\left(\frac{P_c}{P} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_c}{P} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \text{ за } \frac{P_c}{P} \leq \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k}{k+1}};$$

$$G'_f = \mu_f f \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \frac{P_c}{w_c}} \text{ за } \frac{P_c}{P} > \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k}{k+1}};$$

$$G_\varphi = \mu_\varphi \Phi \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \frac{P}{w_c}},$$

де μ_f – коефіцієнт зменшення втрат за рахунок тепловіддачі газу стінкам газового вузла і завихрень, які виникають при проходженні газу через отвори з гострими краями; k – показник адіабати; P_c – тиск газів у стволі; w_c – питомий об'єм газу у стволі.

Енергія газів, що відводяться в циліндр двигуна, приблизно на 1–2% менша енергії, яка надається снаряду у стволі.

В процесі обчислення кривої тиску в циліндрі газопорохового двигуна на практиці зручніше застосовувати наближений метод розв'язання за допомогою таблиць, запропонований професором І. С. Цибулевським.

Додатково до раніше прийнятих припущень будемо вважати, що тепловіддача стінкам циліндра дуже мала. Окрім того, тиск та щільність газу у стволі можна записати у вигляді

$$p_c(t) = p_{c0} \varphi(t), \quad (2.38)$$

$$\rho_c(t) = \rho_{c0} \psi(t), \quad (2.39)$$

де p_{c0} та ρ_{c0} – значення тиску та густини газу в початковий момент його витікання в циліндр двигуна;

$\varphi(t)$ та $\psi(t)$ – безрозмірні функції часу, однакові для всіх зразків зброї.

На підставі отриманої системи рівнянь з урахуванням прийнятих припущень тиск у циліндрі буде функцією дев'яти незалежних параметрів:

$$p = p(W_0, \varphi, f, F_u, p_{c0}, \rho_{c0}, M, \Pi, t). \quad (2.40)$$

Використовуючи теорію розмірностей, І. Є. Цибулевський запропонував подати вираз (2.40) у вигляді функції шести безрозмірних параметрів:

$$p = p_{c0} \Phi \left(\frac{W_0}{F_{ц}^{3/2}}; \frac{f}{F_{ц}}; \frac{\Phi}{F_{ц}}; \frac{M}{\rho_{c0} F_{ц}^{3/2}}; \frac{\Pi}{p_{c0} F_{ц}}; \sqrt{\frac{\rho_{c0}}{\rho_{c0} F_{ц}}} t \right), (2.41)$$

де $\frac{W_0}{F_{ц}^{3/2}}$ – відносний початковий об'єм; $\frac{f}{F_{ц}}$ – відносна площа газового отвору; $\frac{\Phi}{F_{ц}}$ – відносна площа проміжку; $\frac{M}{\rho_{c0} F_{ц}^{3/2}}$ – відносна маса поршня; $\frac{\Pi}{\rho_{c0} F_{ц}}$ – відносна сила опору; $\sqrt{\frac{\rho_{c0}}{\rho_{c0} F_{ц}}} t$ – відносний час.

Чисельним інтегруванням системи диференціальних рівнянь було визначено залежність тиску в циліндрі під час зміни в широкому діапазоні вказаних вище параметрів.

З проведених розрахунків І. Є. Цибулевським було зроблено такі висновки:

- зі збільшенням площі проміжку між поршнем та стінками циліндра двигуна зменшується тиск і повний імпульс сили тиску. Тому в процесі експлуатації зброї з газовідвідним двигуном потрібно слідкувати за збереженням величини проміжку і не допускати чищення стінок циліндра та поршня абразивними матеріалами;

- під час збільшення початкового об'єму циліндра відбувається значне зниження тиску, а його максимальне значення досягається пізніше. Водночас повний імпульс сили тиску за час роботи газового двигуна практично залишається незмінним;

- зі збільшенням маси поршня та зв'язаних з ним деталей повний імпульс сили тиску також зростає.

Спеціальними дослідженнями було встановлено, що впливом сил опору (у тих межах, яких вони можуть досягати в зразках авіаційної зброї) на характер кривої тиску в циліндрі двигуна можна знехтувати.

Внаслідок проведених розрахунків та досліджень впливу всіх шести параметрів І. Є. Цибулевський підібрав таку емпіричну формулу для визначення тиску в циліндрі газовідвідного двигуна у функції часу:

$$p = p_{c0} \frac{(1 + C\tau)A\tau}{(1 + B\tau)^m}, \quad (2.42)$$

де $\tau = \sqrt{\frac{P_{c0}}{p_{c0} F_{\text{ц}}}} t$ – відносний час;

$C = 2,85 \cdot 10^{-2}$ – постійний коефіцієнт;

$A = 4,8 \cdot 10^{-2} A_1 A_2 A_3 A_4$;

$B = 1,562 \cdot 10^{-2} B_1 B_2 B_3 B_4$;

$m = 5,85 m_1 m_2 m_3 m_4$.

Значення коефіцієнтів A_i , B_i та m_i залежно від безрозмірних параметрів наведено в табл. 2.1–2.4.

Для входу в табл. 2.2 та 2.3 потрібно попередньо визначити величини $f_{\text{пр}}$ та $\Phi_{\text{пр}}$, використовуючи співвідношення

$$f_{\text{пр}} = \mu f;$$

$$\Phi_{\text{пр}} = \mu_3 \Phi,$$

де μ та μ_3 – коефіцієнти витрат газу відповідно у отворі та зазорі, що враховують газодинамічні і теплові втрати.

Таблиця 2.1

$\frac{W_0}{F_{\text{ц}}^{3/2}}$	m_1	A_1	B_1
0,2	1,0	1,0	1,0
0,5	1,225	0,400	0,515
1,0	1,880	0,128	0,210
1,2	2,235	0,099	0,160
1,4	2,290	0,079	0,159
1,6	2,100	0,064	0,153
1,8	1,965	0,060	0,158

Таблиця 2.2

$\frac{f_{\text{пр}}}{F_{\text{ц}}}$	m_2	A_2	B_2
0,0090	1,014	0,780	0,935
0,0110	0,998	1,016	1,010
0,0130	0,976	1,288	1,090
0,0155	0,950	1,576	1,189
0,0175	0,920	1,874	1,309
0,0200	0,888	2,188	1,450
0,0220	0,854	2,528	1,600

Таблиця 2.3

$\frac{\varphi_{\text{пр}}}{F_{\text{ц}}}$	m_3	A_3	B_3
0,0000	1,155	1,225	0,778
0,0022	1,115	1,170	0,828
0,0044	1,079	1,118	0,878
0,0066	1,046	1,068	0,929
0,0088	1,015	1,019	0,982
0,0110	0,985	0,973	1,037
0,0132	0,957	0,933	1,094

Таблиця 2.4

$\frac{M}{\rho_{\text{с0}} F_{\text{ц}}^{3/2}}$	m_4	A_4	B_4
600	0,905	1,084	1,198
800	0,975	1,026	1,050
1000	1,035	0,976	0,922
1500	1,095	0,936	0,784
2000	1,120	0,923	0,749
3000	1,165	0,908	0,703
4000	1,190	0,899	0,677

2.3 Газовідвідний двигун у зброї з обертовим блоком стволів

Для прикладу проведення розрахунків виберемо двигун зі зворотно-поступальним рухом двох поршнів, схему якого зображено на рис. 1.14.

Величину тиску P у такому двигуні можна отримати з рівняння збереження енергії газу для газових пристроїв зброї, розглянутих раніше.

Якщо знехтувати витіканням газу через проміжки (поршні мають ущільнювальні кільця), а теплові втрати врахувати зменшенням коефіцієнта μ у формулі витрат газу у разі його протікання зі ствола в циліндр, то рівняння збереження енергії (2.29) запишеться у вигляді

$$\frac{d}{dt}(pW) = kRT_c G_f - (k-1)p \frac{dW}{dt}, \quad (2.43)$$

де W – поточний об'єм робочої камери циліндра;

T_c – температура газу у стволі;

G_f – масові витрати газу, що витікає зі ствола в циліндр;

k – показник адіабати порохового газу;

R – газова стала.

Диференціюючи ліву частину цього рівняння і перетворюючи його, отримаємо

$$\frac{dp}{dt} = \frac{k}{W} \left(RT_c G_f - p \frac{dW}{dt} \right). \quad (2.44)$$

При цьому враховується, що у багатоствольній зброї з обертовим блоком стволів за сталого режиму обертання змінне значення об'єму циліндра W є функцією часу, яка визначається швидкістю обертання блока ω та передатним числом $i_{\text{лв}}$, тобто практично не залежить від закону зміни тиску p .

Оскільки у двигунах, як правило, застосовується відсікання газу, то з достатньою для практики точністю можна прийняти припущення про критичну течію газу зі ствола в циліндр для всього періоду витікання. У такому випадку формула витрат газу буде мати вигляд

$$G_f = k_0 \mu f \sqrt{\frac{p_c}{w_c}},$$

$$\text{де } k_0 = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}};$$

f – площа перерізу газовідвідного каналу;

μ – коефіцієнт, який враховує втрати при витіканні;

p_c – тиск газу у стволі;

w – питомий масовий об'єм газу у стволі.

Підставивши у рівняння (2.44) вираз для G_f і використавши рівняння стану газу в стволі $p_c w_c = RT_c$, отримаємо

$$\frac{dp}{dt} = k_0 \cdot \mu \cdot f \cdot k \frac{p_c^{3/2} w_c^{1/2}}{W} - p \frac{k}{W} \frac{dW}{dt}. \quad (2.45)$$

Це рівняння є лінійним диференціальним першого порядку виду

$$\frac{dp}{dt} + f_2(t)p = f_1(t)p,$$

$$\text{де } f_1(t) = k_0 \mu f k \frac{p_c^{3/2} w_c^{1/2}}{W} \text{ і } f_2(t) = \frac{k}{W} \frac{dW}{dt}.$$

Кінцевий розв'язок цього рівняння має вигляд

$$p = e^{-\int_0^t f_2(t) dt} \left(\int_0^t f_1(t) dt e^{\int_0^t f_2(t) dt} dt + C \right).$$

За $t = 0$ тиск $p_0 = 0$, а отже, і константа $C = 0$. Оскільки інтеграл

$$\int_0^t \frac{k}{W} \frac{dW}{dt} dt = k \int_{w_0}^w \frac{dW}{W} = k(\ln W - \ln W_0),$$

а також ураховуючи, що

$$e^{k(\ln W - \ln W_0)} = \left(\frac{W}{W_0} \right)^k,$$

отримаємо такий розв'язок рівняння (2.45):

$$p = k_0 \cdot \mu \cdot f \cdot k \left(\frac{W_0}{W} \right)^k \int \frac{p_c^{3/2} w_c^{1/2}}{W} \left(\frac{W}{W_0} \right)^k dt. \quad (2.46)$$

З достатньою для практики точністю питомий об'єм газу у стволі можна виразити адіабатичною залежністю

$$w_c = w_{c0} \left(\frac{p_{c0}}{p_c} \right)^{\frac{1}{k}}, \quad (2.47)$$

де p_{c0} і w_{c0} – тиск та питомий об'єм газу у стволі в момент проходження снарядом газового отвору.

Перетворюючи рівняння (2.46), з урахуванням залежності (2.47), отримаємо вираз, який визначає тиск p ,

$$p = \frac{k_0 \cdot \mu \cdot f \cdot k \cdot p_{c0}^{1/2} w_{c0}^{1/2}}{W^k} \int p_{c0}^{\frac{3k-1}{2k}} W^{k-1} dt. \quad (2.48)$$

Переходячи до змінної інтегрування кута повертання блока стволів φ , яка пов'язана з часом залежністю $\varphi = \omega t$, і вводячи коефіцієнт A , який поєднує всі величини, незалежні від часу, отримаємо формулу для визначення тиску газу у двигуні багатоствольної зброї для періоду витікання газу зі ствола в циліндр до моменту відсікання. Вона має остаточний вигляд

$$p = \frac{A \cdot f}{W^k} \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} p_c^{\frac{3k-1}{2k}} W^{k-1} d\varphi, \quad (2.49)$$

де $A = \frac{k_0 \cdot \mu \cdot k \cdot p_{c0}^{1/2k} W_{c0}^{1/2}}{W}$, а φ_n і φ_k – початковий та кінцевий кути повороту блока стволів.

Формула (2.49) визначає тиск газу у двигуні для періоду витікання газу зі ствола в циліндр, тобто, до відсікання. Після відсікання газ, продовжуючи розширення, здійснює корисну роботу до моменту вихлопу. Для цього періоду використовується така адиабатична залежність

$$p = p_{\text{відс}} \left(\frac{W_{\text{відс}}}{W} \right)^k, \quad (2.50)$$

де $W_{\text{відс}}$ – об'єм камори циліндра в момент відсікання газу;
 $p_{\text{відс}}$ – тиск газу у цей момент, який визначається за формулою

$$p_{\text{відс}} = \frac{A \cdot f}{W_B^k} \int_{\varphi_n}^{\varphi_{\text{відс}}} p_c^{\frac{3k-1}{2k}} W^{k-1} d\varphi, \quad (2.51)$$

де φ_n – початковий кут повороту блока стволів;
 $\varphi_{\text{відс}}$ – кут повороту блока стволів у момент відсікання газу.

Адиабатичне розширення газу здійснюється до моменту вихлопу, який відбувається наприкінці робочого ходу поршня і визначається кутом $\varphi_{\text{вихл}} = \varphi_k$.

2.4 Сила опору патронної стрічки

Подача патронів в авіаційній артилерійській зброї здійснюється за допомогою патронної стрічки, яка складається з патронів та металевих ланок.

Схематично патронна стрічка зображена на рис. 2.3 як послідовність патронів, з'єднаних між собою пружними зв'язками, у кожному з яких є проміжок δ , а відстань між осями сусідніх патронів називається кроком стрічки b .

В момент відкриття стрільби механізм подачі зброї подає перший патрон стрічки зі зростаючою швидкістю і вибирає люфт між першим та другим патронами.

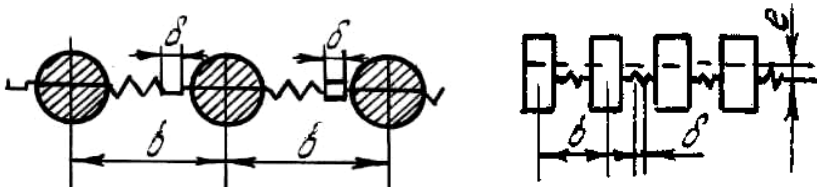


Рисунок 2.3 – Схема патронної стрічки

Після цього починається розтягнення ланки між першим і другим патронами, створена за рахунок цього сила пружності надає руху другому патрону. Потім вибирається люфт між другим і третім патронами, проходить розтягнення другої ланки і руху набуває третій патрон.

Розтягнення ланок у патронній стрічці викликає виникнення в ній сил пружності. Хвиля надання патронам руху протікає швидше, ніж переміщуються патрони. У разі проміжку $\delta \approx 0,1b$ швидкість хвилі на 10% більша, ніж швидкість патронів.

Повне зусилля, яке виникає в патронній стрічці й визначає силу опору її руху, дорівнює

$$P = P_{\text{дин}} + Q, \quad (2.52)$$

де $P_{\text{дин}}$ – динамічна складова сили опору патронної стрічки;

Q – статична складова, яка визначається масою частини стрічки, що звисає, та силою тертя її по напрямних в артилерійській установці.

Динамічна сила опору стрічки визначається законом переміщення її переднього кінця механізмом подачі, а також інерційністю, пружністю та деякими конструктивними факторами.

Інерційні властивості патронної стрічки характеризуються масою та її розподіленням по всій довжині. Власною характеристикою інерційності патронної стрічки є маса одного патрона з ланкою $m_{\text{п.л}}$, яка пов'язана з основними характеристиками зброї і визначається за формулою

$$m_{\text{п.л}} = 0,84m_{\text{сн}}(1+2,45 \cdot 10^{-6}v_0)+(4,43d-28) \cdot 10^{-3}, \quad (2.53)$$

де $m_{\text{сн}}$ – маса снаряда;

v_0 – початкова швидкість снаряда;

d – калібр зброї.

Пружні властивості патронної стрічки визначаються пружністю ланок, які з'єднують патрони, тобто ланка може деформуватися під дією прикладених до неї сил і набувати початкового стану після припинення їх дії. Ці властивості проявляються тільки під час розтягнення стрічки. Під час стискання стрічки її ланки набігають одна на одну, що може спричинити заклинення патронної стрічки у рукаві подачі.

Конструктивними факторами патронної стрічки є (рис. 2.3):

- крок стрічки b – відстань між осями двох сусідніх патронів;
- проміжок між ланками δ ;
- ексцентриситет e – відстань між лінією центрів мас патронів з ланками і віссю жорсткості стрічки, вздовж якої по ній передаються зусилля розтягнення.

За наявності ексцентриситету e у патронній стрічці кожен патрон здійснює ще й обертовий рух навколо свого центра маси, що призводить до ударяння патронів по рукавах живлення і між собою, а це також буде збільшувати сили тертя патронів по напрямних.

Для описання математичної моделі визначення динамічної складової сили опору патронної стрічки приймаються такі допущення:

1. Вплив ексцентриситету e та проміжку між ланками δ не враховують;
2. Втрати енергії на удари та тертя через ексцентриситет e і проміжок δ , кривизну та рухомість патронних рукавів вважають незначними;
3. Маса патронів з ланками розподілена рівномірно по всій стрічці, тобто

$$\rho = \frac{m_{п.л}}{b};$$

4. Жорсткість різних ділянок стрічки однакова і дорівнює

$$E = \chi b,$$

де χ – жорсткість ділянки стрічки довжиною b ;

5. Патронну стрічку замінюють пружною ниткою з рівномірно розподіленою масою ρ і постійною по її довжині жорсткістю E .

Така модель патронної стрічки зберігає основну властивість – хвилеподібне розподілення руху по ній.

Закон зміни швидкості стрічки має вигляд, наведений на рис. 2.4.

Замінімо безперервний закон зміни швидкості патронної стрічки на ступінчастий, для якого за малий проміжок часу Δt швидкість залишається майже постійною і дорівнює швидкості механізму подачі стрічки у зброю на початку кожного такого проміжку часу.

Тоді швидкість на кожному проміжку часу буде визначатися як $v(0; t) = v(0)$, $v(\Delta t; 2\Delta t) = v_1(\Delta t)$; $v(2\Delta t; 3\Delta t) = v_2(2\Delta t)$ і т. д. Тобто, за проміжок часу $(0; \Delta t)$ стрічка переміщується на величину $\Delta h = v_1 \Delta t$.

Цей відрізок стрічки за час Δt отримує швидкість v_1 , і, отже, його кількість руху зміниться на величину $h\rho v$ внаслідок дії на нього сили від механізму подачі P_1 .

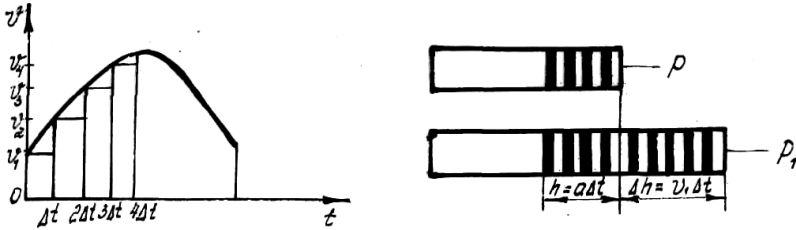


Рисунок 2.4 – Закон зміни швидкості патронної стрічки

Тоді рівняння збереження кількості руху цього відрізка стрічки за проміжок часу Δt має вигляд

$$h\rho v_1 = P_1 \Delta t.$$

Спростивши це рівняння, отримаємо вираз для динамічної складової сили опору цього відрізка патронної стрічки у вигляді

$$P_1 = a\rho v_1,$$

а оскільки швидкість хвильового процесу у стрічці визначається як

$$a = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{\chi b^2}{m_{п.л}}} = b \sqrt{\frac{\chi}{m_{п.л}}},$$

то

$$P_1 = \sqrt{\chi m_{п.л}} V_1.$$

Отже, на першій ділянці руху патронної стрічки динамічна складова P_1 пропорційна швидкості її руху з коефіцієнтом пропорційності $a\rho$.

За наступний проміжок часу Δt хвиля деформації просуне стрічку ще на одну величину h , внаслідок чого черговий відрізок стрічки почне рухатись зі швидкістю V_1 , отримавши кількість руху від першого відрізка стрічки довжиною h . У цей же час перший відрізок стрічки отримує нову порцію кількості руху і буде рухатись уже зі швидкістю V_2 , надаючи опір механізму подачі з силою

$$P_2 = \sqrt{\chi m_{\text{пл}}} V_2.$$

Переходячи до границі за $\Delta t \rightarrow 0$, отримаємо

$$P_{\text{дин}} = \frac{E}{a} V = \sqrt{\chi m_{\text{пл}}} V. \quad (2.54)$$

Отже, з отриманої залежності випливає, що динамічне зусилля не залежить від кількості патронів у стрічці, а визначається тільки пружними властивостями стрічки та швидкістю її руху.

Для визначення статичної складової сили опору патронної стрічки розглянемо схему з похилим рукавом підведення патронів (рис. 2.5).

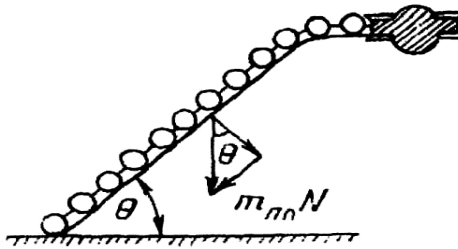


Рисунок 2.5 – Схема похилого рукава підведення патронів

Для цієї схеми отримаємо такий вираз:

$$Q = m_{\text{пл}} g N (\sin \Theta + f \cos \Theta), \quad (2.55)$$

де N – кількість патронів на похилій ділянці рукава;

θ – кут нахилу патронного рукава;

f – коефіцієнт тертя.

Підставивши вирази (2.54) та (2.55) у формулу (2.52), знайдемо

$$P = \sqrt{\chi \cdot m_{п.л}} \cdot V + m_{п.л} g N (\sin \Theta + f \cos \Theta). \quad (2.56)$$

Ця формула використовується під час розрахунків механізмів подачі патронної стрічки у зброю, а також для визначення потужності двигунів механізмів її підтягування в артилерійських установках.

Зусилля, що діє в патронній стрічці, має бути таким, за якого не виникає руйнування стрічки (обривання ланки). Крім того, величина залишкової деформації ланки у разі її розтягування під дією цього зусилля не має перевищувати допустимих меж, за яких забезпечується можливість багаторазового використання ланок (від трьох до п'яти разів).

В існуючих зразках зброї допустимі зусилля, які діють в патронних стрічках під час їх подачі у зброю, становлять 2900–8800 Н, а швидкість їх подачі – 5,6–10,7 м/с. Тому суттєве підвищення темпу стрільби зброї обмежено збільшенням швидкості подачі стрічки до наддопустимих значень і виникненням затримок у стрільбі або розтягування ланок.

Таким чином, у зброї з високим темпом стрільби операція подачі патронної стрічки займає більшу частину циклу зброї. Крім того, рух стрічки проходить з постійною швидкістю. Нині такі вимоги реалізовано в багатоствольній зброї з обертовим блоком стволів.

3. АНАЛІЗ РОБОТИ АВТОМАТИКИ ЗБРОЇ

3.1 Особливості роботи механізмів зброї

Аналіз руху механізмів автоматичної зброї необхідний для вирішення низки практичних задач. Отриманий у результаті такого аналізу закон руху механізмів зброї дозволяє визначити темп стрільби, а також сили, що діють під час стрільби на деталі механізмів, на корпус зброї та на вузли кріплення зброї на установці. Дослідження динаміки механізмів зброї дозволяє також оцінити можливості різноманітних схем зброї з підвищення темпу стрільби.

Основу динамічного дослідження автоматичної зброї становлять загальні методи теорії механізмів і машин. У той же час, застосовуючи ці загальні методи, необхідно враховувати такі специфічні особливості:

1. Механізми зброї працюють в різко несталому режимі.
2. У процесі циклу змінюється сама структура механізму, (підключаються одні ланки і відключаються інші).
3. Підключення ланок під час роботи механізмів відбувається, як правило, з ударом, а передатні числа між ланками є змінними.
4. Механізми знаходяться в рухомому корпусі, що переміщується на амортизаторах сили віддачі.

Ці особливості значно ускладнюють дослідження механізмів зброї. Тому в процесі створення методів розрахунку руху механізмів зброї беруть ряд спрощувальних допущень і вдаються до вирішення задачі методами послідовних наближень. Наприклад, спочатку досліджують рух механізму за нерухомого корпусу, а потім визначаються поправки, що враховують рух корпусу. Водночас не враховують силу тертя, яка виникає в напрямних корпусу внаслідок руху решти ланок механізму, а також сили тертя, які виникають у зв'язках деталей механізму внаслідок руху корпусу. Приймають також й інші спрощення. Там, де це можливо, усереднюють передатні числа і діючі сили або змінюють короткочасні сили імпульсами цих сил.

Дослідження руху проводять по ділянках. Межами ділянок є точки, в яких підключаються або відключаються ланки, а також починають діяти нові сили.

Загальний шлях динамічного дослідження полягає у складанні диференціального рівняння руху механізму зброї і його розв'язання. Диференціальне рівняння складається відносно основної ланки, яка може бути вибрана довільно. Зручніше за все за основну ланку обирати таку, яка бере участь у русі весь час циклу або більшу його частину і на яку діють основні сили (це може бути ствол, блок стволів, повзун і т. ін.).

Елементи руху (переміщення, швидкість, прискорення) ланок механізму зброї пов'язані між собою кінематичними залежностями, що докладно розглядаються в теоретичній механіці та у теорії механізмів і машин. Ми розглянемо тільки основні співвідношення, необхідні для подальшого аналізу руху механізму зброї.

Для механізму зброї, який має один ступінь свободи, переміщення будь-якої з ланок функціонально визначається переміщенням будь-якої іншої ланки:

$$x_v = f_{\mu v}(x_\mu),$$

де x_μ і x_v – переміщення ланок, яким присвоєно номери v та μ , відповідно, а вгляд функції $f_{\mu v}$ залежить від конструкції механізму.

Зв'язок між швидкостями двох ланок визначається залежністю

$$\dot{x}_v = i_{\mu v} \dot{x}_\mu,$$

де \dot{x}_v та \dot{x}_μ – швидкості відповідно v -ї та μ -ї ланок;

$i_{\mu v}$ – передатне число від μ -ї ланки до v -ї.

З цих співвідношень очевидно, що

$$i_{\mu v} = f'_{\mu v}(x_\mu) = \frac{dx}{dx_\mu}.$$

Передатне число є у загальному випадку функцією від положення механізму, тобто від координати основної ланки.

Взявши похідну від виразу для зв'язку між швидкостями двох ланок, одержимо зв'язок між прискореннями цих ланок:

$$\ddot{x}_v = i_{\mu v} \ddot{x}_\mu + \dot{x}_\mu \frac{di_{\mu v}}{dt} = i_{\mu v} \ddot{x}_\mu + \dot{x}_\mu \frac{di_{\mu v}}{dx_\mu} \cdot \frac{dx_\mu}{dt} = i_{\mu v} \ddot{x}_\mu + i'_{\mu v} \dot{x}_\mu^2,$$

де $i'_{\mu v}$ – похідна передатного числа за переміщенням μ -ї ланки.

Під час нумерації ланок механізмів зброї прийнято основній ланці присвоювати номер «нуль» і в процесі запису цей номер опускають. Так, i_v означає передатне число від основної ланки до v -ї. У таких позначеннях швидкість і прискорення v -ї ланки записуються у вигляді

$$\begin{aligned} \dot{x}_v &= i_v \dot{x}, \\ \ddot{x}_v &= i_v \ddot{x} + i'_v \dot{x}^2. \end{aligned}$$

Отже, загальний шлях динамічного дослідження полягає у складанні диференціальних рівнянь та їх розв'язуванні.

3.2 Диференціальне рівняння функціонування автоматики зброї та методика його розв'язання

Методику складання рівняння руху механізму зброї розглянемо на прикладі найпростішого дволанкового механізму, схема якого зображено на рис. 3.1, а.

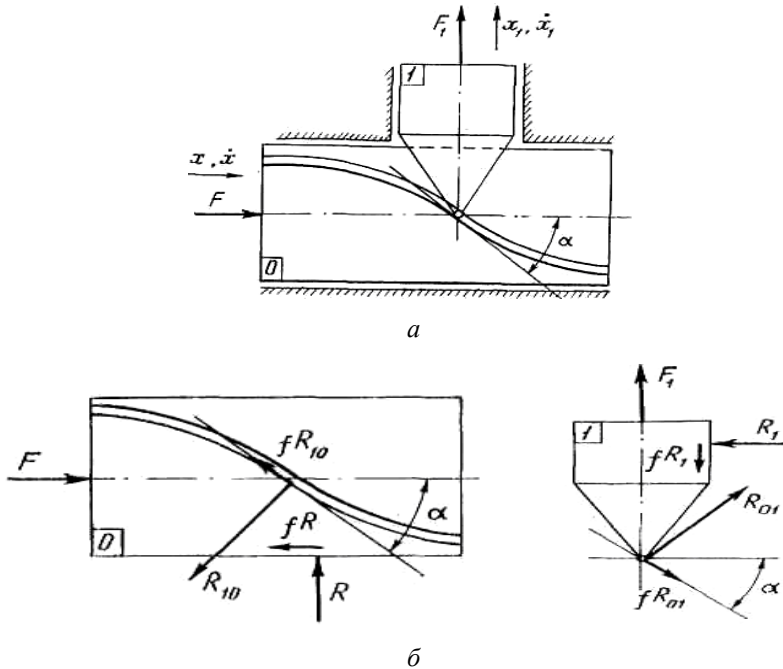


Рисунок 3.1 – Схема дволанкового механізму зброї

За такою схемою виконуються, наприклад, механізми подачі патронів та замикальні механізми у деяких зразках авіаційних гармат. Горизонтально ковзаючий повзун виберемо як основну ланку механізму і присвоїмо їй відповідно номер «нуль». Бігунець, який переміщується поперечно, позначимо номером «один». Для визначеності нехай основна ланка буде ведучою ланкою цього механізму. Це означає, що під час руху механізму енергія передається від повзуна до бігунця. Поверхні тертя повзуна і бігунця на рисунку позначені жирними лініями. Під час розрахунків можливі перекося ланок не враховуються.

На основну ланку масою m діє зовнішня сила F за напрямком її руху, а на ланку l масою m_1 – сила F_1 також за напрямком її руху.

З боку бігунця на повзун буде діяти спрямована по нормалі до точки дотику ланок реакція R_{10} (рис. 3.1, б) і викликана нею сила тертя fR_{10} , спрямована по дотичній (де f – коефіцієнт тертя). Відповідно до бігунця з боку повзуна буде прикладена реакція R_{01} і сила тертя fR_{01} . Крім цього, до повзуна та бігунця відповідно будуть прикладені реакції напрямних R і R_1 та викликані ними сили тертя fR і fR_1 .

Складемо диференціальні рівняння для кожної з розглянутих ланок, вважаючи, що осі координат x і x_1 спрямовані у бік руху відповідних ланок:

$$m\ddot{x} = F - R_{10}(\sin \alpha + f \cos \alpha) - fR, \quad (3.1)$$

$$m_1\ddot{x}_1 = F + R_{10}(\cos \alpha - f \sin \alpha) - fR_1. \quad (3.2)$$

Реакції корпусу R і R_1 знайдемо з рівнянь статки, спроектувавши для кожної з ланок усі сили на вісь, перпендикулярну до напрямку їх руху, і прирівнявши суму цих проєкцій до нуля:

$$R = R_{10}(\cos \alpha - f \sin \alpha), \quad (3.3)$$

$$R_1 = R_{01}(\sin \alpha + f \cos \alpha). \quad (3.4)$$

Підставляючи значення реакцій R і R_1 у рівняння (3.1) та (3.2), отримаємо

$$m\ddot{x} = F - R_{10}[(1 - f^2)\sin \alpha + 2f \cos \alpha],$$

$$m_1\ddot{x}_1 = F_1 - R_{01}[(1 - f^2)\cos \alpha + 2f \sin \alpha].$$

Вводячи позначення

$$Q = R_{10}[(1 - f^2)\sin \alpha + 2f \cos \alpha], \quad (3.5)$$

$$Q_1 = R_{01}[(1 - f^2)\cos \alpha - 2f \sin \alpha], \quad (3.6)$$

перепишемо рівняння руху ланок у вигляді

$$m\ddot{x} = F - Q, \quad (3.7)$$

$$m_1\ddot{x}_1 = F_1 + Q. \quad (3.8)$$

За фізичним змістом сили Q і Q_1 є внутрішніми силами, які діють на основну ланку з боку першої та на першу з боку основної ланки, відповідно.

Для зв'язку цих сил між собою в теорії автоматичної зброї вводиться поняття коефіцієнта передачі енергії (к.п.е.). Коефіцієнтом передачі енергії η_1 від основної ланки до першої називають відношення елементарної роботи $Q_1 dx_1$ до елементарної роботи $Q dx$:

$$\eta_1 = \frac{Q_1 dx_1}{Q dx}. \quad (3.9)$$

Якщо основна ланка є ведучою, добуток $Q_1 dx_1$ являє собою енергію, яку отримує перша ланка від ведучої ланки на елементарному переміщенні dx_1 , а добуток $Q dx$ – енергію, яку втрачає ведуча ланка за рахунок опору веденої ланки на елементарному переміщенні dx . Тоді за рахунок втрат на тертя під час передачі енергії $Q_1 dx_1 < Q dx$ і, отже, $\eta_1 < 1$.

Якщо ведучою ланкою стане перша, формула (3.9) не зміниться, к.п.е. так і буде дорівнювати відношенню енергії, яку віддає перша ланка, до енергії, яку отримує основна ланка. Але оскільки в цьому випадку $Q_1 dx_1 > Q dx$, то числове значення к.п.е. зміниться за рахунок зміни напрямку сил тертя. Тобто, коли основна ланка стане веденою, к.п.е. буде більшим одиниці.

Поняття коефіцієнта передачі енергії є більш широким, ніж поняття коефіцієнта корисної дії (к.к.д.), яке застосовується в теорії механізмів і деталей машин. Поняття к.п.е. та к.к.д. збігаються в окремих випадках, коли основна ланка є ведучою.

Оскільки відношення елементарних переміщень ланок є передатним числом, то вираз (3.9) можна переписати у вигляді

$$\eta_1 = \frac{Q_1}{Q} i_1. \quad (3.10)$$

Замінивши силу Q у рівнянні (3.7) її виразом через (3.10), отримаємо

$$m \ddot{x} = F - \frac{i_1}{\eta_1} Q_1.$$

Підставивши сюди Q_1 з рівняння (3.8), отримаємо

$$m \ddot{x} = F - \frac{i_1}{\eta_1} (m_1 \ddot{x}_1 - F_1). \quad (3.11)$$

З урахуванням кінематичної залежності прискорення першої ланки

$$\ddot{x}_1 = i_1 \ddot{x} + i_1' \dot{x}^2$$

рівняння (3.11) набуває вигляду

$$\left(m + \frac{i_1^2}{\eta_1} m_1 \right) \ddot{x} + \frac{i_1 i_1'}{\eta_1} m_1 \dot{x}^2 = F + \frac{i_1}{\eta_1} F_1. \quad (3.12)$$

Цей вираз є диференціальним рівнянням руху простого дволанкового механізму. З його аналізу виходить, що вплив першої ланки на рух основної проявляється таким чином:

1. Маса основної ланки збільшується на величину $\frac{i_1^2}{\eta_1} m_1$, яка називається приведеною масою першої ланки.

2. З'являється додаткова інерційна сила $\frac{i_1 i_1'}{\eta_1} m_1 \dot{x}^2$.

3. Зовнішня сила, що діє на основну ланку, збільшується на величину $\frac{i_1}{\eta_1} F_1$, яка має назву приведеної сили першої ланки.

Отримане вище диференціальне рівняння справедливе для будь-якого дволанкового механізму незалежно від того, яка з ланок є ведучою. У загальному випадку роль ведучої може в процесі руху перейти від однієї ланки до іншої. При цьому зміниться величина к.п.е., яка входить у рівняння, а вигляд самого рівняння зберігається.

Коефіцієнт передачі енергії характеризує здатність механізму передавати енергію від однієї ланки до іншої. Він залежить від конструкції механізму, від того, яка ланка є ведучою, від переміщення основної ланки, а також від коефіцієнтів тертя між ланками та напрямними, але не залежить від величини зовнішніх сил, що діють на ланки.

Знайдемо к.п.е. для розглянутого механізму, для чого підставимо у вираз (3.10) вирази для Q і Q_1 та врахуємо, що в такому випадку сили R_{10} і R_{01} за модулем дорівнюють одна одній. Тоді отримаємо

$$\eta_1 = \frac{(1 - f^2) \cos \alpha - 2f \sin \alpha}{(1 - f^2) \sin \alpha + 2f \cos \alpha} i_1. \quad (3.13)$$

З рис. 3.1, a безпосередньо впливає, що передатне число

$$i_1 = \operatorname{tg} \alpha.$$

Підставивши цей вираз у рівняння (3.13) та виконавши тригонометричні перетворення, отримаємо

$$\eta_1 = \frac{(1 - f^2) \cos \alpha - 2f \cdot \operatorname{tg} \alpha}{(1 - f^2) \sin \alpha + 2f} \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (3.14)$$

У теорії механізмів і машин часто оперують поняттям кута тертя ρ , величина якого визначається співвідношенням

$$\operatorname{tg} \rho = f.$$

Для механізму що розглядається, вираз к.п.е. через кут тертя записується у вигляді

$$\eta_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + 2\rho)},$$

в чому можна переконатися, якщо виконати нескладні тригонометричні перетворення у формулі (3.14).

Відношенням $\frac{Q_1}{Q}$ можна скористатися для знаходження передатного числа. За відсутності тертя к.п.е. перетворюється на одиницю, і на підставі (3.10) можна записати

$$\left(\frac{Q_1}{Q} \right)_{f=0} i_1 = 1,$$

звідки передатне число

$$i_1 = \left(\frac{Q}{Q_1} \right)_{f=0}.$$

І відповідно отримаємо

$$i_1 = \operatorname{tga}.$$

Аналогічним чином можна отримати вирази η_1 та i_1 для будь-якого іншого механізму. Як видно з розглянутого прикладу, для цього необхідно знати відношення внутрішніх сил Q_1 та Q , які діють на ланки механізму. Це можливо зробити за допомогою рівнянь статички, що описують стан рівноваги за відомих поверхонь тертя.

Суть методики отримання η_1 та i_1 полягає у такому:

1. Прикладемо до основної ланки механізму з заданими поверхнями тертя силу (або момент) P у напрямку її руху, а до першої ланки – в напрямку, протилежному її руху – силу (або момент) P_1 , яка зрівноважує механізм. З умови рівноваги механізму випливає, що зовнішня сила P урівноважується внутрішньою силою Q , а внутрішня сила Q_1 – зовнішньою силою P_1 . Тоді

$$P = Q, \quad (3.15)$$

$$P_1 = Q_1. \quad (3.16)$$

2. Складемо рівняння рівноваги кожної ланки, замінивши зв'язки між ними їх реакціями.

3. Виключимо з отриманих рівнянь статичної рівноваги реакції та, скориставшись співвідношенням (3.10), з урахуванням рівнянь (3.15) і (3.16), отримаємо вираз для η_1 :

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P} i_1. \quad (3.17)$$

4. Припустивши, що $f=0$ і η_1 , знайдемо

$$i_1 = \left(\frac{P}{P} \right)_{f=0}.$$

5. Підставляючи отримане значення i_1 у виразі (3.17), знайдемо остаточний вираз для η_1 .

Вказані вище операції можуть бути виконані не тільки аналітично, а й графічно.

Методика отримання диференціального рівняння руху багатоланкового механізму аналогічна розглянутій вище методиці для дволанкового механізму.

Опускаючи всі викладки, за аналогією з рівнянням (3.12) можна записати рівняння руху довільного механізму, який має основну ланку і приєднані до неї інші ланки:

$$\left(m + \sum_{v=1}^n \frac{i_v^2}{\eta_v} m_v \right) \ddot{x} + \sum_{v=1}^n \frac{i_v i_v'}{\eta_v} m_v \dot{x}^2 = F + \sum_{v=1}^n F_v \frac{i_v}{\eta_v}. \quad (3.18)$$

У цьому рівнянні коефіцієнт біля \ddot{x} називають приведеною масою всього механізму, а суму сил, що стоять в правій частині, – приведеною силою механізму.

Маса m_v та сила F_v у рівнянні (3.18) є узагальненою масою та узагальненою силою, тобто цими символами позначають маси або моменти інерції і відповідно сили або моменти сил. Множення цих величин на відповідні множники, що містять в своєму складі передатні числа, які для ланок з різними видами переміщень (прямолінійне або обертове) мають розмірність, забезпечує приведення їх до розмірностей цих величин для основної ланки.

У складних багатоланкових механізмах безпосереднє визначення передаточних чисел і к.п.е. від v -ї ланки до основної в ряді випадків має низку певних труднощів. Цього можна уникнути, якщо скористатися співвідношеннями між цими величинами для ланок, розташованих у певній послідовності, через передатні числа та к.п.е. між проміжними ланками.

Наприклад: передатне число та к.п.е. від основної ланки до v -ї у механізмі, що складається з основної ланки і трьох послідовно приєднаних до неї ланок q , p і v , можна подати в вигляді добутку

$$i_v = i_q \cdot i_{qp} \cdot i_p,$$

$$\eta_v = \eta_q \cdot \eta_{qp} \cdot \eta_p.$$

Рівняння (3.18) являє собою нелінійне диференціальне рівняння зі змінними коефіцієнтами, які є функціями переміщення основної ланки, а сили, що стоять у правій частині, можуть залежати від часу (сила тиску порохових газів), переміщення основної ланки (зусилля пружин) і швидкості основної ланки (сила опору патронної стрічки).

Рівняння у загальному випадку може бути проінтегровано тільки чисельним методом. Лише в окремих випадках можливе аналітичне розв'язання цього рівняння, наприклад, якщо к.п.е. та передатне число постійні, а на деталі зброї діють тільки зусилля пружин. Інтегрування рівняння руху ускладнюється ще тим, що в міру руху основної ланки відбувається під'єднання до неї одних ланок і від'єднання інших. Під'єднання ланок відбувається з ударом і викликає розривну зміну швидкості основної ланки. Від'єднання ланок викликає розривну зміну коефіцієнтів рівняння. Внаслідок цього виникає необхідність проведення інтегрування рівняння по ділянках. Межами ділянок вибираються точки розривів швидкості або коефіцієнтів.

У процесі інтегрування необхідно стежити за змінами динамічних реакцій між ланками. Зміна знака реакції за утримувальних зв'язків передбачає зміну поверхонь тертя і необхідність нового визначення к.п.е.

Більш детальна методика інтегрування диференціального рівняння руху механізму зброї та способи врахування впливу переміщення корпусу зброї на рух механізму розглядаються в спеціальній літературі.

3.3 Удари деталей у зброї

Для інтегрування рівняння руху механізму зброї необхідно знати, як змінюються швидкості деталей після зіткнень. Відомо, що за удару час взаємодії деталей дуже малий, а сили великі. З цієї причини припускають, що зміни положення деталей під час удару не відбувається, а має місце розривна зміна швидкостей.

Найпростішим випадком удару є прямий центральний удар двох вільних тіл, під час якого відносні швидкості, а також сили взаємодії, збігаються з прямою, що з'єднує центри мас тіл. Для цього випадку в теоретичній механіці отримано такі співвідношення між швидкостями тіл (ланок) під час удару:

1. Закон збереження кількості руху:

$$m(\bar{v} - v) = m_1(v_1 - \bar{v}_1), \quad (3.19)$$

де m і m_1 – маси тіл;

\bar{v} і \bar{v}_1 – швидкості тіл до удару;

v і v_1 – швидкості тіл після удару.

2. Рівняння швидкостей руху тіл після удару:

$$v_1 - v = \xi_1 (\bar{v} - \bar{v}_1), \quad (3.20)$$

де ξ_1 – коефіцієнт відновлення швидкості під час удару.

Крайні значення коефіцієнта ξ_1 абсолютно пружного удару дорівнюють 1, а абсолютно непружного – 0.

Для прямого удару сталевих загартованих деталей $\xi_1 = 0,5$, для удару по буферних пристроях $\xi_1 = 0,8 - 0,9$.

Абсолютно непружному удару відповідає удар за наявності утримуючих зв'язків, що з'єднують деталі після удару в одне ціле і цим забезпечують неможливість їх відносного переміщення. Такими утримуючими зв'язками слугують різного роду противідскочні защіпки, двобічні кулачкові пристрої, що перешкоджають відділенню ведучої деталі від веденої.

Більш складним є косий удар за наявності зв'язків, що обмежують рухливості деталей. Тут також можливі два випадки між деталями, що ударяються одна об одну: зв'язок неутримувальний і зв'язок утримувальний.

Неутримувальні зв'язки відповідають схемі, зображеній на рис. 3.2.

Для цього випадку закон збереження кількості руху буде відрізнятись від виразу (3.19) наявністю коефіцієнта приведення сил у правій частині:

$$m(\bar{v} - v) = \frac{i_1}{\eta_1} m_1 (v_1 - \bar{v}_1). \quad (3.21)$$

Цей вираз отримується шляхом інтегрування залежності (3.11) за очевидних допущень, що за нескінченно малий час удару імпульси зовнішніх сил F і F_1 дуже малі, а величини i_1 і η_1 не змінюються.

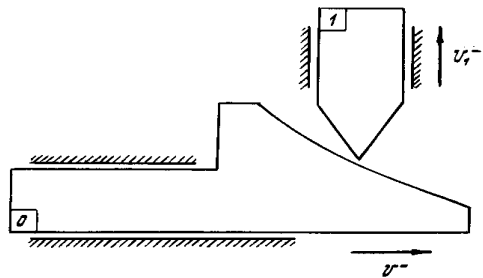


Рисунок 3.2 – Схема неутримувального зв'язку

Друге рівняння, що визначає швидкості ланок після косого удару, можна записати за аналогією з (3.20):

$$v_1 - i_1 v = \xi_1 (i_1 \bar{v} - \bar{v}_1). \quad (3.22)$$

Різниця, що стоїть ліворуч у цьому рівнянні, – це швидкість першої ланки, яка відскочила від повзуна відносно криволінійного його гребеня. Різниця $i_1 \bar{v} - \bar{v}_1$ являє собою ту саму відносну швидкість, але до удару.

Співвідношення (3.21) як і (3.20) ураховує втрату швидкості під час удару. Розв'язуючи спільно рівняння (3.21) і (3.22) відносно невідомих швидкостей v і v_1 , знаходимо швидкості ланок після косого удару у випадку неутримувальних зв'язків. Для основної ланки одержимо

$$v - v_1 = \frac{(1 + \xi_1) \frac{i_1}{\eta_1} m_1 (\bar{v}_1 - i_1 \bar{v})}{m + \frac{i_1^2}{\eta_1} m_1}. \quad (3.23)$$

Швидкість першої ланки після удару доцільніше визначати за допомогою формули (3.22).

Косий удар за утримувальних зв'язків характеризується тим, що швидкість першої ланки після удару визначається передатним числом i_1 , тобто вона дорівнює

$$v_1 = i_1 v.$$

Швидкість основної ланки може бути знайдена з виразу (3.23), в якому необхідно взяти $\xi_1 = 0$. Тоді отримаємо

$$v - v_1 = \frac{\frac{i_1}{\eta_1} m_1 (\bar{v}_1 - i_1 \bar{v})}{m + \frac{i_1^2}{\eta_1} m_1}. \quad (3.24)$$

У механізмах зброї найчастіше мають місце косі удари з утримувальними зв'язками для ланки, що приєднується нерухомо. У таких випадках швидкість основної ланки після удару буде визначатися за формулою

$$v = \frac{m\bar{v}}{m + \frac{i_1^2}{\eta_1} m_1}. \quad (3.25)$$

Таким чином, для дослідження ударів у зброї необхідно чітко визначити види ударів деталей (пружні чи непружні, прямі чи косі), а також зв'язки, що утворюються між деталями після їх удару (утримувальні чи неутримувальні) і потім визначити зміну швидкостей деталей після їх зіткнень.

3.4 Аналіз роботи автоматики зброї з обертовим блоком стволів

3.4.1 Потужність, яку споживають механізми автоматики

Принциповою особливістю багатоствольної зброї з обертовим блоком стволів є безперервний (без зупинок) рух блока протягом черги пострілів. Зміна сил опору та сили, яку розвиває двигун за час циклу через велику масу (момент інерції) блока, що обертається, не викликає помітних коливань швидкості обертання блока в сталому режимі і тому швидкість вважають практично постійною. З урахуванням цього основна частина енергії двигуна в сталому режимі витрачається на подолання сил тертя та сили опору патронної стрічки. Робота сил інерції деталей автоматики, що здійснюють зворотно-поступальний рух і рухаються безударно (затворів-досилачів), а також робота сили інерції блока стволів, який обертається, за час циклу в сталому русі дорівнює нулю. Втрати енергії (переважно у період замикання і відмикання каналу ствола) незначні й не перевищують 10 % від загальних втрат енергії. У цьому проявляється принципова відмінність між динамічними процесами, що відбуваються в багатоствольній зброї з обертовим блоком стволів і в зброї звичайного та барабанного типів.

Для аналізу руху механізму багатоствольної зброї, розрахунків та проектування цієї зброї необхідно знати, від чого і як залежить потужність, яку споживають механізми автоматики. Цю потужність $N_{\text{авт}}$ можна подати у вигляді суми таких основних складових:

$$N_{\text{авт}} = N_{\text{п}} + N_{\text{д}} + N_{\text{цб}} + N_{\text{уд}} + N_{\text{пш}} + N_{\text{сн}}; \quad (3.26)$$

у % 30 – 40; 30 – 35; 8 – 12; 5 – 10; 4 – 6; 5 – 7,

де $N_{\text{п}}$ – потужність, яку споживає механізм подачі патронної стрічки;

$N_{\text{д}}$ – потужність, яку споживає механізм досилання патрона і екстракції гільзи;

$N_{\text{цб}}$ – потужність сил тертя, які викликаються дією центробіжних сил;

$N_{\text{уд}}$ – потужність, яку споживає автоматика за ударного замикання та відмикання стволів затворами;

$N_{\text{пш}}$ – потужність сил тертя в опорному підшипнику блока стволів;

$N_{\text{сн}}$ – потужність, обумовлена реакцією обертального руху снаряда у стволі (знак «+», якщо напрямки обертання снаряда і блока стволів збігаються).

Потужність, яку споживає механізм подачі патронної стрічки $N_{\text{п}}$, обумовлюється дією сили опору патронної стрічки, а також тертям і визначається за формулою

$$N_{\text{п}} = \frac{Pv}{\eta_{\text{п}}} = \frac{1}{\eta_{\text{п}}} \left(\sqrt{\chi \cdot m_{\text{п.л}}} v + Q \right) v, \quad (3.27)$$

де $\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт передачі енергії механізму подачі;

P – сила опору патронної стрічки;

v – швидкість руху патронної стрічки;

$m_{\text{п.л}}$ – маса патрона з ланкою.

Виразимо швидкість подачі стрічки через темп стрільби n та крок патронної стрічки b з урахуванням її розтягування Δb :

$$v = \frac{b + \Delta b}{t_{\text{ц}}} = \frac{b + \Delta b}{\frac{60}{n}}, \text{ де } \Delta b = \frac{P}{\chi} = \sqrt{\frac{m_{\text{п.л}}}{\chi}} v + \frac{Q}{\chi},$$

де $t_{\text{ц}}$ – час циклу автоматики зброї.

Тоді отримаємо вираз

$$v = \frac{b + \frac{Q}{\chi}}{\frac{60}{n} - \sqrt{\frac{m_{\text{п.л}}}{\chi}}}.$$

Підставивши цей вираз у формулу (3.27), отримаємо

$$N_{\text{п}} = \frac{1}{\eta_{\text{п}}} \left(\sqrt{\chi \cdot m_{\text{п.л}}} \frac{b + \frac{Q}{\chi}}{\frac{60}{n} - \sqrt{\frac{m_{\text{п.л}}}{\chi}}} + Q \right) \frac{b + \frac{Q}{\chi}}{\frac{60}{n} - \sqrt{\frac{m_{\text{п.л}}}{\chi}}} . \quad (3.28)$$

Урахування розтягнення стрічки призводить до збільшення розрахункового значення потужності на 20 – 50 %, тому деформація патронної стрічки обов'язково враховується в процесі розрахунків і проектування зброї.

Потужність, яку споживає механізм досилання $N_{\text{д}}$, обумовлена дією сил тертя у цьому механізмі. Розрахункова формула для визначення $N_{\text{д}}$ отримується із залежності

$$N_{\text{д}} = \frac{A_{\text{д}}}{t_{\text{ц}}},$$

де $A_{\text{д}}$ – енергія, яку споживає механізм досилання за один цикл. Вона дорівнює роботі сил тертя в механізмі.

Величину $A_{\text{д}}$ можна отримати як інтеграл роботи сил інерції досилачів, зведених до блока стволів протягом циклу. Це пояснюється тим, що операція зведення сил ураховує втрати на тертя під час передачі енергії від однієї ланки до другої. У період розгону енергія передається від блока стволів до досилачів, а в період гальмування – від досилачів до блока. Якщо б тертя було відсутнім, то енергія, яка передається від блока до досилачів, та енергія, яка приймається блоком від досилачів, за час циклу були б однакові між собою і, отже, величина $A_{\text{д}}$ у цьому випадку дорівнювала б нулю. За дії тертя величина $A_{\text{д}}$ буде враховувати втрати на тертя у процесі перерозподілення енергії від блока стволів до досилачів і від досилачів до блока. Тоді вираз для $A_{\text{д}}$ запишеться у вигляді

$$A_{\text{д}} = \sum_{\nu=1}^z A_{\text{д}\nu} = \sum_{\nu=1}^z \int_{\varphi_0}^{\varphi_k} M_{\text{д}\nu} d\varphi ,$$

де $M_{\text{д}\nu}$ – зведений момент сил інерції ν -го досилача.

Величину суми $\sum_{v=1}^z \int_{\varphi_0}^{\varphi_k} M_{дv} d\varphi$, яка враховує втрати енергії на тертя в процесі переміщення всіх z досилачів протягом одного циклу, можна замінити інтегралом $\int_0^{2\pi} M_{д1} d\varphi$, який ураховує втрати на тертя за руху одного досилача протягом повного обертання блока стволів. Тоді

$$A_{д} = \int_0^{2\pi} M_{д1} d\varphi. \quad (3.29)$$

Зведений момент сил інерції одного досилача визначається за формулою (враховується, що кутова швидкість блока стволів $\omega = \text{const}$)

$$M_{д1} = m_1 \ddot{x}_1 \frac{i_1}{\eta_1} = m_1 \left(i_1 \dot{\omega} + \frac{di_1}{d\varphi} \omega^2 \right) \frac{i_1}{\eta_1} = m_1 \frac{i_1}{\eta_1} \frac{di_1}{d\varphi} \omega^2,$$

де m_1 – маса одного досилача.

Підставивши цей вираз у формулу (3.29) та враховуючи, що кутова швидкість блока стволів

$$\omega = \frac{2\pi n}{60z},$$

отримаємо

$$A_{д} = \frac{2\pi^2 n^2}{60^2 z^2} \int_0^{2\pi} m_1 \frac{di_1^2}{\eta_1},$$

де n – темп стрільби;

z – кількість досилачів;

m_1 – маса одного досилача;

i_1 та η_1 – відповідно передатне число та к.п.е.

Тоді вираз для потужності, яку споживає механізм досилання, має такий вигляд

$$N_{д} = \frac{2\pi^2 n^3}{60^3 z^2} \int_0^{2\pi} m_1 \frac{di_1^2}{\eta_1}.$$

Розв'язання цього інтеграла практично здійснюється по ділянках, в межах яких маса досилача (з патроном або з гільзою) не змінюється, а потім результати додаються для повного оберту блока (від 0 до π) з урахуванням знака (додатного для періоду розгону і від'ємного для гальмування).

Аналогічним чином можна отримати залежності і для інших складових потужності, яку споживає автоматика зброї. Методи визначення решти складових $N_{\text{авт}}$ розглядаються у спеціальній літературі. Аналіз цих складових показує, що вони визначаються балістичними та конструктивними параметрами зброї і для одного й того самого зразка суттєво змінюються зі зміною темпу стрільби.

Так, потужність, яку споживає механізм подачі патронної стрічки $N_{\text{п}}$, пропорційна квадрату темпу стрільби і залежить від характеристик патронної стрічки та не залежить від кількості стволів. Складові $N_{\text{д}}$, $N_{\text{цб}}$, $N_{\text{уд}}$ пропорційні кубу темпу стрільби, обернено пропорційні квадрату кількості стволів і залежать від конструктивних параметрів відповідних механізмів, а також від маси елементів патрона. Складові $N_{\text{пш}}$ та $N_{\text{сн}}$ пропорційні квадрату темпу стрільби, обернено пропорційні кількості стволів і залежать від балістичних даних зброї. Крім того, всі зазначені складові, окрім $N_{\text{сн}}$, суттєво залежать від стану поверхонь тертя деталей зброї, типу і стану мастила, температури навколишнього середовища та ступеня забруднення зброї.

Отже, залежність потужності $N_{\text{авт}}$ від темпу стрільби та кількості стволів у зброї можна записати у вигляді

$$N_{\text{авт}} = A \frac{n^3}{z^2} + B \frac{n^2}{z} + C \cdot n^2, \quad (3.30)$$

де величини A , B , C залежать від балістичних і конструктивних параметрів зброї, а також від умов її експлуатації.

Оскільки більшість складових потужності пропорційні кількості стволів, то зброя з меншою кількістю стволів для досягнення одного і того самого темпу стрільби за інших однакових умов потребує більш потужного двигуна. Це пояснюється тим, що за меншої кількості стволів для отримання того самого темпу стрільби необхідно обертати блок відповідно з більшою швидкістю, а це пов'язано зі збільшенням потужності.

У багатоствольній зброї діють сили, які можна використовувати для створення додаткової потужності, що допомагає двигуну зброї обертати блок стволів. Наприклад, момент сили реакції від обертового руху снаряда у стволі, який виникає під час взаємодії мідного ведучого пояса снаряда з нарізами ствола, прагне повернути ствол у бік, протилежний обертанню снаряда. За правого обертання снаряда (за стрількою годинника, якщо дивитися у напрямку стрільби) момент реакції снаряда буде спрямований проти обертання стрілки годинника і, отже, за лівого обертання блока стволів він буде допомагати двигуну зброї. За правого обертання блока цей момент двигуну зброї доведеться долати, що буде потребувати збільшення його потужності. З цієї причини у зразках багатоствольної зброї блоки стволів обертаються проти стрілки годинника, оскільки нарізка стволів у них права, що дозволяє заощадити близько 10 – 15 % потужності двигуна.

Невелику додаткову потужність створює сила залишкового тиску газів у стволі, яка сприймається затвором після відмикання каналу ствола. Додаткову потужність для обертання блока можна також отримати шляхом встановлення стволів під деяким кутом до осі їх обертання. Бічна складова сили тиску порохових газів на дно ствола буде створювати крутий момент, який прикладається до блока. Такого самого результату можна досягти і за рахунок установа на стволи спеціальних несиметричних надульників.

Величина потужності, яку споживають механізми багатоствольної зброї, достатньо велика і становить 20 – 65 кВт залежно від калібру та темпу стрільби зброї. Тому у період розгону блока стволів потрібно, щоб двигун зброї мав надлишок потужності над потужністю сил опору, а за сталого режиму ці потужності мають бути однаковими. Окрім того, характеристика потужності двигуна $N_{дв}(n)$ має забезпечувати стійкість темпу стрільби в сталому режимі.

Характер залежності потужності, яку споживають механізми зброї, від темпу стрільби зображено на рис. 3.3.

Для швидкого розгону блока стволів і стійкої роботи багатоствольної зброї бажано, щоб характер зміни кривої $N_{дв}(n)$ та її взаємне положення з кривою $N_{авт}(n)$ були приблизно такими, як це показано на рис. 3.3. Тобто необхідно, щоб крива $N_{дв}(n)$ перетинала криву $N_{авт}(n)$ за максимальним значенням на початковій ділянці її низхідної гілки. Як видно з рис. 3.3, зменшення або збільшення темпу стрільби від розрахункової величини викликає такі зміни потужностей $N_{дв}$ і $N_{авт}$, за яких темп стрільби буде змінюватися у бік свого стійкого значення.

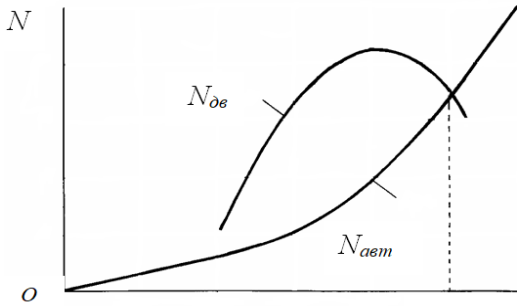


Рисунок 3.3 – Залежність потужності автоматики від темпу стрільби

Умови стійкої роботи багатоствольної зброї в сталому режимі записуються у вигляді

$$\left(\frac{dN_{\text{авт}}}{dn} \right)_{n_{\text{ст}}} - \left(\frac{dN_{\text{дв}}}{dn} \right)_{n_{\text{ст}}} > 0,$$

де $n_{\text{ст}}$ – сталий темп стрільби.

Чим більша ця різниця, тим більш стійкою буде робота зброї, тобто меншими будуть коливання темпу стрільби у разі зміни умов експлуатації.

Необхідну величину потужності двигуна та бажаний характер її зміни забезпечують відповідним підбиранням типу двигуна і його конструктивних характеристик. Зокрема, ця задача успішно вирішується у разі використання газопорохового двигуна з відведенням газів зі стволів, який забезпечує надійну та стійку роботу зброї за умов малої маси і компактних габаритів.

3.4.2 Потужність, яку розвиває газовідвідний двигун

Потужність, яку розвиває газовідвідний пороховий двигун багатоствольної зброї, схема якого зображена на рис. 1.14 (середня за цикл), визначається за допомогою залежності

$$N_{\text{дв}} = \frac{A_{\text{дв}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.31)$$

де $A_{\text{дв}}$ – зведена до блока стволів робота двигуна за один цикл.

Робота двигуна протягом циклу визначається за формулою

$$A_{\text{дв}} = \int_{V_0}^{V_k} p F_{\text{п}} dV = \int_{\varphi_{\text{п}}}^{\varphi_{\text{к}}} M_{\text{дв}} d\varphi = F_{\text{п}} \int_{\varphi_{\text{п}}}^{\varphi_{\text{к}}} \frac{i_{\text{дв}}}{\eta_{\text{дв}}} p d\varphi, \quad (3.32)$$

де p – тиск газів у циліндрі двигуна;

$F_{\text{п}}$ – площа поршня;

$i_{\text{дв}}$ – передатне число від блока стволів до поршня;

$\eta_{\text{дв}}$ – коефіцієнт передачі енергії від блока стволів до поршня;

$\varphi_{\text{п}}$ – кут повороту блока стволів до початку заповнення газом циліндра двигуна;

$\varphi_{\text{к}}$ – кут повороту блока в кінці робочого ходу поршня.

Підставивши отримані раніше вирази (2.49) та (2.50) у формули (3.31) і (3.32) та маючи на увазі, що $t_{\text{ц}} = \frac{60}{n}$, отримаємо

$$N_{\text{дв}} = \frac{AfF_{\text{п}}n}{60} \int_{\varphi_{\text{п}}}^{\varphi_{\text{к}}} \frac{i_{\text{дв}}}{\eta_{\text{дв}}} \frac{d\varphi}{W^{\kappa}} \int_{\varphi_{\text{п}}}^{\varphi} P_{\text{с}}^{\frac{3k-1}{2k}} W^{k-1} d\varphi + \frac{P_{\text{відс}} F_{\text{п}}}{60} \int_{\varphi_{\text{відс}}}^{\varphi_{\text{вихл}}} \frac{i_{\text{дв}}}{\eta_{\text{дв}}} \left(\frac{W_{\text{відс}}}{W} \right)^k d\varphi, \quad (3.33)$$

де $\varphi_{\text{вихл}}$ – кут повороту блока стволів під час вихлопу газів.

За початок відрахунку кутів φ зручно взяти положення блока стволів, яке відповідає крайньому положенню поршнів (мертвій точці). Тоді

$$\varphi_{\text{п}} = \varphi_{\text{зап}} + \omega t_1, \quad (3.34)$$

де $\varphi_{\text{зап}}$ – кут запалювання, тобто кут повороту блока стволів до моменту запалювання капсуля патрона;

t_1 – час від запалювання капсуля до проходження снарядом газів відповідного отвору у стволі;

ω – кутова швидкість обертання блока стволів.

Кут запалювання суттєво впливає на характер кривої $N_{\text{дв}}(n)$ і є важливою характеристикою, яка вибирається залежно від темпу стрільби.

Двигун збрї проектується таким чином, щоб за сталого режиму надходження газу у циліндр починалося після проходження поршнем мертвої точки в малий початковий об'єм камери, тобто за невеликого додатного значення кута $\varphi_{\text{зап}}$. На кривій $N_{\text{дв}}(n)$ це буде відповідати початковій ділянці низхідної гілки. Щоб це забезпечити, необхідно відповідним чином вибрати значення кута $\varphi_{\text{зап}}$. Як видно з формули (3.34), для багатствольної збрї з великим темпом стрільби кут $\varphi_{\text{зап}}$ необхідно

зменшити, а для зброї з меншим темпом – збільшити. У загальному випадку кут $\varphi_{\text{зап}}$ може бути додатним або від’ємним – залежно від того, з запізненням чи випередженням відносно крайнього положення поршнів відбувається запалювання капсуля. Величина цього кута в реальних зразках багатоствольної зброї знаходиться в діапазоні

$$\varphi_{\text{зап}} = \pm 0,2 \frac{\pi}{z}.$$

Якщо у зброї з правильно вибраним кутом $\varphi_{\text{зап}}$ відбудеться збільшення темпу стрільби, то газ зі ствола почне надходити в камеру при більшому зміщенні поршня відносно мертвої точки, тобто в більший початковий об’єм, що призведе до збільшення тиску в двигуні. Також у цьому випадку сила тиску буде здійснювати роботу на меншому шляху поршня. З цієї причини, незважаючи на збільшення темпу стрільби, спочатку потужність буде зростати, що очевидно з наведених вище міркувань, а потім, при подальшому зменшенні темпу, вона стане спадати за рахунок зменшення множника n у формулі (3.33) при повільному зростанні тиску газу та робочого ходу поршня у зв’язку з нелінійним законом зміни передатного числа $i_{\text{дв}}$.

3.4.3 Стартові пристрої та особливості їх розрахунку

У багатоствольній зброї з високим темпом стрільби, в якій кут запалювання від’ємний, надходження газу зі стволів у циліндр двигуна на початку розгону блока відбуватиметься за недоходу поршнем до мертвої точки. З цієї причини в таких зразках зброї один газопороховий двигун не спроможний розкрутити блок стволів. Ця задача вирішується за допомогою стартера. У той самий час вибір від’ємного значення кута $\varphi_{\text{зап}}$ у такій зброї забезпечує стійку його роботу за сталого темпу стрільби і в поєднанні зі стартером гарантує швидкий вихід на сталий режим.

У зброї з додатним кутом запалювання розкручування блока стволів може бути здійснено безпосередньо газопороховим двигуном. Однак час виходу зброї на сталий режим буде в цьому випадку занадто великим, що призведе до суттєвого зменшення дійсного (середнього в черзі) темпу стрільби. Окрім того, за розгону блока тільки газопороховим двигуном потрібно вводити в конструкцію зброї спеціальний механізм для фіксації блока стволів у положенні, за якого може бути здійснене запалювання капсуля патрона, що значно ускладнює конструкцію зброї. Через це у багатоствольних гарматах і кулеметах з внутрішнім газопороховим двигуном застосовуються спеціальні стартери для розгону блока стволів.

Попередній розгін блока стволів стартером дозволяє:

- скоротити час виходу зброї на режим розрахункового темпу стрільби і, отже, збільшити загальну кількість снарядів, випущених за час стрільби;

- краще узгодити характеристику потужності двигуна $N_{дв}(n)$ з характеристикою потужності сил опору $N_{авт}(n)$ для отримання стійкого розрахункового темпу стрільби;

- виключити спеціальний механізм зупинення і фіксації блока стволів у положенні, за якого черговий патрон дослано у канал ствола, ствол замкнено і можна проводити запалювання капсуля.

На сьогодні у багатоствольній зброї знайшли застосування пневматичні, піротехнічні, електричні та пружинні (торсіонні) стартери.

Пневмостартери прості за конструкцією, зручні в експлуатації, мають достатню потужність за умов невеликої маси та габаритів і забезпечують багаторазове спрацювання. Однак вони потребують наявності джерела стиснутого повітря, що на знімних артилерійських установках мати небажано з міркувань економії ваги та габаритів.

Піротехнічні стартери також розвивають достатню потужність за малої ваги і невеликих габаритів, але вони допускають обмежену кількість запусків зброї і, отже, обмежену кількість черг під час стрільби у польоті, яка визначається кількістю піропатронів у стартері. Використання піростартерів спричиняє додаткове забруднення деталей зброї порохом нагаром і ускладнює її експлуатацію.

Електричні та пружинні стартери, як менш потужні, знайшли застосування у зброї малого калібру (кулеметах).

Стартер має забезпечувати розгін блока стволів до певної кутової швидкості ω_0 на заданому куті повороту блока φ_0 . Кут φ_0 вибирається з умов досилання перших (одного-двох) патронів у положення готовності до стрільби. Отже, кут φ_0 має бути більшим кута повороту блока на ділянці досилання і замикання ($\varphi_0 + \varphi_3$). З умов забезпечення оптимального режиму і допустимого часу розгону блока кутову швидкість, до якої блок розганяється стартером, беруть такою, що дорівнює

$$\omega_0 = (0,5 - 0,6)\omega_{ст},$$

де $\omega_{ст}$ – кутова швидкість сталого обертання блока за заданого темпу стрільби.

У подальшому на ділянці від ω_0 до $\omega_{ст}$ розгін блока буде виконуватися двигуном зброї. Для підвищення надійності розгону стартер відключають через деякий час після початку роботи двигуна, тобто вводять ділянку спільної роботи стартера і двигуна.

Аналіз руху блока стволів під час розгону можна виконати загальними методами дослідження механізмів зброї, використовуючи для цього відоме диференціальне рівняння для багатоланкового механізму (3.18). Однак точний розв'язок цього рівняння з урахуванням зміни мас, передатних чисел, к.п.е., а також діючих сил і моментів є досить складним та трудомістким. Тому для розрахунку стартерів використовують приблизний метод аналізу руху блока під час розгону, який дає достатню для багатьох практичних задач точність результату.

Рух блока стволів на ділянці розгону можна приблизно описати диференціальним рівнянням

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_{\text{ст}} - M_{\text{авт}}, \quad (3.35)$$

де J – приведений момент інерції блока з урахуванням усіх механізмів зброї (з достатньою для практики точністю його можна взяти сталою величиною);

$M_{\text{ст}}$ – приведений до блока стволів момент, який розвиває стартер;

$M_{\text{авт}}$ – момент сил опору автоматики.

Для кожного значення швидкості ω момент опору визначається за формулою

$$M_{\text{авт}} = \frac{N_{\text{авт}}}{\omega}.$$

Для приблизних розрахунків залежність потужності сил опору $N_{\text{авт}}$ від кутової швидкості ω можна вважати квадратичною, тобто

$$N_{\text{авт}} = \alpha \omega^2,$$

де α – коефіцієнт пропорційності.

У цьому випадку момент $M_{\text{авт}}$ буде лінійною функцією кутової швидкості

$$M = \alpha \omega.$$

Величину моменту, яку розвиває стартер $M_{\text{ст}}$, вважатимемо сталою. Помилка від такого наближення призведе до деякого збільшення розрахункового часу розгону. За таких допущень диференціальне рівняння розгону блока запишеться у вигляді

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_{\text{ст}} - \alpha \omega. \quad (3.36)$$

Це рівняння є лінійним рівнянням першого порядку з постійними коефіцієнтами. Інтегрування його до моменту отримання кутової швидкості ω_0 дає

$$t_0 = \frac{J}{\alpha} \ln \left(1 - \frac{\omega_0}{\omega_{\max}} \right), \quad (3.37)$$

де ω_{\max} – максимальна кутова швидкість, що може розвинути стартер, яка визначається за формулою

$$\omega_{\max} = \frac{M_{\text{ст}}}{\alpha}.$$

Коефіцієнт пропорційності отримують шляхом обробки розрахункової кривої $N_{\text{авт}}(n)$, урахувуючи, що

$$n = \frac{60z\omega}{2\pi},$$

де z – кількість стволів.

Формула (3.37), що визначає час розгону блока стволів стартером може бути використана для розрахунків основних конструктивних параметрів стартера.

Для визначення часу виходу зброї на режим сталого темпу стрільби необхідно розв'язати рівняння руху блока стволів на ділянці від закінчення роботи стартера, коли кутова швидкість блока досягає значення ω_0 , до сталої швидкості $\omega_{\text{ст}}$, що відповідає розрахунковому темпу стрільби.

Приблизно ця задача легко вирішується, якщо момент сил опору на цій ділянці лінійизувати залежністю $M_{\text{авт}} = a\omega$, а момент, що розвивають порохові гази, осереднити сталим значенням $M_{\text{дв}} = \text{const}$. За таких допущень розв'язання рівняння руху блока стволів на цій ділянці (за аналогією з розв'язанням рівняння руху під дією стартера) має вигляд

$$t = -J \frac{\omega_{\text{ст}}}{M_{\text{дв}}} \left[\ln \left(1 - \frac{\omega}{\omega_{\text{ст}}} \right) - \ln \left(1 - \frac{\omega_0}{\omega_{\text{ст}}} \right) \right], \quad (3.38)$$

де t – час руху на ділянці від ω_0 до поточного значення ω .

Час розгону від ω_0 до $\omega_{ст}$ визначається до досягнення $\omega = 0,95\omega_{ст}$ (тому що за умови, що $\omega \rightarrow \omega_{ст}$, $t \rightarrow \infty$).

Тоді отримаємо

$$t_{0,95} = -J \frac{\omega_{ст}}{M_{дв}} \left[\ln 0,05 - \ln \left(1 - \frac{\omega_0}{\omega_{ст}} \right) \right], \quad (3.39)$$

а повний час розгону блока стволів буде становити

$$t_{роз} = t_0 + t_{0,95}.$$

Приблизний графік виходу блока стволів на режим розрахункового (сталого) темпу стрільби $n_{ст}$, який зображено на рис. 3.4, має три ділянки.

На першій ділянці відбувається розгін блока тільки стартером. Перший патрон досилається з приймача зброї в патронник ствола.

Після першого пострілу стартер не відключається, а продовжує розгін блока разом із двигуном, під час якого відбувається ще один-два постріли, що підвищує надійність розгону.

Потім стартер відключається і блок, який розганяється двигуном, набирає швидкість, що відповідає сталому темпу стрільби.

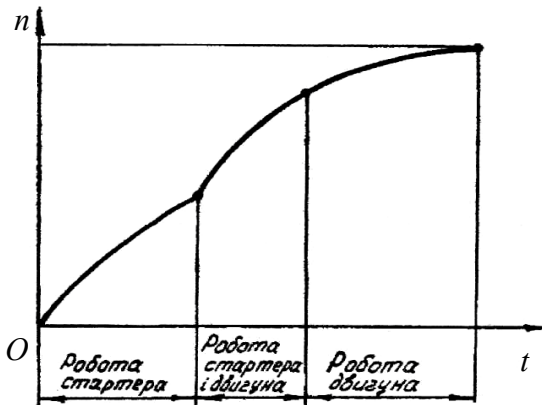


Рисунок 3.4 – Графік зростання темпу стрільби під час розгону блока стволів стартером

Загальний час розгону в існуючих зразках зброї не перевищує 0,1 – 0,2 с. За такого часу розгону втрати темпу стрільби за секундну чергу не перевищують 5 – 10 %.

4 ВПЛИВ ЗБРОЇ НА АРТИЛЕРІЙСКУ УСТАНОВКУ ТА ПОВІТРЯНЕ СУДНО

4.1 Сили, що діють на корпус зброї та на артилерійську установку

Під час стрільби корпус зброї сприймає зусилля, що виникають як внаслідок безпосередньої дії тиску порохових газів на корпус і жорстко зв'язані з ним деталі, так і внаслідок роботи механізмів зброї. Ці сили через вузли кріплення передаються на артилерійську установку.

Діючі на корпус зброї сили можуть досягати значних величин і впливати на повітряне судно, викликаючи значні деформації елементів його конструкції та їх вібрацію. В такому випадку може порушуватися міцність конструкції, виникати збільшене розсіювання снарядів під час стрільби і відмови в роботі деяких приладів та обладнання повітряних суден. Найбільшою з зазначених вище сил є сила тиску порохових газів на дно каналу ствола. У зброї калібру 30 мм вона може досягати 200 – 250 кН. Однак дія цієї сили на вузли кріплення установки проявляється по-різному в зброї з різними принципами будови автоматики.

У зброї з газовідвідним двигуном затвор під час пострілу міцно зв'язаний з корпусом, і тому сила тиску на дно каналу ствола повністю передається на корпус зброї. Для зменшення силового впливу пострілу на конструкцію повітряного судна в такому випадку необхідно здійснити амортизацію зброї, тобто включити між корпусом зброї та установкою пружний елемент – амортизатор. Тоді на установку буде діяти не сила донного тиску, а сила реакції пружного елемента, пропорційна його деформації, менш значна за величиною, але більш тривала за часом дії.

У зброї з газовідкотним двигуном сила донного тиску безпосередньо на корпус зброї не діє, тому що під час пострілу ствол (затвор) і пов'язані з ними деталі здійснюють відкочування і на корпус зброї діє реакція гальмового пристрою ствола або затвора (пружина, гідравлічне гальмо), яка значно менша сили донного тиску за величиною, але більш тривала за часом. Тому у зброї такого типу немає необхідності застосовувати додаткову амортизацію.

Пристрій, що містить пружний елемент (пружину) і призначений для зменшення сили віддачі, яка сприймається установкою під час стрільби, одержав назву пружного амортизатора сили віддачі. Його будова та принцип дії розглянуто в підрозділі 1.8.

В процесі проведення розрахунків необхідно також урахувати, що й сама установка, до якої закріплюється зброя через амортизатор або безпосередньо, не є абсолютно жорсткою, а має певні пружні властивості і масу.

Принципову схему системи «зброя – установка» зображено на рис. 4.1.

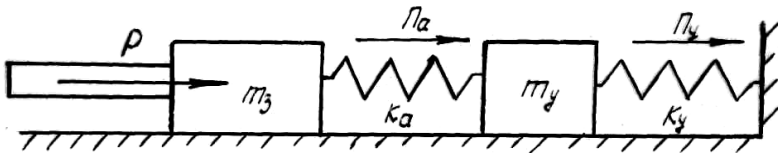


Рисунок 4.1 – Принципова схема системи «зброя – установка» з амортизатором сили віддачі

Під час пострілу на корпус зброї діє сила P , яка викликає відкочування зброї. З боку амортизатора на корпус зброї діє реакція, яка гальмує її рух. Однакова за величиною, але протилежна їй за напрямком сила P_a прикладається з боку амортизатора до установки. Цю силу називають силою віддачі в амортизаторі. Під дією цієї сили відбувається деформація пружних елементів установки. Виникаючи в такому випадку пружну силу P_y називають силою віддачі в установці або просто силою віддачі.

Зазначена вище схема є умовною, оскільки в ній реальна конструкція системи «зброя – установка» замінена двома зосередженими масами (зброї m_z і установки m_y) з невагомими пружними зв'язками, які рухаються поступально. У цьому випадку не враховується дійсний характер розподілу мас й інших пружних властивостей системи, а також складний характер коливального руху всієї системи (поперечно-обертальні, похилі коливання тощо). Однак ця схема відображає головні властивості системи і дає можливість із достатньою для практики точністю досліджувати рух зброї на установці і визначати силу віддачі.

Співвідношення величин мас зброї й установки (m_z і m_y) і жорсткостей амортизатора та установки (k_a і k_y), які відповідають реальним конструкціям ($m_z \gg m_y$ і $k_a \ll k_y$), у багатьох випадках зводить розв'язання задачі руху системи «зброя – установка» (системи з двома ступенями свободи) до розв'язування двох більш простих задач про рух систем, кожна з яких має один ступінь свободи. Наприклад, в процесі вивчення руху зброї можна не враховувати масу установки і розглядати систему з одним ступенем свободи, яка складається з маси зброї m_z і пружини з еквівалентною жорсткістю k , що визначається за формулою

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_y}$$

У тих випадках, коли жорсткість амортизатора значно менша жорсткості установки ($k_a < 0,1 k_y$), можна взяти $k = k_a$. Під час вивчення руху установки необхідно розглянути систему, що складається з маси m_v і пружини з жорсткістю k_y , яка піддається дії сили P_a , визначеної внаслідок розв'язання першої задачі. Маса m_v містить у собі масу зброї з урахуванням приведеної маси пружини амортизатора. Маса m_v складається з маси вузлів кріплення, а також розподілених по конструкції мас пружних елементів, приведених до вузлів кріплення.

Для зброї, яка не має амортизатора сили віддачі (наприклад зброя з віддачею ствола), розрахункова схема має вигляд, наведений на рис. 4.2.

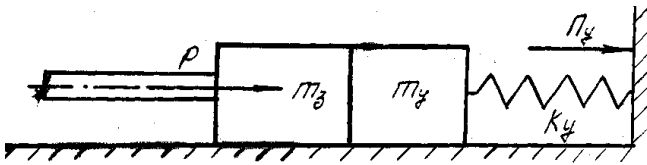


Рисунок 4.2 – Принципова схема системи «зброя – установка» без амортизатора сили віддачі

У цьому випадку визначення сили віддачі зводиться до розв'язання другої задачі з сумарною масою $m_3 + m_v$.

Під час дослідження руху зброї на амортизаторі необхідно враховувати, що сила тиску порохових газів на дно ствола є імпульсивною силою (у разі дуже великого її значення час інтенсивної дії дуже малий). Тому дію цієї сили на корпус зброї можна замінити дією її імпульсу, який надасть зброї під час пострілу практично миттєву швидкість, що за величиною дорівнює частці від ділення імпульсу на масу зброї.

Сили, що виникають в процесі роботи механізму автоматики і сприймаються корпусом, складаються з сили тиску порохових газів на дно газового циліндра, реакції удару рухомих частин у задньому та передньому положенні, зусиль зворотних пружин, реакцій на корпус замикального механізму, механізму подачі, прискорювального механізму та інших.

Для визначення цих сил необхідно зробити повний розрахунок механізму автоматики, що є досить складною операцією. Однак розв'язання задачі спрощується, якщо врахувати, що основні з цих сил є імпульсивними і їх можна замінити імпульсами, а інші сили порівняно малі і ними можна знехтувати.

Сукупність сил та імпульсів, які діють на корпус, називають імпульсно-силовою характеристикою зброї. У загальному випадку імпульсно-силова характеристика зброї має вигляд, зображений на рис. 4.3.

Сили тиску порохових газів на дно каналу ствола і на дно циліндра газового двигуна, а також зусилля, що виникає під час удару повзуна в передньому положенні, діють з невеликим інтервалом і короткочасно. Тому їх можна об'єднати в один еквівалентний імпульс I_1 . Другий імпульс I_2 виникає в зброї внаслідок удару повзуна в задньому положенні по буферу. Інші сили малі порівняно з розглянутими і в поєднанні збудови імпульсно-силової діаграми (характеристики), що визначає рух зброї на амортизаторі, їх можна не враховувати.

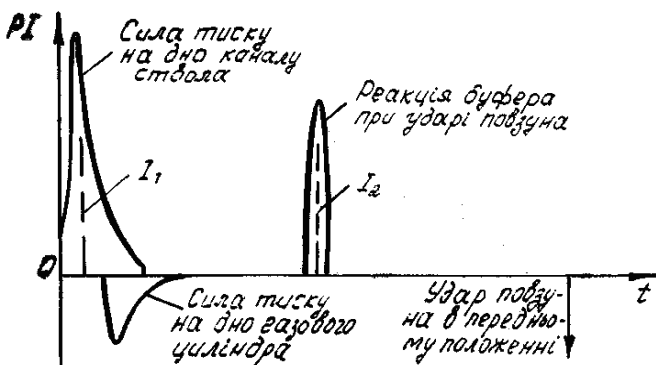


Рисунок 4.3 – Імпульсно-силова діаграма зброї

Величини еквівалентних імпульсів і моменти їх прикладання вибирають таким чином, щоб розрахункові коливання зброї на амортизаторі узгоджувалися з фактичним її рухом під дією реальних сил.

4.2 Аналіз руху зброї на амортизаторі сили віддачі

Розрахункову модель зброї, встановленої на амортизаторі, який має попереднє підтискання пружини і демпфер тертя (загальний випадок), показано на рис. 4.4.

На зброю внаслідок пострілу діє імпульс I_1 , який надає їй в початковий момент швидкість $\dot{x}_0 = \frac{I_1}{m}$, де m – маса зброї.

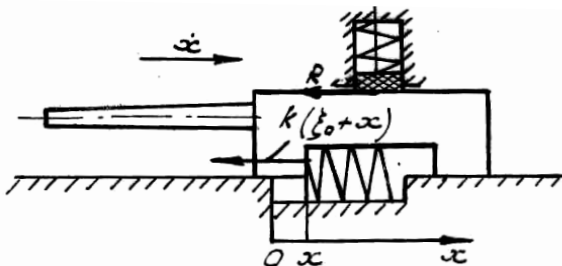


Рисунок 4.4 – Розрахункова схема зброї, що встановлена на амортизаторі

Під час відкочування зброї під дією пострілу на величину x відносно початкового положення зусилля пружини амортизатора, яке впливає на зброю та установку, визначається виразом

$$k(\xi_0 + x),$$

де k – жорсткість пружини;

ξ_0 – попереднє підтискання пружини.

Для скорочення запису у розрахунках індекс a біля жорсткості k та зусиллях амортизатора Π не вказується.

Сила тертя демпфера R вважається постійною за величиною, а її напрямок завжди є протилежним до напрямку руху зброї.

Графік зміни зусилля Π , яке виникає в амортизаторі і діє на установку, залежно від переміщення зброї відносно початкового положення зображено на рис. 4.5.

З цього графіка видно, що сила R , а отже, й гальмуюча рух зброї сила, яка відрізняється від сили Π тільки протилежним напрямком, протягом одного циклу руху зброї зазнає розривів чотири рази.

Відповідно до цього рух зброї описується чотирма рівняннями, кожне з яких справедливе лише на одній ділянці руху. Границями ділянок є точки, у яких змінюється або знак швидкості, або знак переміщення.

$$m\ddot{x} + kx = -k\xi_0 - R, x > 0, \dot{x} > 0 \text{ (відкочування);}$$

$$m\ddot{x} + kx = -k\xi_0 + R, x > 0, \dot{x} < 0 \text{ (накочування);}$$

$$m\ddot{x} + kx = k\xi_0 + R, x < 0, \dot{x} < 0 \text{ (викочування);}$$

$$m\ddot{x} + kx = k\xi_0 - R, x < 0, \dot{x} > 0 \text{ (повернення у початкове положення).}$$

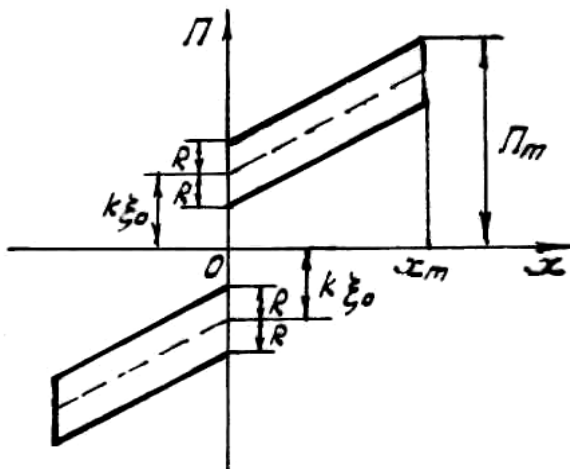


Рисунок 4.5 – Графік залежності $\Pi(x)$

Рівняння розрізняються тільки правими частинами, які є постійними. Розв'язання такого виду рівнянь розглядаються у вигляді суми власного розв'язання рівняння з правою частиною і загального розв'язання рівняння без правої частини. Виконавши необхідні математичні операції, отримаємо відповідно такі чотири розв'язання цих рівнянь, що являють собою закони руху зброї на різних ділянках:

$$x = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) - \xi_0 - \frac{R}{k}; \quad (4.1)$$

$$x = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2) - \xi_0 + \frac{R}{k}; \quad (4.2)$$

$$x = A_3 \sin(\omega t + \varphi_3) + \xi_0 + \frac{R}{k}; \quad (4.3)$$

$$x = A_4 \sin(\omega t + \varphi_4) + \xi_0 - \frac{R}{k}; \quad (4.4)$$

де $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – частота власних коливань системи.

Сталі інтегрування A_i та φ_i визначаються з початкових умов руху зброї для відповідних ділянок. Рух зброї на першій ділянці (відкочування) викликається дією імпульсу I_1 , тоді для цієї ділянки початкові умови запишуться у вигляді: $t = 0, x = 0, \dot{x} = \frac{I_1}{m}$.

Для другої ділянки (накочування) початковими умовами будуть кінцеві умови першої ділянки, а саме: $x = x_{\max}, \dot{x} = 0$ і $t = t_{\max}$. Для інших ділянок також кінцеві умови попередньої ділянки будуть початковими для наступної.

Оскільки аналітичне дослідження коливань зброї на амортизаторі дуже складне, то для цих цілей застосовують графоаналітичний метод, який оснований на побудові простих та наочних діаграм на фазовій площині і дозволяє порівняно легко визначити величину переміщення та швидкості зброї у кожний момент часу. Для пояснення суті цього методу виконаємо такі перетворення. Запишемо рівняння (4.1) у вигляді

$$x + \xi_0 + \frac{R}{k} = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1). \quad (4.5)$$

Після його диференціювання отримаємо

$$\frac{\dot{x}}{\omega} = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1). \quad (4.6)$$

Піднесемо до квадрата обидві частини рівнянь (4.5) та (4.6) і, додавши їх, відповідно отримаємо

$$\left(x + \xi_0 + \frac{R}{k}\right)^2 + \left(\frac{\dot{x}}{\omega}\right)^2 = A_1^2. \quad (4.7)$$

На фазовій площині в координатах x та $\frac{\dot{x}}{\omega}$ це рівняння зображується у вигляді кола з центром у точці O_1 (її координати $x = -\xi_0 - \frac{R}{k}, \frac{\dot{x}}{\omega} = 0$) та радіусом A_1 (рис. 4.6).

$$x_m = \sqrt{\left(\frac{I_1}{m\omega}\right)^2 + \left(\xi_0 + \frac{R}{k}\right)^2} - \xi_0 - \frac{R}{k}. \quad (4.8)$$

З рівняння (4.2) випливає, що накочуванню зброї на фазовій діаграмі відповідає дуга кола bc з центром O_2 , що лежить на осі абсцис на відстані $\xi_0 + \frac{R}{k}$ від початку координат O , радіусом A_2 .

Рівняння (4.3) і (4.4) дозволяють побудувати дуги кіл cd і de , які відповідають викочуванню зброї (центр O_3 зміщений на величину $\xi_0 + \frac{R}{k}$ відносно початку координат O , радіусом A_3) і поверненню зброї у початкове положення (центр O_4 зміщений на величину $\xi_0 - \frac{R}{k}$ відносно початку координат O , радіусом A_4).

Фазова діаграма, зображена вище, відповідає першому циклу коливань зброї на амортизаторі з демпфером тертя після одного пострілу за допущення, що, крім імпульсу дії I_1 на систему, імпульси інших сил не діють.

Побудова діаграми з урахуванням дії імпульсу I_2 або імпульсів від повторних пострілів (стрільба чергою) не потребує спеціальних ілюстрацій. Імпульс, який надається зброї в довільний момент часу, миттєво змінює швидкість його руху, не змінюючи положення. Отже, на діаграмі точку, яка відповідає моменту прикладання імпульсу I_2 , необхідно змістити паралельно осі ординат на величину, яка дорівнює $\frac{I}{m\omega}$.

Фазова діаграма дозволяє побудувати графік переміщення зброї на амортизаторі у функції часу $x(t)$ (рис. 4.7).

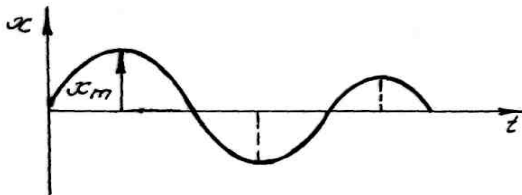


Рисунок 4.7 – Графік функції $x(t)$

Коливання зброї за наявності тертя в амортизаторі будуть загасаючими. Користуючись графіками $\Pi(x)$, зображеним на рис. 4.5 і $x(t)$, зображеним на рис. 4.7, можна побудувати графік сили віддачі у функції часу $\Pi(t)$ (рис. 4.8).

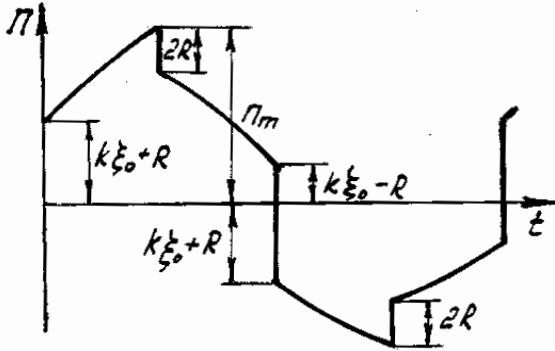


Рисунок 4.8 – Графік функції $\Pi(t)$

Коливання зброї на амортизаторі без демпфера тертя є частковим випадком, коли $R = 0$. В такому випадку графік залежності сили віддачі від переміщення зброї і фазова діаграма суттєво спрощуються (рис. 4.9).

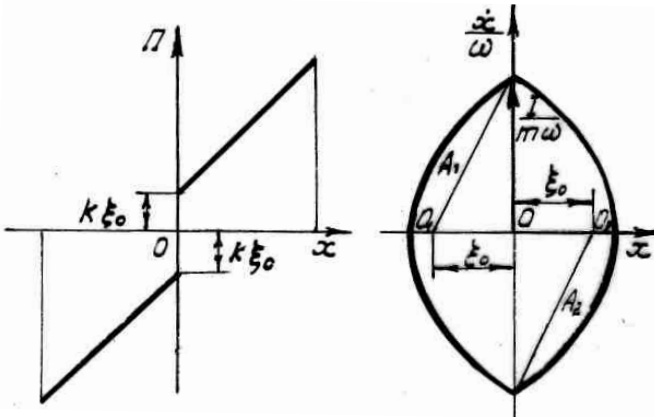


Рисунок 4.9 – Графік функції $\Pi(t)$ і фазова діаграма при $R = 0$

Дуги кіл, що відповідають відкочуванню, накочуванню, викочуванню і поверненню зброї у початкове положення, проводяться одним і тим самим радіусом з двох центрів O_1 і O_2 .

Оскільки в цьому випадку немає втрат енергії на тертя, то коливання мають незатухаючий характер і максимальне відкочування зброї дорівнює її максимальному викочуванню.

Такий випадок є ідеальним, оскільки в реальному амортизаторі без демпфера тертя під час переміщення зброї будуть виникати невеликі сили тертя як у підтримувальному вузлі, так і в самому амортизаторі.

4.3 Схеми амортизації зброї

Під час автоматичної стрільби чергою на характер руху зброї, розміщеної на амортизаторі, будуть впливати імпульси сил, які діють на корпус зброї від наступних пострілів. Під дією цих імпульсів виникає накладення коливань, що може призвести до збільшення їх амплітуди і, отже, до збільшення сили віддачі.

Для того щоб уникнути або зменшити це небажане явище, тобто забезпечити часткове або повне гасіння коливань зброї на амортизаторі, які виникають під час стрільби чергою, необхідно правильно узгодити рух зброї на амортизаторі з рухом її рухомих частин або черговими пострілами.

Схему амортизації зброї, що забезпечує час відкочування і накочування зброї, який дорівнює часу руху рухомих частин із переднього положення в заднє, тобто приблизно половині часу циклу роботи автоматики, називають півцикловою, а амортизатор – півцикловим. Графік коливань зброї на півцикловому амортизаторі зображено на рис. 4.10.

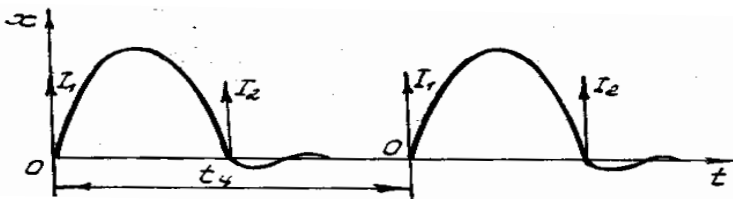


Рисунок 4.10 – Графік коливань зброї, розміщеної на півцикловому амортизаторі

На схемі позначено: t_c – час циклу; I_1 – сила тиску на дно газового циліндра; I_2 – реакція буфера під час удару повзуна.

Така схема амортизації використовується у зброї з невисоким темпом стрільби (гармата АМ-23), в якій для зменшення удару рухомих частин в процесі їх відкочування застосовувався спеціальний пристрій, який отримав назву газового буфера.

У зброї з високим темпом стрільби і невеликим імпульсом I_2 (двоствольна гармата типу ГШ-23 та зброя барабанного типу) застосовуються циклові амортизатори, характеристики яких вибирають таким чином, щоб накочування зброї після першого пострілу закінчувалося в момент здійснення другого пострілу, який зупиняє зброю в початковому положенні. Тому у разі використання циклового амортизатора гасіння коливань здійснюється імпульсом від чергового пострілу. Після непарних пострілів зброя здійснює відкочування і накочування, а після парних знаходиться в стані спокою (рис. 4.11).

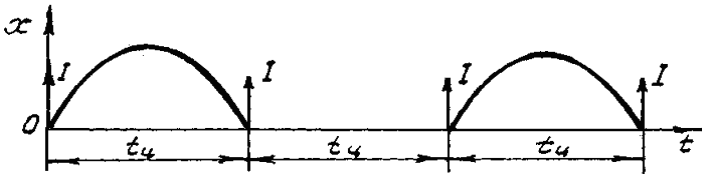


Рисунок 4.11 – Графіки коливань зброї на цикловому амортизаторі

У міру збільшення темпу стрільби час циклу автоматики зменшується, тому для приведення у взаємну відповідність коливань зброї з рухом рухомих частин або з черговим пострілом необхідно підвищувати жорсткість пружини амортизатора, що викликає збільшення сили віддачі. З урахуванням цього у зброї з високим темпом стрільби конструктори відмовились від обов'язкової вимоги повного гасіння коливань зброї на амортизаторі до здійснення чергового пострілу і перейти до застосування так званих «м'яких» амортизаторів з порівняно невеликою жорсткістю пружин.

За використання таких амортизаторів можливе збільшення сили віддачі у черзі пострілів порівняно з її значенням під час першого пострілу за рахунок накладення коливань. Однак шляхом підбору характеристик амортизатора можна отримати таке максимальне значення сили віддачі в черзі пострілів, яке буде меншим її значення за використання «жорсткого» амортизатора, що забезпечує повне гасіння коливань зброї до чергового пострілу.

Амортизатори, на яких час відкочування і накочування зброї дорівнює часу декількох циклів роботи автоматики, називають багаточисловими (рис. 4.12).

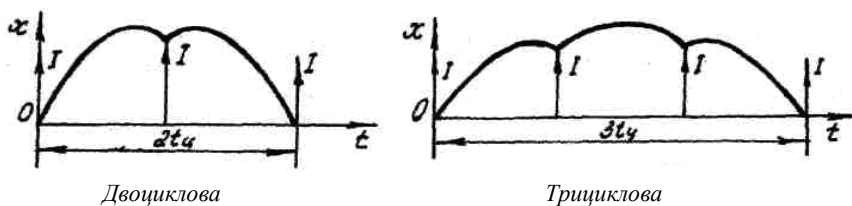


Рисунок 4.12 – Графіки коливань зброї на багатоциклових амортизаторах

Знайдемо силу віддачі в амортизаторі для різних схем амортизації. Диференціальне рівняння руху зброї на амортизаторі має вигляд

$$m\ddot{x} = P - \Pi_a \quad (4.9)$$

де P – сила, яка діє на корпус зброї при стрільбі і викликає її відкочування;

Π_a – реакція амортизатора на корпус зброї.

Проінтегрувавши це рівняння за початкових умов $t = 0$, $x = 0$, $\dot{x} = 0$, отримаємо вираз для переміщення корпусу зброї до кінця 1-го циклу роботи автоматики зброї

$$x_\lambda = \frac{1}{m} \int_0^\lambda \int_0^{t_y} P dt dt - \frac{1}{m} \int_0^\lambda \int_0^{t_y} \Pi_a dt dt, \quad (4.10)$$

Перша складова цього виразу відповідає переміщенню вільного відкочування зброї, яке викликається силою тиску порохових газів на дно каналу ствола до кінця λ -го циклу. Позначимо її як $x_{\lambda\delta}$. Переміщеннями, які викликаються дією на корпус сил з боку механізмів автоматики, можна знехтувати, оскільки наприкінці кожного циклу механізми зброї повертаються в початкове положення й інтегральний ефект дії цих сил на корпус за час циклу буде дорівнювати нулю.

Друга складова – це переміщення корпусу зброї від дії сили амортизатора до кінця λ -го циклу, яке позначимо як $x_{\lambda a}$.

Тоді рівняння (4.10) матиме такий вигляд:

$$x_\lambda = x_{\lambda\delta} - x_{\lambda a}. \quad (4.11)$$

Переміщення $x_{\lambda 6}$ визначимо як суму приросту переміщення від кожного пострілу. Під час кожного пострілу дія імпульсу сили донного тиску I_6 (балістичний імпульс) надає зброї швидкості v_6 . Тоді переміщення зброї у разі вільного відкочування до кінця λ -го циклу буде виражатися сумою

$$x_{\lambda 6} = v_6 t_{ц} + 2v_6 t_{ц} + \dots + \lambda v_6 t_{ц} = v_6 t_{ц} (1 + 2 + \dots + \lambda). \quad (4.12)$$

Тобто переміщення зброї здійснюється за арифметичною прогресією, тому його можна записати у такому вигляді:

$$x_{\lambda 6} = \frac{v_6 t_{ц} \lambda (\lambda + 1)}{2}. \quad (4.13)$$

Чим меншим буде час дії порохових газів порівняно з часом циклу автоматики, тим ця формула буде достовірнішою. Вираз (4.13) отриманий в припущенні, що балістичний імпульс I_6 миттєво надає зброї швидкість v_6 , яка протягом циклу автоматики залишається постійною і для цього випадку порівнюватиме швидкості вільного відкочування:

$$v = v_m = \frac{I_6}{m}.$$

Коли час дії газів порівнюватиметься з часом циклу, переміщення зброї за час одного циклу x_{61} буде меншим добутку $v_6 t_{ц}$, отже, у загальному випадку

$$x_{61} = \alpha v_6 t_{ц},$$

де $\alpha < 1$ – коефіцієнт, який залежить від відношення часу дії балістичного тиску до часу циклу.

Для оцінення впливу схеми амортизації на величину сили віддачі найбільш простим випадком є $\alpha = 1$, для якого був отриманий вираз (4.13). Основні кількісні та якісні залежності залишаються справедливими і для випадків, для яких $\alpha < 1$.

Другу складову виразу (4.11) знайдемо в припущенні, що $\Pi_a = \text{const}$, що суттєво спростить математичний вираз для $x_{\lambda a}$, який матиме такий вигляд:

$$x_{\lambda a} = \frac{1}{m} \int_0^{\lambda} \int_0^{t_u} \Pi_a dt dt = \frac{\Pi_a}{2m} \lambda^2 t_{ц}^2. \quad (4.14)$$

Підставивши вирази (4.13) та (4.14) у (4.11) отримаємо

$$x_\lambda = \frac{\lambda(\lambda + 1)}{2} v_6 t_u - \frac{\Pi_a}{2m} \lambda^2 t_u^2. \quad (4.15)$$

Якщо після λ -го циклу зброя повернулася в початкове положення, то $x_\lambda = 0$. Тоді, припускаючи у рівнянні (4.15), що $x_\lambda = 0$, і розв'язуючи це рівняння відносно Π_a , отримаємо вираз для середнього значення сили віддачі в амортизаторі, який реалізує λ -циклову схему амортизації

$$\Pi_a = \frac{1 + \lambda}{\lambda} \cdot \frac{m v_6}{t_u}.$$

Позначивши $\frac{1 + \lambda}{\lambda} = \gamma$ та враховуючи, що $m v_6 = I_6$, отримаємо

$$\Pi_a = \gamma \frac{I_6}{t_u} = \gamma \frac{I_6 n}{60},$$

де n – темп стрільби;

$I_6 = (m_{\text{сн}} + \beta \omega) v_0$ – балістичний імпульс під час пострілу;

$m_{\text{сн}}$ – маса снаряда;

v_0 – початкова швидкість снаряда;

β – коефіцієнт післядії, що враховує збільшення імпульсу за рахунок витікання газів зі ствола зброї після вильоту снаряда;

ω – маса пороху в патроні.

За кількості циклів $\lambda \rightarrow \infty$ коефіцієнт $\gamma \rightarrow 1$. Тоді формула для визначення сили віддачі матиме вигляд

$$\Pi_a \rightarrow \Pi_{a \text{ min}} + \frac{I_6}{t_u},$$

де $\Pi_{a \text{ min}}$ – мінімально можливе значення зусилля віддачі в амортизаторі, що може бути досягнуто тільки за умови допущення необмеженого відкочування зброї на амортизаторі.

Коефіцієнт γ показує, у скільки разів фактична сила віддачі в амортизаторі більше мінімально можливої і залежатиме від кількості циклів λ у схемі амортизації зброї. Значення коефіцієнта γ залежно від λ вказано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

λ	0,5	1	2	3	5	10	∞
γ	3	2	1,5	1,33	1,2	1,1	1

Таким чином, з таблиці видно, що перехід від напівциклової схеми амортизації до циклової зменшує Π_a в 1,5 раза, а перехід до двоциклової – у 2 рази.

Характер коливань зброї за різних схем амортизації показано на рис. 4.11 та 4.12. Зброя, яка закріплена на багатоцикловому амортизаторі, під час повернення у початкове положення наприкінці 2-го циклу може мати деяку кінцеву швидкість викочування, у той час як перед першим пострілом ця швидкість дорівнювала нулю. Це призведе до того, що під час наступних пострілів рух зброї на амортизаторі відрізнятиметься від його руху під час перших λ пострілів (циклів), тобто коливання зброї на амортизаторі матимуть нерегулярний характер. Нерегулярність коливань може бути посилена нестабільністю балістичних характеристик зброї, її темпу стрільби та іншими випадковими факторами. Зокрема, за великих зусиль попереднього підтискання пружини амортизатора ($\Pi_a > 0,4 \Pi_{\max}$) і значних коливань темпу стрільби (більше 20 %) можуть спостерігатися випадки збільшення сили віддачі, яка сприймається установкою в черзі пострілів, кількість яких перевищує λ . Як свідчать дослідження, якщо амортизатор спроектовано правильно, то максимального значення сила віддачі, як правило, досягає під час перших λ пострілів і для наступних пострілів вона не перевищує цього значення.

Для визначення сили віддачі зброї в установці необхідно розглянути пружно-інерційну систему масою m_v та жорсткістю k_v , на яку діє зовнішня сила Π_a (рис. 4.1). Однак розв'язання цієї задачі пов'язано з певними математичними труднощами і на практиці величину сили віддачі в установці визначають експериментально на спеціальному стенді, який виконано за схемою, зображеною на рис. 4.1. Жорсткість стенда $k_v = 7000$ Н/мм.

Для орієнтовного оцінення максимального значення сили віддачі зброї в установці можна використовувати формулу, запропоновану А. Г. Шипуновим:

$$\Pi_a = \varphi \gamma \frac{I_6 n}{60},$$

де φ – коефіцієнт, який характеризує відношення між максимальним зусиллям віддачі в установці і середнім зусиллям в амортизаторі для заданої

схеми амортизації. Він ураховує як змінення зусилля в амортизаторі, так і динамічність прикладення цього зусилля до установки (зазвичай $\varphi = 1,5-1,7$).

В процесі вирішення ряду практичних задач доцільно розглянути так звану середню силу віддачі, яка визначається за формулою

$$P_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{б}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{I_{\text{б}} n}{60}.$$

Це дає можливість під час оцінювання впливу стрільби на динаміку польоту повітряного судна не враховувати дію кожного пострілу окремо, а замінити силу віддачі у разі черги пострілів осередненою за імпульсом постійною силою, яка визначається за вказаною вище формулою.

Таким чином, дія стрільби на літальний апарат у цьому випадку проявляється в тому, що протягом черги пострілів до нього буде прикладатися постійна сила $P_{\text{ср}}$. Це пояснюється тим, що частота власних коливань повітряного судна під час польоту значно (в десятки й сотні разів) менша частоти стрільби.

Під час стрільби зі зброї з метою зменшення її впливу на артилерійську установку та повітряне судно застосовується ряд дульних пристроїв. Їх призначення та принцип дії розглянуто в підрозд. 1.8 цього посібника.

5 КОНСТРУКЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ

5.1 Конструкція авіаційної гармати ГШ-30-1

5.1.1 Загальні відомості та принципи побудови гармати

Гармата ГШ-30-1 є вбудованою артилерійською зброєю нерухомих артилерійських установок літаків-винищувачів МіГ-29 та Су-27. Вона має індекс згідно з ГРАУ – 9-А-4071К (або вир. 4071К, К – вказує на наявність системи охолодження у зброї).

Гармата виконана за звичайною схемою автоматики (один ствол – один патронник) з двигуном відкатного типу. Живлення гармати стрічкове, з використанням патронів типу АО-18 або ГШ-6-30, які мають електрокапслюльну втулку ЕКВ-30.

Залежно від місця розміщення гармати, на літаку Су-27 вона встановлюється у правому напльві крила (рис. 5.1, *а*), на літаку МіГ-29 вона встановлюється у лівому напльві крила (рис. 5.1, *б*) та може мати як правосторонню, так і лівосторонню подачу патронної стрічки.



а



б

Рисунок 5.1 – Місця розміщення гармати на літаках

Патрони з'єднуються у патронну стрічку за допомогою сталевих відкритих ланок типу «краб» 9-Н-623. Бойовий комплект гармати становить 150 патронів.

Гармата має три вузли кріплення до авіаційної артилерійської установки: передній вузол кріплення, задній вузол кріплення та додаткову опору.

Передній вузол кріплення гармати – силовий, який сприймає зусилля, що виникають під час стрільби. Вузол являє собою шворінь, до верхньої частини якого за допомогою болтів прикріплюється підставка з двома напівхомутиами, що мають внутрішню сферичну поверхню.

У корпус для охолодження ствола заливається питна вода, у корпус гідрогальма заливається авіаційний гас.

Гармата у повітрі і на землі забезпечує відстріл боєкомплекту у 75 патронів короткими чергами по 7 – 15 пострілів, середніми по 22 – 30 пострілів і довгими по 35 – 40 пострілів.

Основні технічні характеристики патронної стрічки

1. Маса ланки, кг 0,114
2. Товщина ланки, мм 2
3. Крок стрічки, мм 52 – 1,5
4. Віяльність стрічки: снарядами всередину, мм, не більше 110
снарядами зовні, мм, не більше 400
5. Шарнірність стрічки: снарядами всередину, мм, не більше 15
снарядами зовні, мм, не більше 15

Авіаційна гармата (рис. 5.2) складається з двох основних частин: агрегату ствола 1 та кришки 2.

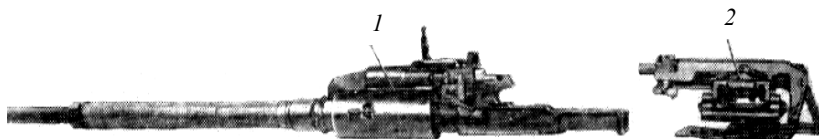


Рисунок 5.2 – Складові частини гармати ГШ-30-1

Кришка 2 є однієї із нерухомих частин стосовно гармати.

5.1.2 Будова агрегату ствола гармати

Агрегат ствола є основною частиною гармати. Він складається із таких складових частин:

- ствола;
- казенника;
- корпусу охолоджувача;
- екстрактора;
- важеля затвора;
- затвора;

- контактора;
- корпусу ДЗ;
- гідрогальма;
- заглушки.

Ствол 1 (рис. 5.3) слугує для обертального та поступального руху снаряду.

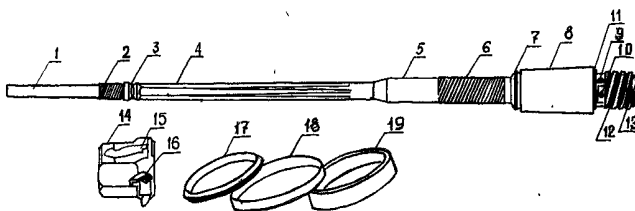


Рисунок 5.3 – Складові частини ствола

Внутрішня частина ствола називається каналом ствола, всередині якого знаходяться нарізи постійної крутизни, що йдуть зліва вправо. В казенній частині ствола розміщується патронник, який виконаний у формі патрона.

Для об'єднання ствола з казенником є прямокутна різьба 12. Середня частина ствола 4 виконана у формі шестикутника під ключ. В передній частині ствола є різьба для гайки ствола 2 і пази 3 для її фіксації від розкручування. На середню частину одягаються внутрішні 17 та зовнішні 18 кільця, які слугують у зборі компенсаційною пружиною ствола. Всього на стволі розміщується 152 кільця, з них зовнішніх 76 і внутрішніх 76 кілець.

Перед кільцями встановлюється компенсаційне кільце 19, яке слугує для компенсації похибки виготовлення кілець пружини.

Гайка 14 слугує для створення попереднього підтискання пружини до зусилля $P_1 \approx 7 \cdot 10^3$ Н (700 кгс). Вона фіксується на стволі підпружиненою защіпкою 16.

У казенній частині ствола, перед різьбою, є отвори для фіксації ствола у казеннику 9 та отвір під додатковий запал (ДЗ) 10.

Скіс призначений для установа екстрактора 13. Ущільнювальні кільця 7 та 11 слугують для герметичності корпусу, в якому знаходиться охолоджувальна рідина.

У патроннику ствола розміщуються 24 поздовжніх пази, які забезпечують доступ газу під час пострілу з внутрішньої сторони гільзи, тим самим забезпечуючи рівномірне її обтискання по колу, що виключає роздуття гільзи у патроннику.

Казенник (рис. 5.4) призначений для розміщення і закріплення основних вузлів і деталей гармати: ствола; затвора; важеля затвора; екстрактора; механізму подачі; контактора та механізму досилання.

У передній частині казенника знаходяться:

- різьба для з'єднання із стволом;
- стопор 1 для фіксації ствола від провороту і установлення штока гідрогальма;
- гніздо для розміщення важеля затвора 2;
- ступінчастий паз під гніздом 2 для розміщення екстрактора;
- отвір 11 для розміщення додаткового запалу.

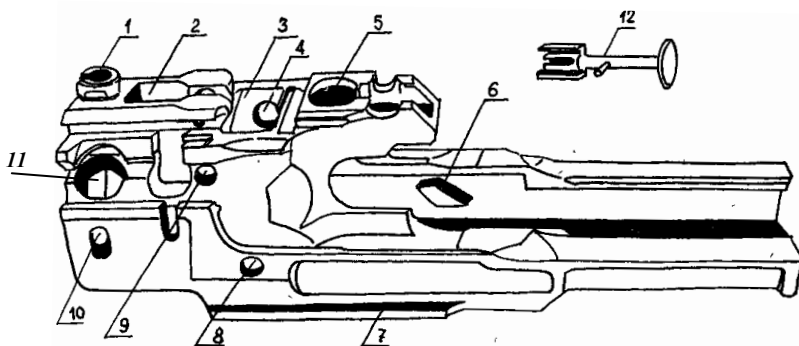


Рисунок 5.4 – Казенник

У гнізді 3 є отвір 4 для фіксованого положення затвора важелем противідскоку, що розміщується у затворі. Між напрямним гніздом затвора і різьбовою частиною знаходяться два отвори 9 (по різні боки казенника) для установлення плунжерів.

Зліва знаходяться технологічні отвори 10 і напрямні для установлення контактора з корпусом ДЗ. Отвір 8 призначено для установлення електричного контакта.

У нижній частині виконано напрямні заднього вузла кріплення гармати на установці 7.

У середній частині казенника, всередині, знаходяться ромбічні вкладиші 6 для взаємодії з відбивачем.

Задня частина казенника виконана у вигляді коробки, у якій розміщується кронштейн з відбивачем.

Корпус охолоджувача (рис. 5.5) призначений для утримання охолоджувальної рідини.

Основними деталями системи охолодження є кожух і втулка.

Кожух *1* являє собою пустотілий циліндр, у якому збоку знаходиться конусна пробка *2*. Пробка закривається поворотом важеля-фіксатора *3*, внаслідок чого вона підтискається вгору за рахунок наявності ущільнювального резинового кільця, яке щільно закриває заливний отвір. Кожух має зовнішній діаметр 100 мм.

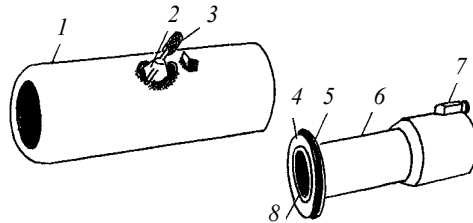


Рисунок 5.5 – Корпус охолоджувача

Втулка *6* встановлюється безпосередньо на стволі і знаходиться всередині кожуха *1*. У передній частині фланця *4* втулки по колу виконаний буртик *8* для розміщення стопорного кільця. На фланці встановлено ущільнювальне резинове кільце *5*, яке щільно облягає внутрішню частину кожуха *1*. На втулці розміщено клапанний пристрій *7*.

У процесі стрільби, під час нагрівання ствола, охолоджувальна рідина перетворюється на пару, водночас у корпусі створюється надлишковий тиск. Рідина під тиском надходить у отвір клапанного пристрою (рис. 5.6) і через нього перетікає у внутрішню порожнину втулки.

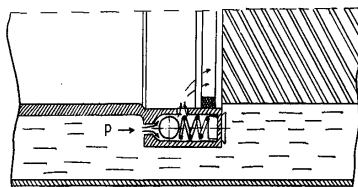


Рисунок 5.6 – Схема клапанного пристрою

Киплячий охолоджувач, проходячи по протоках ствола, виходить через отвір у втулці.

Екстрактор (рис. 5.7) призначений для попереднього видалення гільзи із патронника на 8 мм. зуб *1* екстрактора входить у проточку гільзи.

Пази на бокових поверхнях 2 екстрактора слугують для фіксації екстрактора у вихідному положенні за допомогою плунжерів 3.

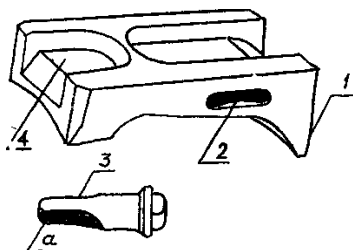


Рисунок 5.7 – Екстрактор

Плунжери встановлюються у отвори казенника (див. рис. 5.4, поз. 9). На них виконано дві пари лисок α , які призначені для посадки плунжерів у паз корпусу ДЗ і казенника.

Переміщення екстрактора в процесі видалення гільзи забезпечується взаємодією важеля затвора з поверхнею 4 за допомогою поверхні α важеля. Повернення його у вихідне положення здійснюється за рахунок взаємодії поверхностей важеля затвора з більшою ввігнутою поверхнею екстрактора.

Важіль затвора (рис. 5.8) забезпечує вертикальне переміщення затвора і осьове переміщення екстрактора.

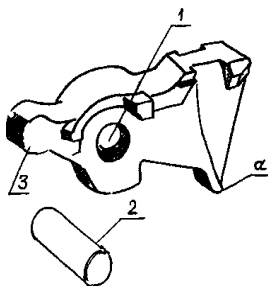


Рисунок 5.8 – Важіль затвора

Він фіксується через отвір 1 у казеннику (див. рис. 5.4, поз. 4) за допомогою осі 2. Виступом 3 важіль взаємодіє з затвором.

Затвор (рис. 5.9) призначений для замикання (відмикання) каналу ствола та подачі імпульсу електричного струму на ЕКВ патрона.

Відмикання і замикання затвора здійснюється важелем затвора (рис. 5.8), який розміщується у гнізді казенника (див. рис. 5.4, поз. 2). У затворі розміщуються: електричний бойок 2 та важіль противідскоку гільзи 1 (для забезпечення надійного електричного контакту з бойком 2).

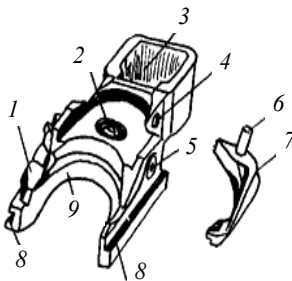


Рисунок 5.9 – Затвор

Гніздо 3 призначено для механічної взаємодії важеля затвора 3 з затвором і як результат – переміщення затвора вертикально вгору під час відмикання затвора (відмикання каналу ствола) та вертикально вниз під час замикання затвора (замикання каналу ствола).

Отвір 4 призначено для установлення осі 6 з видалеєм 7. По напрямних 8 затвор входить у гніздо з напрямними (див. рис. 5.4, поз. 3) казенника. Виїмка 9 виконана під гільзу патрона.

У момент подачі патрона у патронник важіль 1 запобігає відскоку патрона від затвора, який встановлено у затворі за допомогою вкладиша. Видалеяч 7 забезпечує підтискання торця гільзи до дзеркала затвора. Він являє собою підпружинений важіль, який зв'язаний з затвором віссю і здійснює коливальний рух навколо цієї осі.

Електричний бойок являє собою нерозбірну конструкцію, яка складається із бойка 2, що запресована за допомогою пресованого матеріалу у металевий корпус. Імпульс електричного струму передається від корпусу ДЗ через контакт 5.

Контактор (рис. 5.10) конструктивно являє собою кришку 2 з вмонтованими у неї чотириконтактним штепсельним роз'ємом 1 і плунжером 5, а також рухомих корпусом 9.

Кришка контактора 2 є базовою деталлю гармати, яка забезпечує фіксоване положення вузлів і механізмів у зборі за допомогою спеціального ключа-защипки 3, що встановлюється у виїмку контактора.

Плунжер 5 керує роботою контактора, переміщуючись всередині кришки. Його переміщення забезпечує борт 4.

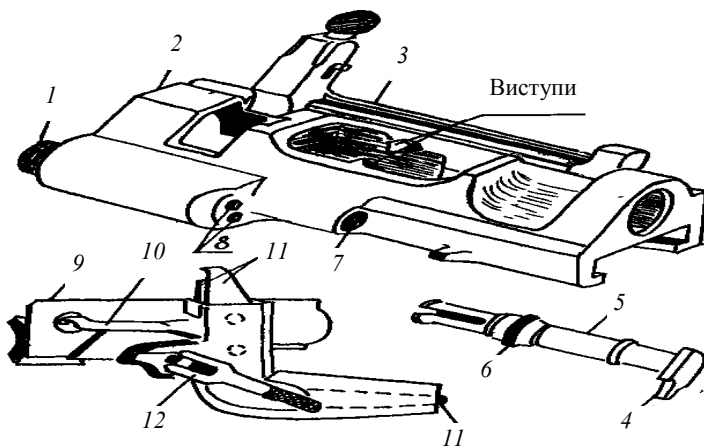


Рисунок 5.10 – Складові частини контактора

Під час натискання кнопки стрільби напруга подається через контакти 8 і 11 (рис. 5.10) на контакт 5 і 2 (рис. 5.9) затвора на ЕКВ патрона. Відбувається постріл. Під дією сили віддачі ствол з казенника відкочується назад. Важіль затвора (рис. 5.8), взаємодіючи своєю поверхнею з «виступами» кришки контактора, піднімає затвор вгору, відмикаючи канал ствола.

Корпус ДЗ 9 (рис. 5.10) є нерозбірною конструкцією. Він встановлюється з лівої сторони казенника і призначений для подачі напруги на ЕКВ патрона та ЕКВ додаткового запала (рис. 5.11).

Додатковий запал призначений для усунення осічки під час стрільби.

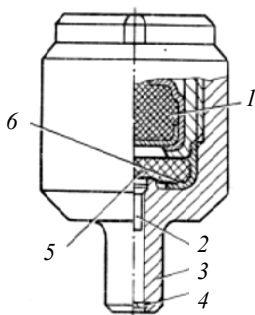


Рисунок 5.11 – Додатковий запал

Схему подачі напруги на ЕКВ патрона і ДЗ подано на рис. 5.12.

У разі неспрацювання ЕКВ патрона імпульс електричного струму подається на ДЗ 10 (рис. 5.12).

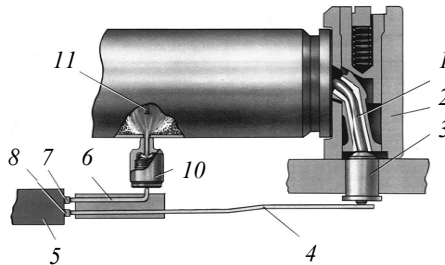


Рисунок 5.12

Спрацьовує ЕКВ-30М 1 (рис. 5.11) і за досягнення певного тиску порохових газів у камері гільзи 3 відбувається обжаття конічної частини бойка 2, який під дією тиску зриває мембрану 4 і пробиває гільзу осічного патрона 11 (рис. 5.12).

Гідрогальмо (рис. 5.13) призначене для забезпечення гальмування рухомих частин автоматики у крайньому передньому та у крайньому задньому положеннях. Складові частини гідрогальма зображено на рис. 5.13.

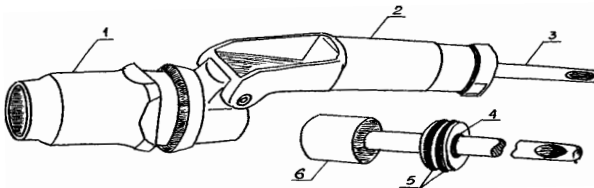


Рисунок 5.13 – Гідрогальмо

Обойма 1 слугує елементом, що пов'язує гідрогальма із стволом і є нерозбірним вузлом.

Циліндр гідрогальма 2 заповнюється гасом марки Т-1 ГОСТ 1027-62.

На шток поршня 3 встановлено сальник. Ущільнювальні кільця на зовнішній і внутрішній поверхнях сальника забезпечують герметичність гідрогальма.

Поршень 6 пустотілий. На зовнішній поверхні поршня виконано два профіля, за рахунок яких здійснюється зміна зазору витікання рідини.

Поршень має можливість здійснювати зворотно-поступальний рух у площині циліндра разом з казенником і стволом під час накату і відкату,

оскільки він пов'язаний з казенником за допомогою стопора ствола (див. рис. 5.4, поз. 1), на який одягається шток поршня.

Схему гідрогальма подано на рис. 5.14.

Під час відкату ствола з казенником поршень переміщується відносно нерухомого циліндра у напрямку a (рис. 5.14) і заставляє гас перетікати із задньої порожнини циліндра A у передню B через кільцевий зазор B .

Витікання рідини через зазор B забезпечується достатньо високим перепадом тиску P_1 у порожнині A і тиском P_2 у порожнині B .

Тиск у порожнині B , діючи на робочу поверхню поршня, утворює силу гідравлічного опору гальма, яка гальмує ствол з казенником, що відкочується. Під час накату ствола поршень рухається у зворотному напрямку.

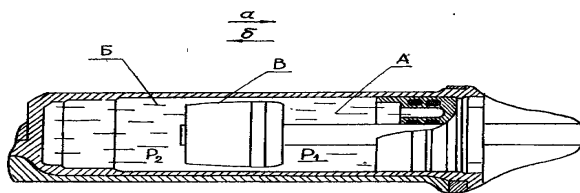


Рисунок 5.14 – Схема гідрогальма

Відбувається видавлювання гасу із порожнини B у порожнину A . Тиск, що створився у порожнині B , діє на поршень і утворює силу гідравлічного опору під час накату і гальмує накат.

Заглушка 3 (рис. 5.15) призначена для фіксації положення екстрактора через плунжер 2 та пружину 1 у отворі казенника (див. рис. 5.4, поз. 9). Вона встановлюється з правої сторони казенника у спеціальні його напрямні.

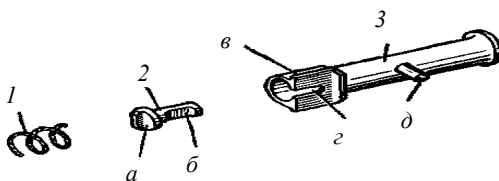


Рисунок 5.15 – Заглушка

На плунжері виконано дві пари лисок. Лискою a плунжер 2 входить у поверхню екстрактора 2 (див. рис. 5.7), а лиска b – для посадки плунжера у паз $г$ заглушки під час встановлення у спеціальні напрямні казенника.

5.1.3 Будо́ва кришки гармати

Корпус кришки поєднує у своїй конструкції два основних механізми гармати: механізм подачі та механізм досилання патрона.

Складові частини кришки зображено на рис. 5.16.

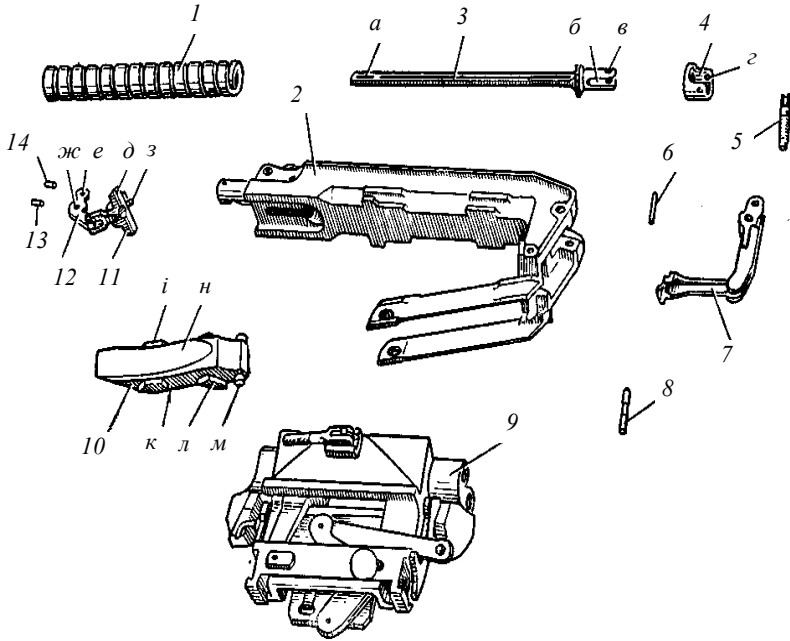


Рисунок 5.16 – Складові частини кришки

- 1 – пружина досилача; 2 – кришка; 3 – шток; 4 – вилка; 5 – плунжер;
6, 8, 13, 14 – осі; 7 – важіль досилача; 9 – механізм подачі;
10 – відбивач; 11 – вкладиш; 12 – важіль; а, б – пази; в, е, ж – отвори;
д – плече; з, м – цапфи; і, л – виступи; к, н – поверхні

Механізм подачі (рис. 5.17) здійснює подачу патронної стрічки у автоматику гармати, зниження патрона на лінію осі каналу ствола та відбиття стріляної гільзи.

До складу механізму подачі входять такі основні деталі:

- відбивач;
- знімач;
- вимикач подачі;
- движок;

- фіксатор;
- знижувач;
- важіль подачі;
- відсікачі;
- клапан.

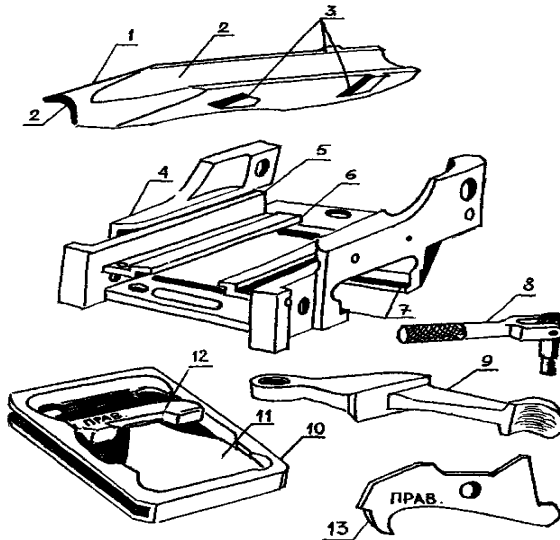


Рисунок 5.17 – Механізм подачі

Відбивач 1 (рис. 5.17) своїми криволінійними поверхнями 2 утворює тракт досилання патрона і відбиття стріляної гільзи. Його виступи 3 взаємодіють з ромбічними вкладишами на казеннику (див. рис. 5.4, поз. 6).

Знімач 4 (рис. 5.17) – нерозбірний вузол, який призначений для забезпечення направлення руху патронної стрічки, знімання ланки з патрона і перемещення движка.

Знизу знімача знаходяться напрямні ланки 5, які забезпечують поперечне переміщення патронної стрічки у механізмі подачі.

Зверху механізму подачі розміщуються напрямні 7 механізму досилання.

Вимикач подачі 8 (див. рис. 5.17) забезпечує включення і виключення подачі під час заряджання і розряджання гармати.

Движок 10 (див. рис. 5.17) забезпечує подачу (поперечне переміщення) патронної стрічки. Він здійснює зворотно-поступальний рух, ковзаючи по напрямним знімача 6.

Клапан 12 (див. рис. 5.17) встановлюється на движку подачі і здійснює подачу патронної стрічки, взаємодіючи з ланкою. Клапан підканий пружиною 11. Клапан вимикається та вмикається через важіль вимикача подачі 9. У разі правосторонньої подачі патронної стрічки (МіГ-29) ставиться клапан з написом «ПРАВ.», у разі лівосторонньої подачі патронної стрічки (Су-27) ставиться клапан з написом «ЛІВ.».

Відсікач 13 (див. рис. 5.17) забезпечує вирівнювання патронної стрічки у приймальному вікні і виключає можливість взаємодії оживальної частини снаряду з казенником під час його відкату. Встановлюється з обох сторін знімача.

Фіксатор 1 (рис. 5.18) утримує патронну стрічку від випадання із приймального вікна. Його роботу забезпечує вимикач подачі через пружину, яка встановлена у знімачі.

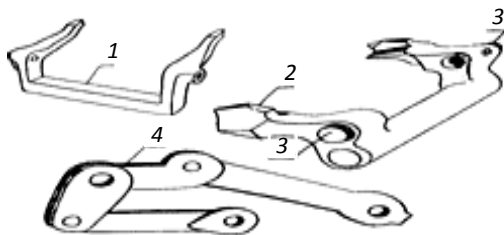


Рисунок 5.18 – Складові механізму подачі

Знижувач 2 (рис. 5.18) призначений для зниження патрона до лінії осі каналу ствола.

Важіль подачі 4 (рис. 5.18) – нерозбірний збірний одиниця, яка кінематично пов’язує движок подачі з механізмом досилача.

Будову складових частин движка показано на рис. 5.19. Пружина 1 являє собою дві зігнуті пластини, які встановлюються кінцем *к* у внутрішній паз движка, кінцем *і* у виборку *а* клапана.

Вісь 2 призначена для кріплення клапана 3, який розміщується у отворі *г*. Отвір *в* призначений для розміщення виступу з клапана, цапфа *б* – для з’єднання движка з важелем подачі.

На рис. 5.19 зображено клапани для лівої та правої подачі патронної стрічки. На клапанах є гравіювання, яке визначає лівий та правий клапан. Клапан правий є дзеркальним відображенням клапана лівого, за виключенням виїмки *а*, яка виконана на лівому клапані під виступаючі ребра ланки. В отворі *ж* розміщується вісь 2. Виступ 3 обмежує поворот клапана відносно движка.

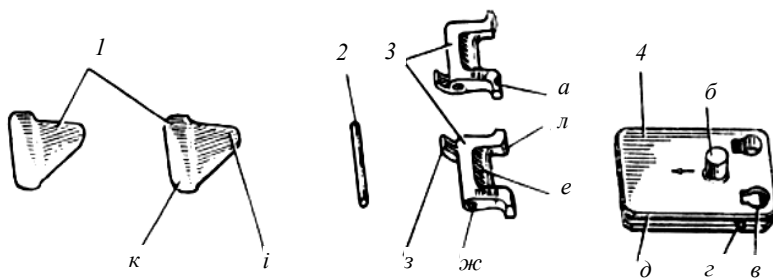


Рисунок 5.19 – Складові частини движка

Взаємодіючи з виступом 3, важіль 6 (див. рис. 5.17, поз. 9) діє на клапан, і тим самим вмикає та вимикає його.

Під час подачі патронної стрічки клапан 3 поверхнею л взаємодіє з ланкою, переміщуючи її.

Механізм досилання (рис. 5.20) забезпечує досилання патрона у патронник. Основними деталями механізму досилання є:

- важіль 1;
- корпус 3;
- пружина досилача 4;
- шток пружини 5;
- досилач 8;
- важіль досилача 7;
- кронштейн 9.

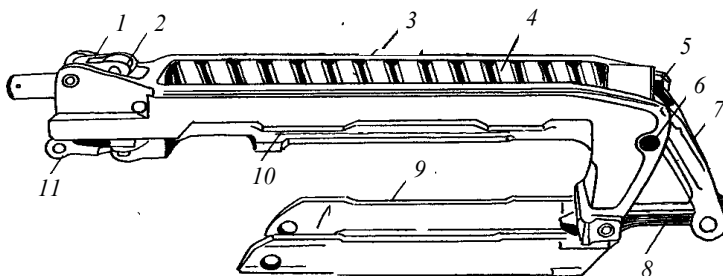


Рисунок 5.20 – Механізм досилання

Важіль 1 використовується для зведення пружини досилача. Він зв'язаний з сережкою 2 і штоком пружини осями. На важіль через вкладиш 11 впливає казенник.

Корпус 3 слугує для кріплення кронштейна, розміщення важеля досилача, пружини із штоком та важеля з сережкою. Корпус є нерозбірним вузлом.

Пружина досилача 4 передає акумульовану енергію досилачу через його важіль. Вона розміщується у корпусі механізму досилача.

Шток пружини 5 знаходиться всередині пружини і переміщується за рахунок паза, який забезпечує взведення пружини досилача.

Підпружинений плунжер дозволяє зниженому патрону опускати важіль досилача, знімаючи його з зуба кронштейна. При цьому патрон своїм краєм взаємодіє з поверхнею досилача, а він далі з плунжером важеля.

Важіль досилача 7 передає енергію стисненої пружини досилачу. Всередині важеля досилача є отвір, у якому встановлюється плунжер 5 (див. рис. 5.16). Важіль досилача кріпиться на корпусі віссю 6 (див. рис. 5.20), яка встановлюється у отвір *i* (рис. 5.21).

Досилач 8 призначений для досилання патрона у патронник.

Кронштейн 9 розміщується у казеннику і слугує зв'язуючим елементом між відбивачем і корпусом механізму досилача.

Знизу кришки розміщуються напрямні 10 для кріплення механізму подачі до кришки.

Вкладиш 11 (рис. 5.20) є проміжною ланкою, яка передає рух від казенника до штока пружини 5 і важеля подачі 4 (див. рис. 5.18) механізму подачі.

Пружина досилача 4, підпружинений плунжер та шток пружини 5 (див. рис. 5.20) призначені для фіксації кришки 2 (див. рис. 5.2) під час заряджання і розряджання гармати, коли корпус контактора (див. рис. 5.10) здвинуто до упору вперед.

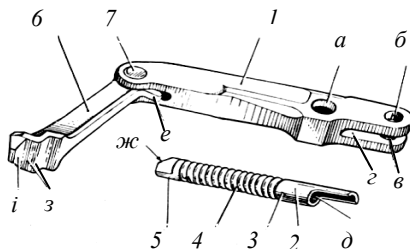


Рисунок 5.21 – Важіль досилача:

- 1 – важіль досилача; 2 – втулка; 3 – штифт; 4 – пружина;
 5 – плунжер; 6 – досилач; 7 – вісь досилача; а, б, в – отвори;
 г – паз; д – виїмка; е – виступ; ж – скіс; з, і – поверхні

Змінні частини гармати

Змінними частинами гармати є: пружина 1 (рис. 5.22), штифт 2, плунжер 3, клапан лівий 4. Вони зберігаються у ЗІПі на гармату.

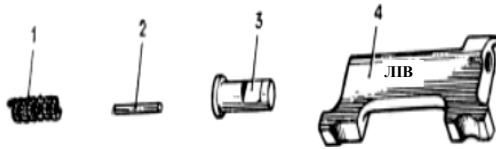


Рисунок 5.22 – Змінні частини гармати

Клапан лівий 4 (рис. 5.22) застосовується у разі лівої подачі патронної стрічки у гармату та встановлюється замість правого клапана у движок.

5.2 Конструкція авіаційної гармати ГШ-23Л

5.2.1 Загальні відомості та принципи побудови гармати

Гармата ГШ-23Л є вбудованою авіаційною артилерійською зброєю артилерійських установок повітряних суден Мі-24ВП та Іл-76Д. Гармата також встановлюється у підвісних установках СППУ-22-01 на літаках Су-25, УПК-23-250 на вертольотах Мі-8МТ(МТВ), Мі-24В(П). Вона має індекс згідно з ГРАУ – 9-А-472 (або вир. 472).

Гармата є двоствольною і виконана за звичайною схемою автоматики (**система Карла Гаста**, німецький інженер – патент 1916 р.), має двигун відвідного типу. Вона може комплектуватися як з локалізатором ГШ-23Л, так і без нього – ГШ-23.

Живлення гармати патронами – стрічкове (передбачається зміна подачі як справа, так і зліва). Перезарядка гармати у повітрі забезпечується піротехнічним механізмом, у якому розміщується три піропатрони (ППЛ).

Стрільба з гармати ГШ-23Л ведеться патронами як АМ-23, так і патронами ГШ-23Л: БЗА, ОФЗ, ПРЛ та ПІЧС – для стрільби по повітряних кулях з підривачем БШ. Бойовий комплект гармати становить 250 патронів.

ГШ-23Л має два вузли кріплення гармати до установки – передній та задній. Передній вузол є підтримувальним і забезпечує горизонтальне і вертикальне регулювання гармати під час пристрілювання. Задній вузол є

основним силовим вузлом, що сприймає силу віддачі гармати в процесі стрільби.

Гармата має два стволи калібру 23 мм. На два ствола припадає по одному основному механізму (один механізм подачі з ведучою зіркою подачі, один ударно-спусковий механізм з ударником, один амортизатор, один механізм піроперезарядки для 2-х стволів).

В гарматі не застосовуються зворотно-поступальні бойові пружини, оскільки використовується енергія порохових газів для руху деталей під час стрільби з іншого ствола.

Робота автоматики гармати основана на використанні енергії порохових газів, які відводяться у газовідвідний пороховий двигун (газова муфта). Поршні газовідвідного двигуна приводять у рух основну ланку – повзуни з газовими штоками.

Основні технічні дані гармати

1. Калібр, мм	23
2. Маса гармати, кг	50
3. Темп стрільби, п/хв	3 000-3 400
4. Початкова швидкість ОФЗ снарядів, м/с	715 ± 15
5. Сила віддачі на установку, кгс:	
з локалізатором.....	2 600
без локалізатора	2 900
6. Живучість ствола, пострілів	8 000
7. Кількість нарізів у стволі, шт.	10
8. Крок нарізки, мм	575±20
9. Напруга постійного струму, В	27 ± 10
10. Переміщення автоматики у відкаті ГШ-23Л, мм	14
11. Переміщення автоматики у накаті ГШ-23Л, мм.....	13
12. Габаритні розміри: довжина гармати, мм.....	1 450
довжина ствола, мм	1 000

Гармата ГШ-23Л (рис. 5.23) складається із таких вузлів:

- агрегат стволів 1;
- електроспуск 2;
- амортизатор 3;
- приймач 4.

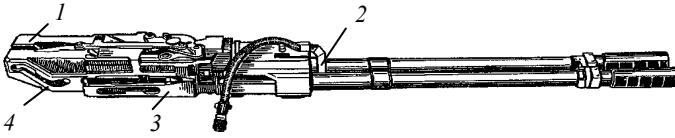


Рисунок 5.23 – Складові частини гармати ГШ-23Л

Складові частини гармати об'єднують основні та додаткові механізми артилерійської зброї у єдиний корпус.

5.2.2 Будова агрегату стволів гармати

Агрегат стволів об'єднує деталі, які забезпечують постріл, зниження патрона, відбиття стріляної гільзи. Крім того, агрегат стволів включає двигун автоматики і окремі елементи піроперезарядки. Він складається із таких збірок і деталей (рис. 5.24):

- збірки стволів 7;
- штоків газових (правого 11, лівого 5);
- знижувачів передніх (лівого 3, правого 12);
- ударника (рис. 5.25, поз. 13);
- відбивача 1;
- відсікачів (правого 14, лівого 2);
- поршня піроперезарядки 10;
- фіксатора (рис. 5.25, поз. 14);
- пробок передніх (лівої 8, правої 9);
- козирка з плунжером і пружиною 13;
- перемикача 4;
- плунжера ударника з бойовою пружиною (рис. 5.25, поз. 7, 8);
- люнета ударника (рис. 5.25, поз. 18);
- касети.

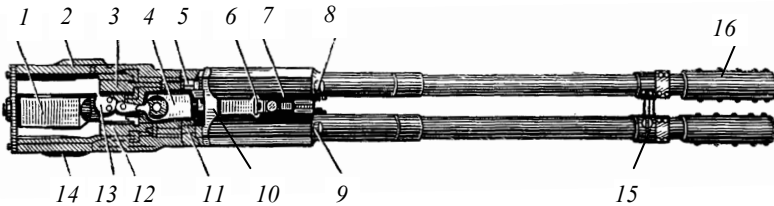


Рисунок 5.24 – Агрегат стволів

Агрегат стволів у розібраному вигляді показано на рис. 5.25.

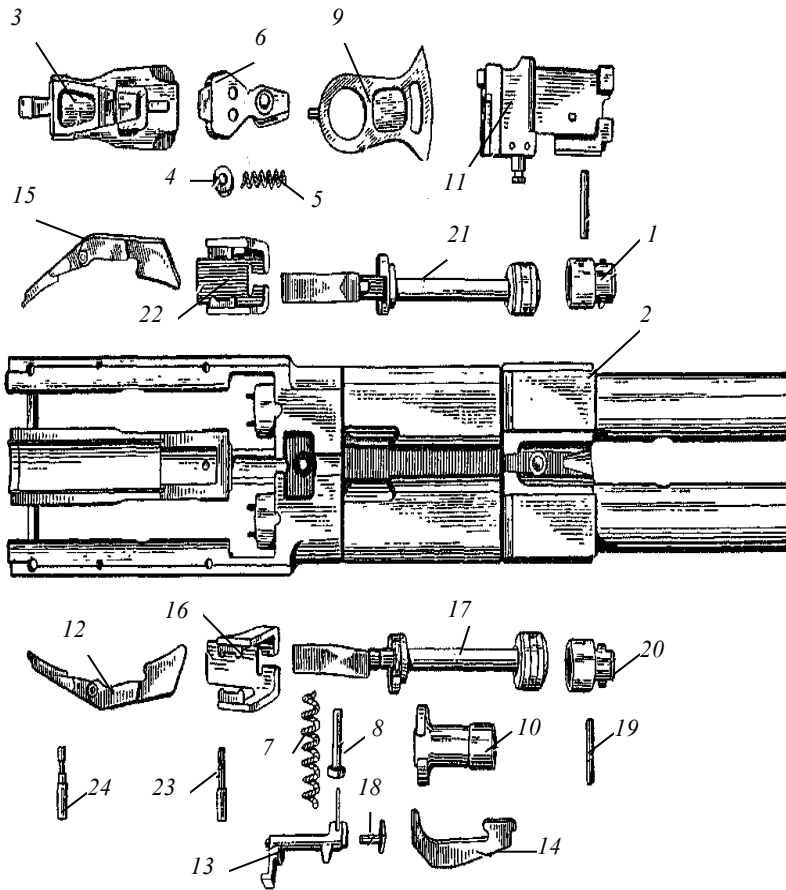


Рисунок 5.25 – Агрегат стволів у розібраному вигляді

Збірка стволів (рис. 5.25) складається з двох стволів: правого і лівого, ствольної коробки 2, газової муфти 1 (рис. 5.29), муфти зістрілу 15, двох локалізаторів 16 (див. рис. 5.24).

Із сторони казенної частини ствола запресовано у ствольну коробку і закріплено штифтами 19 (рис. 5.25). На стволи напресовано і закріплено штифтами газову муфту, муфту зістрілу та локалізатори. З'єднання стволів із ствольною коробкою, газовою муфтою і муфтою зістрілу із стволами – нерознімні.

Стволи (рис. 5.26) слугують для надання снарядам початкової швидкості і стійкості у польоті. Канал ствола має 10 нарізів постійної крутизни, які йдуть зліва вверху направо. Крок нарізів 575 ± 20 мм.

Патронник ствола виконано за формою патрона і складається він з двох конусів, циліндричної частини для дульця гільзи та конуса для входу снаряда у нарізи. На відстані 279,2 мм від казенного зрізу на стволах є по два отвори діаметром 5 мм, через які порохові гази відводяться у відповідні отвори газової муфти, а по них – далі у газові циліндри.

У казенній частині стволи мають по два виступи *a*, які разом з казенним зрізом є опорою затвора в крайньому передньому положенні.

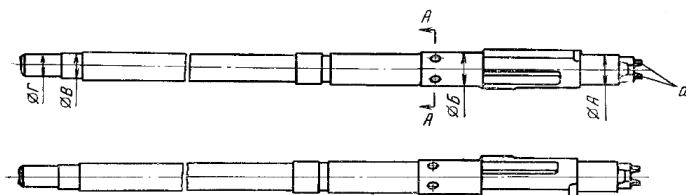


Рисунок 5.26 – Стволи

На зовнішній поверхні ствола розміщено посадочні місця: для запресування в ствольну коробку ($\text{Ø } A$), для посадки газової муфти ($\text{Ø } B$), для посадки муфти зістрілу ($\text{Ø } B$), для посадки локалізаторів ($\text{Ø } Г$).

Ствольна коробка (рис. 5.27) має виїмку *б* для установлення відбивача. В бокові стінки заглиблення *к* впирається виступ відбивача, обмежуючи його поворот. Два пази *ж* на дні виїмки *б* призначені для зуба защипки *з* (див. рис. 5.25), який фіксує відбивач у крайньому (правому або лівому) положенні. Паз *л* та отвір *і* забезпечують кріплення і обертання козирка.

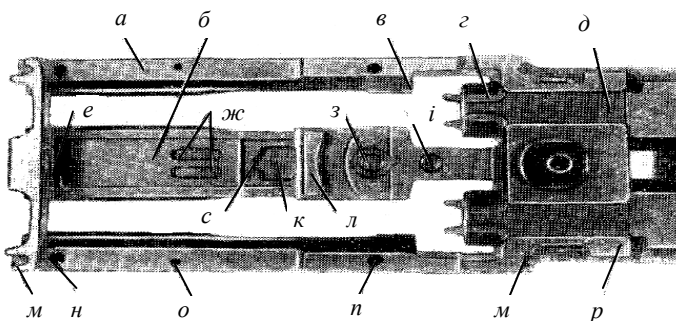


Рисунок 5.27 – Ствольна коробка (вид зверху)

Зниження *a* слугує для введення у гармату стрічки з патронами із рукава живлення установки. У наскрізний паз на передньому кінці для відсікачів входить полка *b* відсікача, яка утримує снаряд патрона під час зниження. Площинки *g* у верхній частині обмежують переміщення передніх знижувачів вниз.

В отворі з розміщується пружина 5 козирка 6 (див. рис. 5.25), яка утримує його у крайніх положеннях. По пазах *d* ствольної коробки переміщуються газові штоки 17. В отвори *n* і *n* встановлюються передній і задній упори 23, 24; потрібно пам'ятати, що у гарматі з правим живленням упори встановлюються на лівій стороні, а з лівим – на правій.

На бокових виступах ствольної коробки є виступи *p*, за допомогою яких приймач кріпиться заціпками на ствольній коробці. Отвори *o* призначені для осей відбивача. Вікно *e*, яке розміщується на ствольній коробці, слугує для з'єднання приймача із ствольною коробкою та утримання хвостової частини відбивача. Пази *m* слугують для закріплення горловини (зі сторони приймального вікна механізму подачі) та ланковідводу (з протилежної сторони). Виїмка *c* для встановлення відбивача в процесі складання гармати.

З нижньої сторони ствольної коробки (рис. 5.28) розміщено радіусні вирізи *y* для встановлення амортизатора. В отворі *ю* з верхньої сторони ствольної коробки запресовано упор приймача, який обмежує переміщення приймача назад і у поперечному напрямку, а з нижньої сторони коробки розміщується бойова пружина 7 з плунжером ударника 8 (рис. 5.25). В отвір *x* ствольної коробки входить ударник 13 своїм виступом, а інший його кінець утримується люнетом ударника 18 (див. рис. 5.25), який розміщується у передній частині паза *я*.

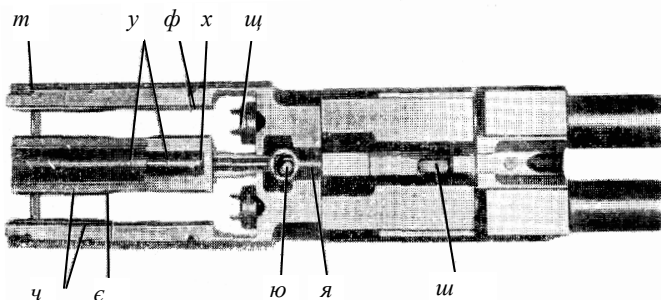


Рисунок 5.28 – Ствольна коробка (вигляд знизу)

По пазах ϕ з напрямними виступами ψ відбувається позовжне переміщення затворів. У передній частині пази ϕ входять у вертикальні пази ψ , по яких переміщуються передні знижувачі. Виступи m – для кріплення гармати на установці, паз $ш$ – для розміщення фіксатора, профіль ϵ – для відбиття гільзи.

Муфта газова 1 (рис. 5.29) є корпусом газового двигуна автоматики гармати. В ній розміщуються деталі і збірки, які безпосередньо сприймають тиск порохових газів як під час стрільби, так і під час перезарядання зброї.

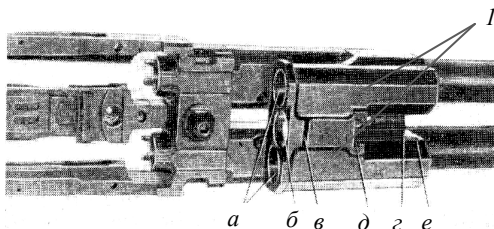


Рисунок 5.29 – Газова муфта із стволами

У верхній частині газової муфти є два наскрізних отвори a , які є газовими циліндрами; отвір b – газовий циліндр поршня піроперезарядання; проріз v – для вихлопу газів під час піроперезарядки; паз $г$ – для закріплення касети; виріз $д$ – для розміщення касети піроперезарядання.

На передньому торці газової муфти є отвори для вихлопу газів із газових циліндрів і отвори e на боковій стінці, через які закріплюються штифтами передні пробки та закривають попереду газові циліндри.

На рис. 5.30 показано передній торець газової муфти з газовими шляхами.

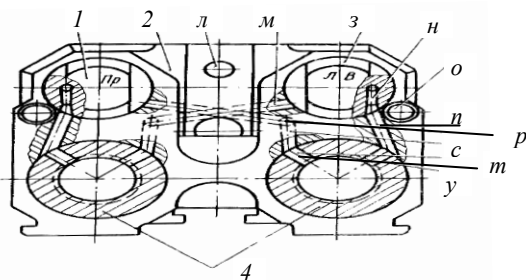


Рисунок 5.30 – Схема газових шляхів газової муфти:

1 – пробка передня права; 2 – газова муфта; 3 – пробка передня ліва; 4 – стволи

По правому отвору n (рис. 5.30), що знаходиться у середині газової муфти, порохові гази надходять із правого ствола через отвір n правої передньої пробки у передпоршневий простір правого циліндра. Одночасно з цим пороховий газ відводиться з правого ствола у запоршневий простір лівого газового циліндра; при цьому пороховий газ проходить по наклонному отвору c , далі по продольному отвору p і далі по отвору m у лівий газовий циліндр.

Із лівого ствола пороховий газ надходить у передпоршневий простір лівого газового циліндра і запоршневий – правого, при цьому газ відводиться по аналогічних отворах газової міфти. Отвори p , які йдуть вздовж газової муфти, на передньому торці заглушені штифтами і розвернені.

Муфта зістрілу 15 (див. рис. 5.24) слугує для кріплення стволів – надання їм більшої живучості і для регулювання положення стволів з метою отримання найкращих показників по розсіюванню.

Муфта зістрілу закріплена на лівому стволі, а правий ствол встановлюється у більшому отворі муфти і закріплюється трьома гвинтами, які фіксуються стопорним кільцем. На деяких установках центральний отвір муфти зістрілу використовується як наскрізна направляюча при експлуатації гармати. Установка правого ствола здійснюється на заводі-виробнику один раз на всю живучість.

Увага! Знімання стопорного кільця, вигвинчування та загвинчування гвинтів муфти зістрілу категорично забороняється.

Локалізатори 16 (див. рис. 5.24) слугують для направленою відведення дульної хвилі і газів від обшивки повітряних суден. Вони закріплені на дульній частині стволів.

Газові штоки 17 (див. рис. 5.25) з повзунами є основними деталями автоматики гармати. Правий 1 і лівий 7 (рис. 5.31) газові штоки складаються із таких деталей:

- газового штока;
- задньої правої пробки 6;
- задньої лівої пробки 5;
- газового поршня 2;
- штифта 4 поршня;
- кільця 3 поршня.

Шток газовий правий 1 відрізняється від лівого 7 задньою пробкою, інші деталі цих збірок однакові. Основою збірки є шток газовий.

На циліндричний стрижень штока вільно одягається пробка задня, а на передній кінець напресовано поршень газовий 2 і закріплений на ньому двома штифтами 4.

На поршні у двох проточках розміщені поршневі кільця 3.

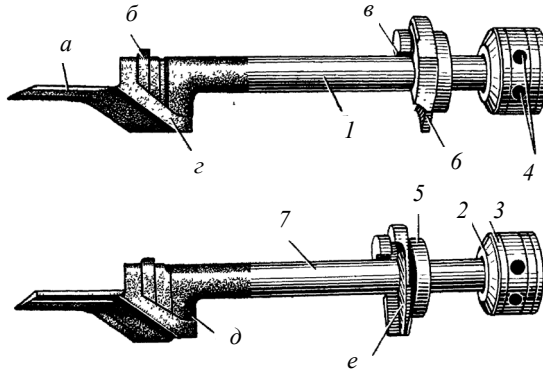


Рисунок 5.31 – Штоки газів

Виступ *б* слугує для з'єднання з повзуном гармати. Стінки наклонного паза *г* штока взаємодіють з ромбами *е* переднього знижувача, за рахунок чого відбувається вертикальне переміщення знижувача при знижуванні патрона зі стрічки на рівень осі каналу ствола при відкаті рухомих частин гармати.

При накаті відбувається підняття переднього знижувача. Полка *а* штока при з'єднанні з повзуном утворює з його нижньою площиною паз, в якому розміщуються ромби *е* переднього знижувача.

На задній пробці є виступ *в*, яким обмежується переміщення повзуна під час його руху у крайнє переднє положення. Виймка *е*, в яку входить виступ штока *д* і плече *а* поршня піроперезарядки в крайньому передньому положенні рухомих частин.

На полці *а* газові штоки мають гравіювання: на правому “Пр”, а на лівому “Лв”.

Знижувачі передні лівий *22* і правий *16* (див. рис. 5.25) виконують у гарматі замикання і відмикання каналу ствола затвором, зниження патрона зі стрічки на рівень каналу ствола, вимкнення авто шептала (при приході частин у переднє положення), керування роботою ударника (взведення і перекидання ударника, блокування ударника як від повернення ударника у неробоче положення, так і від можливості удару ударником по лодижці незакритого затвора).

Передній знижувач правий відрізняється від лівого по ширині бокових стінок *в* (рис. 5.32). На правому знижувачі права стінка *а* виконана з розміром 41X, на лівому – з розміром 40X. Ліва стінка *в* на правому знижувачі виконана розміром 40X, на лівому – 41X (ліва стінка вужча, ніж права).

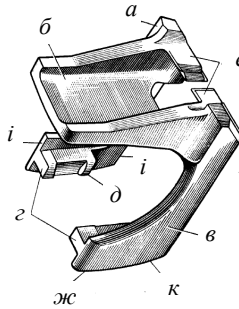


Рисунок 5.32 – Знижувач передній

Бокові стінки *в* на знижувачах виконані різними за шириною для того, щоб при збірці кожен з них міг входити тільки у своє гніздо ствольної коробки. Торцями *і* бокових стінок *в* передні знижувачі направляються при переміщенні у пази *щ* (рис. 5.28) ствольної коробки, а виступами *а* – у пазах приймача.

Плеche *б* переднього знижувача знижує патрони зі стрічки на рівень осі каналу ствола. Ромбиками *е* передній знижувач взаємодіє зі стінками паза *з* (див. рис. 5.31) газового штока при зниженні патрона та зі стінками паза *н* (рис. 5.54) повзуна під час замикання і відмикання каналу ствола.

Внутрішні виступи *г* є направляючими, по яких рухається затвор. З їхньою допомогою передні знижувачі з'єднуються із затворами при їхньому приході у крайнє переднє положення.

Виступ *д* на передньому кінці направляючої для затвора *з* підтягує затвор до дзеркала затвора під час замикання каналу ствола, що утворює кращі умови для надійної роботи ударно-спускового механізму.

Виступ *ж* здійснює блокування і взведення ударника. Площиною *к* передній знижувач виключає автошептало під час приходу рухомих частин у вихідне положення.

Ударник (див. рис. 5.33) під дією бойової пружини забезпечує розбиття капсюля патрона. Він складається із корпусу ударника *л* і шатуна ударника *з*, який шарнірно з'єднаний з ударником віссю шатуна *д*.

Зубом *а* ударник утримується у вікні автошептала *2* (рис. 5.42), а вирізкою *в* утримується на виступі електрошептала (рис. 5.41).

Плечем *б* ударник через лодижку затвора здійснює удар по бойку. Виступи *г* слугують для взведення і переведу ударника передніми знижувачами до правого або лівого затворів.

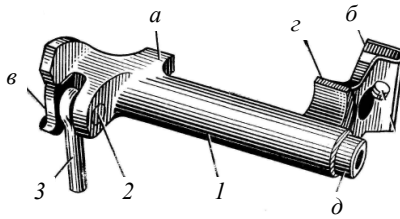


Рисунок 5.33 – Ударник

Циліндричним виступом δ ударник встановлюється у отвір x (див. рис. 5.28) ствольної коробки, при цьому на іншому кінці ударника вводиться люнет, який закріплює його у пазу $я$.

Відбивач (рис. 5.34) призначений для відбиття стріляних гільз при стрільбі гармати, а також для відбиття патронів при усуненні затримок піротехнічною перезарядкою. Він складається із корпуса відбивача 1, пружини защіпки 2, защіпки 3.

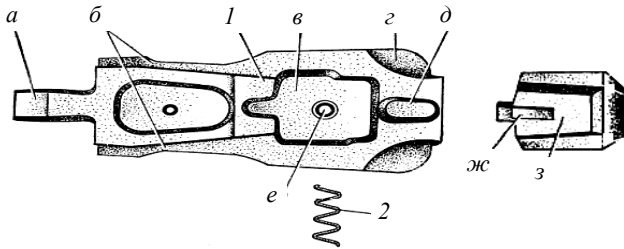


Рисунок 5.34 – Відбивач

Хвостова частина a відбивача призначена для з'єднання його з пазом e (рис. 5.27) ствольної коробки. У фігурному пазу $в$ (рис. 5.34) розміщується защіпка 3 з пружиною защіпки 2, яка фіксується виступом e .

Виступ $д$ відбивача, впираючись у бокові стінки заглиблення $к$ ствольної коробки (див. рис. 5.27), обмежує його поворот, а зуб $ж$ защіпки, западаючи у пази ствольної коробки, фіксує відбивач у крайніх положеннях.

Відбиття гільзи відбувається радіусними зрізками $г$. Криві виїмки $б$ відбивача призначені для переведення його затворами у крайні ліве або праве положення.

Відсікачі (правий, лівий) призначені для утримання снаряда патрона, зниження його на рівень вісі каналу ствола, від провалювання вниз. Вони складаються із відсікача правого 2 та лівого 6, гнітка пружини відсікача 3, пружини відсікача 4, важеля відсікача 1 та осі відсікача 5 (рис. 5.35).

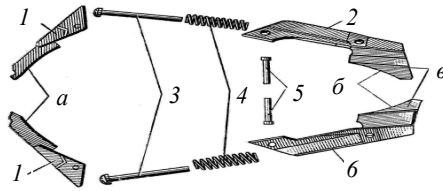


Рисунок 5.35 – Відсікачі (правий та лівий)

Відсікач лівий відрізняється від правого відсікача тільки дзеркальною формою, всі інші елементи однакові. Відсікач полкою *в* повертається, повертаючись на своїй осі, виходить у паз ϕ (див. рис. 5.28) ствольної коробки і утримує снаряд на рівні осі каналу ствола. Крива полки *б* призначена для вимикання відсікача патроном, що досилається, або затвором у тому випадку, коли затвор накочується без патрона.

Поршень піроперезарядки (рис. 5.36) забезпечує дозарядку гармати під час заряджання або перезарядки її у разі затримки (не розбиття капсюля). Він переміщується у газовій муфті назад (39 мм), відкидаючи правий або лівий повзун у крайнє заднє положення.

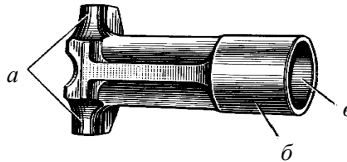


Рисунок 5.36 – Поршень піроперезарядки

Під дією порохових газів, які виділяються при спрацюванні піропатрона, поршень піроперезарядки переміщується назад, при цьому переміщуючи правий або лівий повзун у крайнє заднє положення. Повернення поршня у вихідне положення відбувається за рахунок повзуна, що накочується.

Передня циліндрична частина поршня *в* слугує поршнем піроперезарядки у газовій муфті і забезпечує утворення необхідного початкового об'єму газової камери. Задня частина поршня має два плеча *а*, які взаємодіють з повзунами гармати при її перезаряджанні та при поверненні поршня піроперезарядки у вихідне положення.

Фіксатор (рис. 5.37) призначений для включення блокувального пристрою гармати при взаємодії з поршнем. Для забезпечення безпеки відбиття патрона з осічкою при перезарядці (як вручну, так і за допомогою перезарядки) гармата обладнана механізмом блокування з приводом від поршня піроперезарядки (див. рис. 1.40).

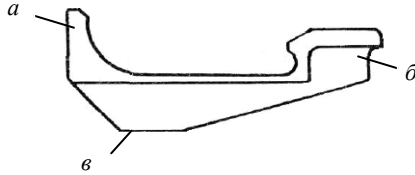


Рисунок 5.37 – Фіксатор

Під час переміщення поршня перших 4-5 мм він своїми плечима діє на зуб *а* фіксатора, який своєю поверхнею *в* діє на блокувальний важіль, і тим самим виводить спушений ударник від взаємодії з лодижкою затвора, при не замкненому каналі ствола. При перезаряджанні гармати механізм блокування спрацьовує автоматично під час кожної піроперезарядки. Виступ *б* забезпечує кріплення фіксатора у ствольній коробці.

Пробки передні (права, ліва) закривають попереду газові циліндри і забезпечують стравлювання порохових газів у навколишнє середовище (див. рис. 5.30).

Козирьок 1 (рис. 5.38) утримує снаряд патрона на рівні каналу ствола при його досиланні у патронник.

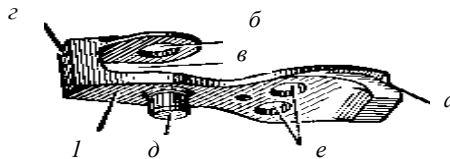


Рисунок 5.38 – Козирьок

Виступом *д* козирьок встановлюється в отвір *і* ствольної коробки (див. рис. 5.27), а в отвір *б* входить виступом *е* вісі з'єднувального важеля під час об'єднання приймача зі ствольною коробкою.

Прорізь *в* козирка забезпечує прохід снаряда патрона при подачі, а два отвори *е* слугують для фіксації його у крайніх положеннях плунжера козирка.

Дві радіусні зрізки *а* (рис. 5.38) утримують снаряд патрона на рівні осі каналу ствола. У вирізі *г* входить зуб *а* перемикача (рис. 5.39).

Перемикач 1 (рис. 5.39) призначений для керування козирком. Отвором *б* перемикач одягається на упор приймача так, щоб його зуб *а* входив у виріз *г* козирка.

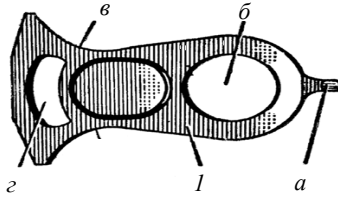


Рисунок 5.39 – Перемикач

По кривих *в* газові штоки виступом *д* (рис. 5.31) повертають перемикач при накаті, забезпечуючи перемикання козирка.

Люнет ударника забезпечує кріплення ударника з однієї сторони у пазу *я* ствольної коробки (див. рис. 5.28).

Касета (див. рис. 1.46) призначена для розміщення піропатронів, які забезпечують перезарядження гармати. Касета (рис. 5.40) складається з:

- корпусу касети *7*;
- заглушки нижньої *8*;
- обтюратора *1*;
- фіксатора остова контактів *5*;
- пружини фіксатора *4*.

У корпусі касети є три патронника для розміщення піропатронів. Клапани *12*, притискаючись один до одного і до заглушки, перекривають отвір у двох інших патронниках, чим ізолюються інші піропатрони від дії порохових газів.

Виступи *а*, корпусу касети слугують для закріплення її в пазу *г* газової муфти та від мимовільного випадання із неї корпус касети утримується защіпко *10*.

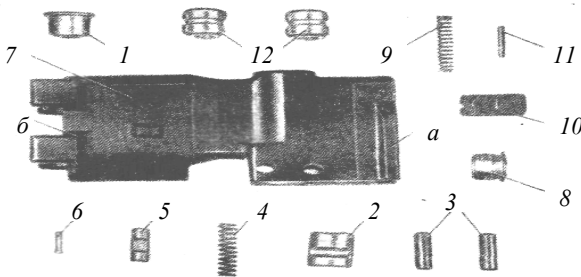


Рисунок 5.40 – Касета (розбірна)

Переривчаті пази *б* призначені для приєднання корпусу контактів, який фіксується на корпусі касети фіксатором.

5.2.3. Електроспуск

Електроспуск (рис. 5.41) слугує для дистанційного керування стрільбою і піроперезарядкою. В електроспусці змонтовані електромагніт з електрошепталом; датчик електричних імпульсів, який сигналізує про положення рухомих частин; контактний пристрій піроперезарядки і блокувальний важіль.

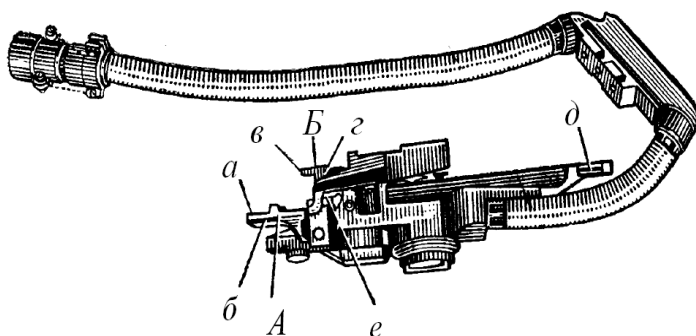


Рисунок 5.41. Електроспуск

А – автошептало; *Б* – електрошептало; *а* – плече для взаємодії з переднім знижувачем; *б* – вікно; *в* – виступ для утримання ударника на бойовому взводі; *г* – виступ для контакту з упором автошептала; *д* – виступи для з’єднання з газовою муфтою; *е* – пази для з’єднання з ствольною коробкою

Електроспуск встановлюється знизу гармати, на виступах *я* ствольної коробки (див. рис. 5.28) і виступах газової муфти. Від переміщення вперед електроспуск утримується заціпкою електроспуска, а назад – переднім торцем ствольної коробки.

У середній частині корпусу електроспуска розміщений електромагніт *10* і датчик електричних імпульсів. Котушка електромагніта закріплена у гнізді корпусу електроспуска кільцем котушки *19* та завальцована краями гнізда. Дроти від котушки електромагніта йдуть вперед в отвір корпусу електроспуска, через малий бронешланг, корпус контактів і великий бронешланг до контактів № 1 і 2 штепсельного рознімання.

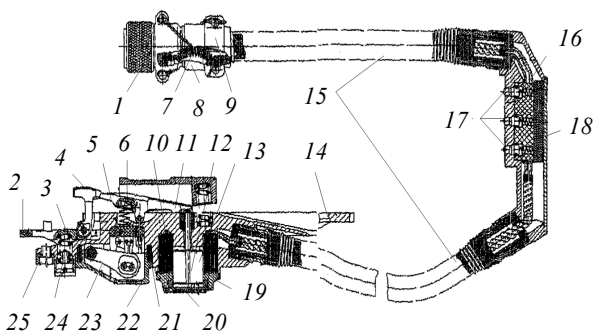


Рисунок 5.42 – Електроспуск

На внутрішньому центральному отворі котушки електромагніта розміщується якір 13 зі штовхачем якоря 12, один кінець якого закріплений в якорі, а другий виведений за межі корпуса електроспуска. Якір електромагніта закритий знизу, у своєму гнізді кришкою якоря 20, яка завернута на різьбі у кільце котушки до упора і від самостійного розкочування зафіксована прижимною пружиною.

Ближче до заднього торця корпуса електроспуска, поряд з гніздом котушки знаходиться виїмка, в якій розміщується датчик електричних імпульсів. Два контакти датчика за допомогою шин і закріплені заклепками на основі контактів датчика, які розміщено на дні виїмки і зафіксовано двома штифтами. Замикання і розмикання контактів проводить важіль датчика 23, на передньому кінці якого розміщуються срібні пластини.

В корпусі контактів розміщені підпружинені електричні бойки піропатронів 17, які ізолювані від корпуса контактів текстолітовими ізоляторами 18, текстолітовою основою пружин бойків і упором пружин бойків. Бойки піджимаються пружинами так, що забезпечують надійне запалення електрокапсульних втулок піропатронів.

На верхній площині корпуса електроспуска на одній осі розміщуються важіль блокувальний 11 із своєю пружиною і упор електрошпептала 5 із своєю пружиною 6. Упор електрошпептала під дією своєї пружини переднім кінцем розміщується над торцем штовхача електромагніту та може під дією електромагніту переміщуватися на своїй осі. Задній кінець упора електрошпептала являється опорною поверхнею для електрошпептала 4. Бокові поверхні електрошпептала біля заднього торця слугують опорними поверхнями для ударника, який знаходиться на бойовому взводі. На задньому торці корпуса електроспуска розміщені на одній осі важіль датчика 23 і автошпептало 2.

Автошептало призначено для утримання ударника на бойовому взводі між пострілами під час автоматичної стрільби (коли електрошептало вимкнено). Під час стрільби передній знижувач агрегата ствола через повзун, що відкочується, вимикає автошептало таким чином, щоб виступ *a* (див. рис. 5.33) виходить із зачеплення зі стінками паза *б* (рис. 5.41) автошептала.

Після взведення ударника захват його автошепталом відбувається під дією пружини автошептала 3. Важіль датчика 23, який одночасно рухається з автошепталом 2, під дією переднього знижувача замикає контакти датчика і під час повернення автошептала у вихідне положення під дією пружини розмикає контакти датчика.

Між корпусом електроспуску і штепсельним розніманням розміщується корпус контактів 18, у якому змонтовані три підпружинених бойки 17. Корпус контактів з'єднаний в одну збірну одиницю з електроспуском і бронешлангом 15.

5.2.4 Амортизатор

Амортизатор (рис. 5.43) призначений для зменшення дії імпульсу віддачі гармати на установку і складається з корпусу амортизатора 1, всередині якого на штоці амортизатора 3 розміщена пружина амортизатора 5. Пружина амортизатора закріплена на штоці різьбовою гайкою 2, що утримується від саморозгвинчування штифтом 4 (рис. 5.43 *a*).

Величина попереднього підтискання пружини регулюється шайбой 6, яка підбирається за товщиною під час збирання амортизатора на заводі-виробнику. У передньому кінці корпусу амортизатора пружина обмежується через шайбу на головку штока амортизатора, а в задньому – дном корпусу амортизатора і гайкою.

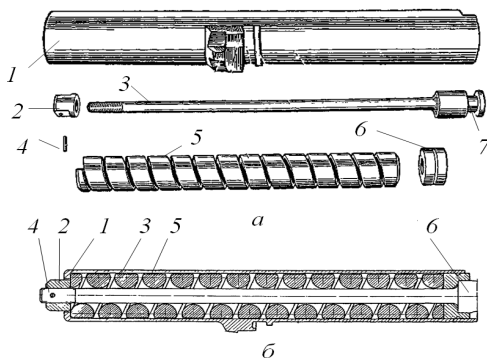


Рисунок 5.43 – Амортизатор гармати

Корпус амортизатора з'єднується зі ствольною коробкою дуговими гребішками, а також проточкою 7, яка входить у відповідні вирізи ствольної коробки. Проточкою на головці штока амортизатор кріпиться на установці.

5.2.5 Приймач

Приймач у зборі (рис. 5.44) об'єднує основні механізми і деталі автомати гармати.

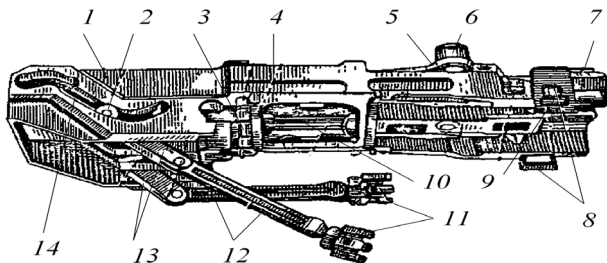


Рисунок 5.44 – Приймач:

- 1 – приймач; 2 – ролик прискорювача; 3 – задній знижувач; 4 – напрямна ланки; 5 – сережка; 6 – важіль з'єднувальний; 7 – протівідскок; 8 – пружина защіпки; 9 – защіпка; 10 – зірка подачі; 11 – затвор; 12 – шатуни; 13 – прискорювачі; 14 – копір

У приймачі змонтовані такі збірки і деталі (рис. 5.45).

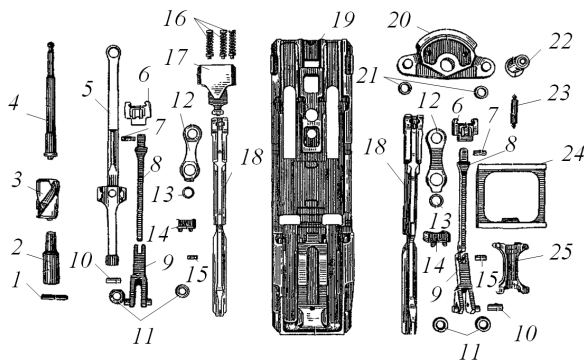


Рисунок 5.45 – Приймач у зборі

Повзуни 18 (рис. 5.45) з прискорювачами 9 з'єднуються з шатунами 8 та затворами 6 через втулки 7.

Механізм подачі, який складається із зірки подачі 25, шліцьового валу 4, барабана подачі 3 і повідець подачі 5, що поєднується із з'єднувальним важелем 20.

З'єднувальний важель кінематично пов'язує повзуни і з'єднується з ним через серезки 12 із втулками повзуна 18 та втулками важеля 21. На приймачі з'єднувальний важіль закріплений віссю 22 із штифтом 23.

Противідскок 17 з трьома пружинами 16, що змонтовані на плунжерах противідскока за допомогою шайб.

Напрямна ланки 24 забезпечує напрямок подачі патронної стрічки у приймальному вікні механізму подачі.

Втулка розпірна 2 закріплена на приймачі штифтом втулки 1.

Задні знижувачі 14. Защіпки приймача з пружинами закріплені на приймачі осями защіпок.

Деталі і збірки приймача охоплюють:

а) приймач.

Усередині приймача (рис. 5.46) знаходяться два продольних пази e для повзунів; копірні пази f для роликів прискорювача; виїмка m для напрямлення піропоршня; вікно l для упора приймачі; отвір k для осі, що кріпить з'єднувальний важель на приймачі; отвір n для вимкнення подачі; виїмка z для прямої ланки і зірки подачі; a, b – виступи для з'єднання зі ствольною коробкою; v, i – вікна для заднього знижувача; z – виїмка для прямої ланки і зірки подачі; d – пази для передніх знижувачів; e – пази для повзунів; $жс$ – паз для зуба амортизатора; k – отвір для осі; l – вікно для упора приймачі; m – паз для направлення поршня піроперезарядки; l – стрижень упорний.

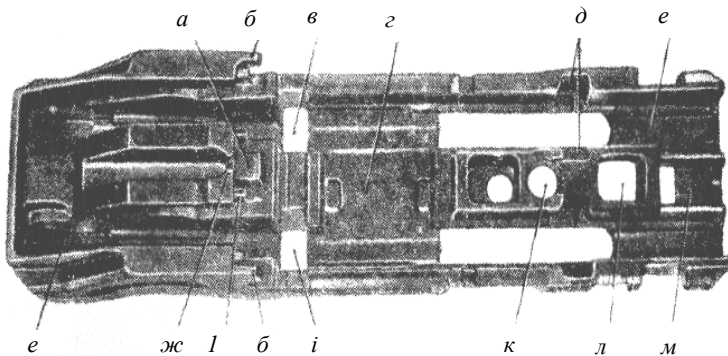


Рисунок 5.46 – Приймач у зборі (вид снизу)

У середній частині вздовж приймача є ступінчатий отвір для штифта, який кріпить на приймачі вісь вала шліцьового, що з'єднує зірку подачі з барабаном подачі; втулка розпірна, яка являється сумісно зі шліцьовим валом віссю обертання барабана подачі. У паз *ж* входить зуб знизу амортизатора (див. рис. 5.43 б). Виступами *а* і *б* прийміч кріпиться на ствольній коробці.

Запресовані у приймач чотири упорних стрижня слугують для обмеження ходу затворів при відкочуванні.

У верхній частині приймача є виїмка і пази для противідскока та паз для барабана подачі. Пази слугують для приєднання до приймача повідця подачі, а виступ обмежує поворот з'єднульного важеля.

б) прискорювач.

Прискорювач сумісно з копірними пазами приймача призначений для надання необхідних швидкостей руху затворам (досилачам) як у накочуванні, так і у відкочуванні основних ланок зброї.

Прискорювач (рис. 5.47) складається із власне прискорювача *1*, шатуна *2*, осі шатуна *3*, і двох роликів *4* прискорювача.

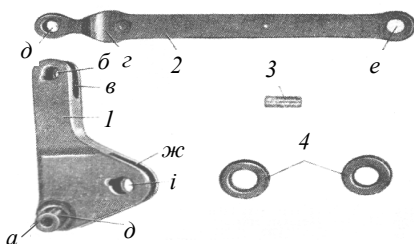


Рисунок 5.47 – Прискорювач (розібраний)

На прискорювачі *1* є цапфа *а* для роликів *4*, паз *ж* і отвір *і*, в який вставляється вісь для з'єднання з повзуном, паз *в* і отвір *б* для з'єднання з шатуном *2*.

На передньому кінці шатуна є потовщена ділянка *г*, яка блокує пересічення затвора з полкою *в* відсікача при відкочуванні рухомих частин. Отвором *е* шатун своєю віссю *3* з'єднується з прискорювачем, а отвір *д* – з затвором.

в) затвори.

Затвор замикає канал ствола під час пострілу, досилає патрон у патронник і забезпечує екстракцію (видалення) стріляної гільзи. Бойок затвора за рахунок удару ударника по лодижці наколює капсоль патрона.

Затвор (рис. 5.48) складається із:

- корпусу затвора *1, 2*;
- бойка *5*;
- лодижки *4*, яка з'єднується із затвором своєю віссю *3*.

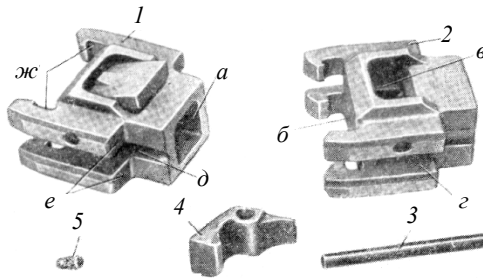


Рисунок 5.48 – Затвори

На затворі є два симетричних паза z , які слугують для спрямування його по направляючим виступам ствольної коробки. Задні поверхні e слугують опорними поверхнями затвора при закритому каналі ствола, а передні, впираючись у казенний зріз ствола, який обмежує переміщення затвора вперед. Пазми $ж$ затвор утримує патрон за край гільзи при досиланні та стрілянню гільзу при видаленні її із патронника.

У пазу a затвора розміщується шатун. Шатун з'єднується із затвором вісю прискорювача, який вводиться в отвір d . В отворі b розміщується бойок, а у вирізі $в$ – лодижка.

г) вал шліцьовий.

Вал шліцьовий 1 (рис. 5.49) передає обертання від барабана подачі на зірку подачі. Він складається із:

- вала шліцьового 1 ;
- штифта 2 ;
- плунжера 3 ;
- пружини вала шліцьового 4 .

Підпружинений плунжер 3 дозволяє зсувати вал шліцьовий у повністю зібраній гарматі назад на 7 мм, при цьому виступи z вала шліцьового виходять із зачеплення зі шліцьовими пазами e барабана подачі так, що зірка подачі може вільно обертатися разом з валом шліцьовим (вимикається подача патронної стрічки вручну).

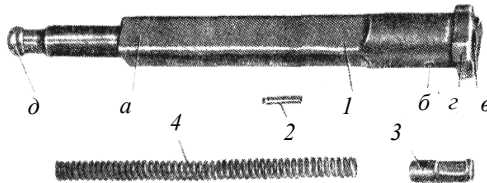


Рисунок 5.49 – Вал шліцьовий (розібраний)

Квадратом *a* шліцьовий вал входить у квадратний отвір *e* зірки подачі. В отворі *e* розміщуються пружина *4* вала шліцьового і плунжер *3*, які закріплюються від випадання штифтом *2*, який вводиться у отвір *б*. Шарова головка *д* на кінці вала шліцьового слугує для утримання його вимикачем подачі при вимкненій подачі.

д) барабан подачі.

Барабан подачі перетворює зворотно-поступальний рух повідця подачі у обертальний. Він складається із (рис. 5.50):

- чотирьох клапанів *1* зі своїми пружинами *2*;
- штифта клапана *3*;
- барабана подачі *4*;

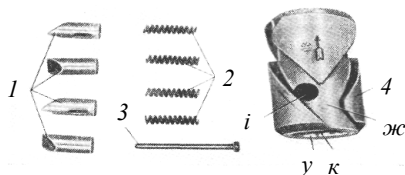


Рисунок 5.50 – Барабан подачі (розібраний)

На торцях барабана подачі є отвори *к* із шліцьовими пазами *e* для з'єднання з валом шліцьовим і розпірною втулкою.

Спіральні пази *ж*, при русі по ним ромбів *ж* повідця подачі (рис. 5.50), забезпечують обертання барабана подачі. В отворах *i* розміщуються чотири клапана *1* з пружинами *2*, які забезпечують обертання барабана тільки в одному напрямку. Клапани від мимовільного випадання із барабана подачі закріплені штифтом клапанів *3*, які входять у центральний отвір барабана подачі.

е) повідець подачі.

Повідець подачі (рис. 5.51) складається із власне повідця подачі *1*, шатуна подачі *2*, осі шатуна *3* і штифта осі *4*. Виступами *a* і плечами *б* повідця подачі напрямляється під час руху в пазу *т* приймача. Це зміщення дозволяє регулювати під час збирання гармати на заводі-виробнику момент переходу ромбів *ж* повідця подачі за клапани *1* (рис. 5.50) барабана подачі у крайніх положеннях рухомих частин.

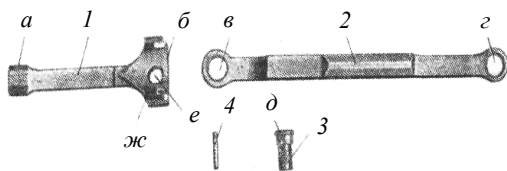


Рисунок 5.51 – Повідець подачі (розібраний)

Ромби *жс* взаємодіють зі спіральними пазами *жс* (рис. 5.50) барабана подачі. Отвір *e* повідця подачі призначено для осі шатуна *з*, який з'єднує шатун подачі з повідцем. На вісі шатуна циліндрична частина *д*, яка входить в отвір *e* шатуна подачі, виконана з потовщенням відносно циліндричної частини, закріплюється на повідці подачі. Отвір *г* для з'єднання з цапфою з'єднувального важеля. Вісь шатуна закріплюється на повідці подачі штифтом *4*.

ж) зірка подачі.

Зірка подачі *1* (рис. 5.52) подає стрічку з патронами у гармату. Квадратний отвір *e* (див. рис. 5.48) зірки подачі слугують для з'єднання її з шліцьовим валом.

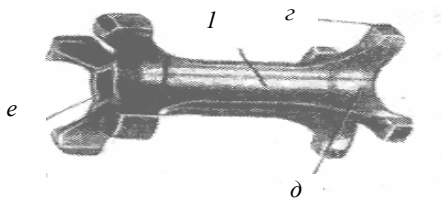


Рисунок 5.52 – Зірка подачі

Чотири виїмки *д* слугують для розміщення у них ланки стрічки і утворюють *г* подібні зуби, які під час обертання зірки подачі подають стрічку з патронами по пазах напрямної ланки.

з) з'єднувальний важіль.

З'єднувальний важіль (рис. 5.53) здійснює кинематичний зв'язок між основними деталями автоматики гармати за допомогою сережок. Він з'єднує між собою повзуни та приводить у дію механізм подачі і противідскок.

З'єднувальний важіль складається із власне з'єднувального важеля *2* і двох цапф важеля *4*, які запресовані у з'єднувальний важіль і закріплені від випадання штифтами *3* цапфи. Цапфи важеля *4* слугують для приєднання сережок з втулками важеля *1*.

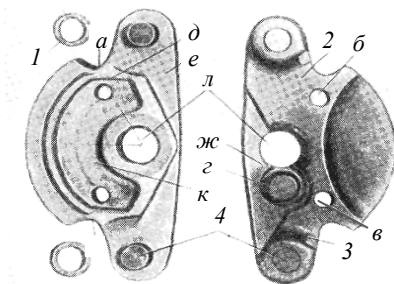


Рисунок 5.53 – З'єднувальний важіль

На з'єднувальному важелі, з верхньої сторони, є цапфа *г*, на яку отвором *г*, (див. рис. 5.51) одягається шатун подачі. Зниження *жс* призначено для шатуна подачі, а отвір *л* для осі, яка пов'язує з'єднувальний важіль з приймачем.

На нижній стороні з'єднувального важеля є виїмка *к* для виступа *к* (рис. 5.59) противідскока. Площадками *д* (див. рис. 5.59) виїмки *к* діють на скоси *д* з'єднувального важеля виступа *к* противоотскока (рис. 5.59), примусово вводячи зуб *л* противідскока у зачеплення з виїмкою *а* (див. рис. 5.53) важеля. Виборки *е* на з'єднувальному важелі виконані для сережок. В отвори *б* і *в* з'єднувального важеля встановлюється ручка перезарядки під час ручного перезаряджання гармати.

і) повзун.

Повзуни являються ведучими ланками автоматики гармати. Бокові площини *а*, *в* і *к* (рис. 5.54), верхня площина *б* та напрямлюючі виступи повзуна *г* обмежують переміщення повзуна у бокові сторони та вгору у пазах приймача.

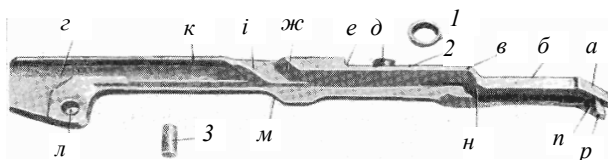


Рисунок 5.54 – Повзун

Отвір *л* призначено для з'єднання прискорювача (див. рис. 5.47) віссю *з*. Стінки *жс* та *і* похилого паза та площина *м* повзуна, взаєдіючи з площиною *жс* і ромбами *і* (див. рис. 5.57) заднього знижувача забезпечує його зниження при відкочуванні та підйом при накочуванні. Зниження *е* служить для приєднання сережки *г* (рис. 5.55), яка одягається із втулкою *1* (рис. 5.54) на цапфи *д* повзуна, входячи зубом *в* у паз *е* повзуна. Паз *п* слугує для приєднання до повзуна газового штока. Похила площина *р* повзуна і похилий паз *г* газового штока, взаємодіючи з ромбом *е* (див. рис. 5.32) переднього знижувача забезпечує його зниження під час відкочування та підйом під час накочування повзуна.

Стінки похилого паза *н* повзуна, взаємодіючи з ромбами *е* (див. рис. 5.32) переднього знижувача, забезпечують підйом його із затвором під час накочування (замикають канал ствола) і зниження під час відкочування повзуна (відмикають канал ствола).

к) серезка.

Дві серезки 2 шарнірно з'єднують повзуни із з'єднувальним важелем через цапфи важелів 4 (див. рис. 5.52).

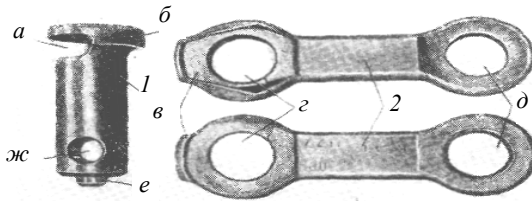


Рисунок 5.55 – Вісь з'єднульного важеля і серезки

На серезці є отвір δ для поєднання із з'єднульним важелем і отвір ϵ для з'єднання з повзуном. Зуб ν серезки входить у паз e повзуна і утримує його від відділення вгору.

л) вісь.

Віссю l (рис. 5.55) з'єднувальний важіль кріпиться на приймачі. На осі e вирізка a для шатуна подачі, а отвір $ж$ для штифта, який фіксує його на приймачі і цапфа e для кріплення козирка у зібраній гарматі. Головка осі δ утримує з'єднувальний важіль від роз'єднання з приймачем.

м) напрямна ланки.

Ребрами a (рис. 5.56) напрямна ланки l встановлюється на дно виямки $г$ приймача. По пазах $ж$ напрямна ланки подає стрічку з патронами у гармату. На напрямляючій ланці є вікно $з$ для зірки подачі, пази δ для повзунів, отвір ν для шліцьового вала, який з'єднує напрямляючу ланки і зірку подачі з приймачем.

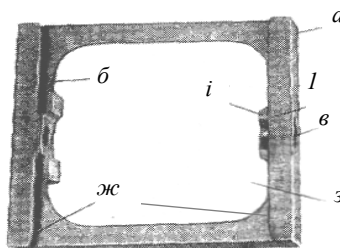


Рисунок 5.56 – Напрямна ланки

Постановка зірки подачі у напрямну ланки в потрібному положенні для надійної роботи гармати забезпечується виступом i напрямної ланки.

н) знижувач задній.

Задній знижувач *l* (рис. 5.57) сумісно з переднім знижувачем забезпечує зниження патрона із стрічки на рівень осі каналу ствола.

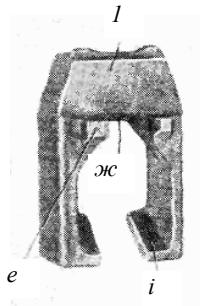


Рисунок 5.57 – Задній знижувач

Скіс *жс* заднього знижувача і ромби *i* при взаємодії з площинами (*м*, *жс*, та *i*, див. рис. 5.54) повзуна опускає знижувач при відкочуванні повзуна, забезпечуючи зниження патрона, а також піднімають знижувач при накочуванні. Виступи *e* обмежують опускання знижувача вниз при зниженні.

о) протівідскок.

Противідскок *l* (рис. 5.58) утримує рухомі частини гармати від інерційного зсуву у крайньому передньому положенні і усуває відскок їх при стрільбі. Три отвори *a* слугують для розміщення пружин противідскока, які зібрані з плунжерами і шайбами.

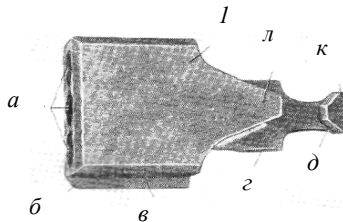


Рисунок 5.58 – Противідскок

Скіс *д* (рис. 5.57) на виступі *к* при підході рухомих частин у крайнє положення взаємодіє із стінкою *д* виїмки *к* (див. рис. 5.42) з'єднуального важеля, що сумісно з дією пружин забезпечує отримання противідскоком швидкості, яка необхідна для западання зуба *л* у виїмку *а* з'єднуального важеля.

Виступами *б* і боковими площинами *в* і *г* противідскок кріпиться і напрямляється при русі у виїмці *с* у пазах *р* приймача.

5.3 Конструкція авіаційної гармати ГШ-30

5.3.1 Загальні відомості та принципи побудови гармати ГШ-30

Гармата ГШ-30 розроблена на заводі ім. Дегтярьова. Двоствольна 30-мм скорострільна гармата ГШ-30 (ГШ-2-30), рис. 5.59, конструкції Грязева-Шипунова, яка призначена для знищення відкрито розташованої живої сили противника, для боротьби з легко і середньо броньованими наземними цілями та знищення повітряних цілей, що повільно літають (у тому числі і броньованих) на близьких і середніх дистанціях.

Стрільба із гармати ведеться 30 мм патронами, спорядженими у стрічку. Управління стрільбою електричне.



Рисунок 5.59 – Гармата ГШ-30

ГШ-30 є двохствольною зброєю із звичайною схемою автоматики (кожний ствол має свій патронник), виконана по схемі Гаста, порохом газовідвідним двигуном і стрічковим живленням. Гармата може експлуатуватися на лівому або на правому живленні. Управління стрільбою дистанційне, електричне постійним струмом 27 В. Порох патрона запалюється електрокапсулем (подібно гарматі ГШ-30-1).

Основні технічні характеристики гармати:

1. Калібр, мм	30
2. Кількість стволів.....	2
3. Маса гармати з насадками стволів, кг	133
4. Маса снаряду, гр.....	388
5. Темп стрільби, п/хв	3000
6. Початкова швидкість снарядів, м/с.....	940
7. Сила віддачі на установку, кгс	6000
8. Живучість стволів, постр.....	2000
9. Кількість нарізів в каналі ствола, шт	16
10. Боекомплект патронів, шт.....	250
11. Місткість корпусу охолоджуючої рідини, л.....	1
12. Імовірне відхилення, м.....	0,0068D
13. Габаритні розміри: довжина гармати, мм.....	2944
довжина ствола, мм	2400
ширина, мм	222
висота, мм	195

За побудовою та принципом дії аналогічна гарматі ГШ-23Л, але є і такі відмінності:

– для стрільби застосовуються патрони з електрокапсюлем типу ОФЗ-АО-18А-30, тому замість ударно-спускового механізму використовується стріляючий механізм (контактор, кронштейн, контакт затвору);

– повзуни гармати кінематично пов'язані проміжною шестернею, а не з'єднуючим важелем;

– затримки у стрільбі типу „осічка” усуваються механізмом повторно-го запалення (контактний пристрій і два додаткових запальники, які розміщені у казеннику зброї, один на кожній ствол; додатковий запальник – піропатрон з бойком, при спрацьовуванні якого бойок пробиває корпус гільзи, а гази запалюють порох патрону).

Системами усунення затримок у стрільбі типу „осічка”:

– з використанням додаткового запалу, подібно ГШ-30-1 (гармати випуску до 1985 року);

– з використанням піропатрону (один піропатрон на два стволи), гармати випуску після 1985 року.

Авіаційна гармата ГШ-30 виконується у декількох модифікаціях, відмінних наступними конструктивними особливостями:

– з довжиною стволів 1500 або 2400 мм. Гармата ГШ-30 із стволами завдовжки 1500 мм, встановлюється на літаках Су-25. Така гармата має індекс ГРАУ 9-А-623;

– з довжиною стволів 1500 мм і випарною системою охолодження має індекс 9-А-623К2;

– з довжиною стволів 2400 мм та випарною системою охолодження стволів має індекс 9-А-623К. Така гармата встановлюється на вертольотах Мі-24П (рис. 5.60, а).

Гармата встановлюється на нерухомій вбудованій артилерійській установці на вертольоті Мі-24П на правому борту, на літаку Су-25 під фюзеляжем (рис. 5.60, б).



а



б

Рисунок 5.60 – Розміщення гармати на повітряних суднах

Встановлюється на вертоліт вогневої підтримки Мі-24П (П – гарматний варіант) і на його експортні варіанти. На Мі-24П монтується ГШ-30К з подовженими стволами у правому фюзеляжному обтічнику виконуючого свого роду роль захисного кожуха, що запобігає пошкодженню гармати від влучень осколків і снарядів.

Боекомплект гармати на Мі-24П містить 250 патронів. Живлення – стрічкове. Скорострільність 2460 пострілів за хвилину у польоті, у режимі висіння – 400 пострілів у хвилину. У випадку закінчення боєприпасів Мі-24 може здійснити змушену посадку і перезарядити гармату новим боекомплектом, що знаходяться у десантній кабіні.

Склад гармати

Гармата складається із основних складових частин (рис. 5.61):

- блок стволів 1;
- приймач 2;
- контактор 4;
- газовий поршень 3;
- касета піропатрона 5.

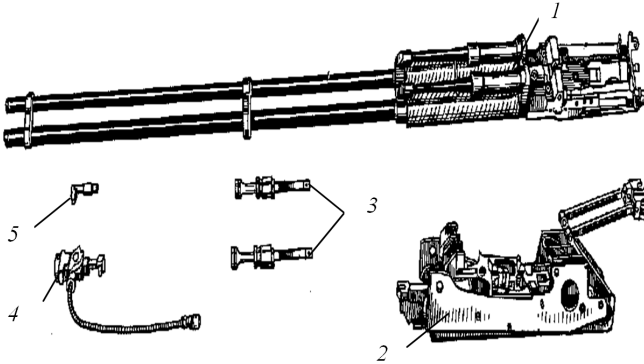


Рисунок 5.61 – Склад гармати ГШ-30
з довжиною стволів 2400 мм:

5.3.2 Будова блоку стволів

Блок стволів об'єднує деталі і збірні одиниці, забезпечуючи постріл і роботу автоматики гармати від енергії порохових газів. За блок стволів здійснюється кріплення гармати на установці.

Блок стволів (рис. 5.62) складається із:

- стволів 1;
- казенника 7;
- циліндрів 6;
- обойми циліндрів 8;
- муфти зістрілу 23;
- обойми 2;
- амортизатору 22;
- передніх вісей;
- задніх лівої і правої вісей 11, 10;

- відбивача 12;
- блоку контактів;
- контакту;
- упорів передніх та задніх.

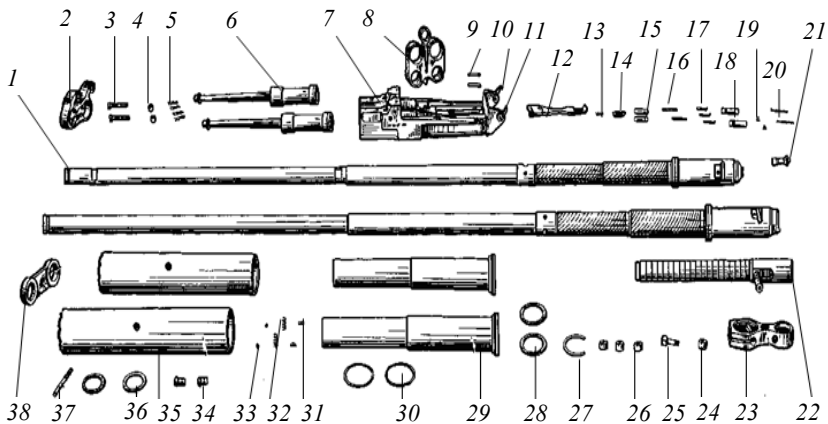


Рисунок 5.62 – Складові частини блоку стволів гармати ГШ-30 з довжиною стволів 2400 мм і системою охолодження:

- 1 – ствол; 2 – обойма; 3 – болт; 4, 24 – гайка; 5 – шпилька; 6 – циліндр;
- 7 – казенник; 8 – обойма циліндрів; 9, 17 – штифт; 10 – вісь права;
- 11 – вісь ліва; 12 – відбивач; 13 – пружина засувки; 14 – засувка відбивача;
- 15 – вісь передня; 16, 20, 32 – пружина; 18 – козирьок; 19 – упор;
- 21 – засувка контактора; 22 – амортизатор; 23 – муфта зістрілу; 24 – патронник;
- 25 – клин; 26 – гвинт; 27 – стопор; 28, 30, 36 – кільце ущільнювальне; 29 – корпус;
- 31 – вкладиш; 33 – кулька; 34 – пробка; 35 – кожух; 37 – стрижень; 38 – стяжка

Ствол 1 довжиною 2400 мм слугує для придання снарядам направлення польоту, початкової швидкості і стійкості в польоті (придання снарядам обертального руху). Канал ствола має 16 нарізів постійної крутизни. Крок нарізів $715,5 \pm 20$ мм.

Патронник ствола складається із двох конусів для полотна гільзи, циліндричної частини для дульця гільзи і конуса для входу снаряда в нарізи. У патроннику виконано 24 діаметрально рівномірно розташованих канавки Ревеллі, призначені для зменшення зусилля екстракції стріляної гільзи. З казенної частини ствол 1 має виступ, який являється упором затвора в передньому положенні.

На відстані 735 мм від казенного торця у стволі перпендикулярно каналу зроблено газовідвідний отвір діаметром 8 мм.

На зовнішній поверхні ствола *1* зроблено посадочні поверхні для посадки ствола *1* в обойму циліндрів *8* і в казенник *7*, для посадки на ствол *1* обойми *2*, для закріплення гармати на установці, для посадки і фіксації муфти зістрілу *23*. Для кріплення обойми *2* на стволах зроблено врізки.

На дульній частині ствола *1* зроблено проточку для закріплення надульних пристроїв і лиски для закріплення на блоці стволів стяжки *38*.

Охолодження стволів здійснюється випарувальною системою охолодження. Баки системи охолодження (по одному на кожний ствол) являють собою ємності, які складаються із кожуха *35* (зовнішня оболонка бака) і корпусу *29* (внутрішня оболонка бака). Горловина кожуха *35* забезпечує заливку у бак 1 дм^3 води питної і наявність при цьому у баці вільного об'єму, достатнього для компенсації розширення рідини при замерзанні. Пази, виконані на фланці кожуха *35*, дозволяють за допомогою викрутки і молотка розвертати кожух *35* відносно труби при операціях по монтажу і обслуговуванні системи охолодження.

Корпус *29* являє собою циліндр, насаджений на трубу виробу. Внутрішня оболонка корпусу і гвинтові канавки на зовнішній поверхні труби утворюють полость, в якій циркулює пароводяна суміш, яка охолоджує ствол *1*.

Клапанний пристрій змонтований в корпусі *29*, складається із шарика *33*, пружини *32* і вкладиша *31*. В неробочому стані системи охолодження клапанний пристрій запобігає витіканню рідини із системи, а в робочому стані при підвищенні тиску в бакові подає пароводяну суміш в канавки труби виробу.

Чотири канавки забезпечують її вихід в атмосферу. Для забезпечення герметичності з'єднання і виходу пароводяної суміші по канавках зроблено проточку під ущільнююче кільце *36*.

Казенник 7 є базовою деталлю гармати. В ньому закріплюються стволи *1*, приймач з механізмами і деталями, механізм підвода патронної стрічки і екстракції стріляної гільзи та амортизатор *22*.

На корпусі зроблено напрямні для кріплення гармати на установці і пази для кріплення підводячого рукава установки і гільзовідвода.

Циліндри 6 є корпусом газового двигуна автоматики гармати. В циліндрах *6* під дією порохових газів переміщуються газові поршні *3* (див. рис. 5.61).

Обойма циліндрів 8 є силовим елементом кріплення циліндрів і упором для повзунів, противідскока *7* і пробок в крайньому передньому положенні.

В обоймі циліндрів *8* розташовано підпружинений плунжер, що фіксує касету *5* в контакторі *4* (рис. 5.61).

Муфта зістрілу 23 слугує для регулювання стволів з ціллю забезпечення паралельних траєкторій польоту снаряда. Центральний отвір муфти зістрілу 23 призначений для підтримуючого кріплення гармати на установці.

Обойма 2 встановлюється в середній частині стволів і слугує для відводу газів із стволів в циліндри.

Амортизатор 22 (рис. 5.62) призначений для зменшення дії зусилля віддачі гармати на установку. Амортизатор складається із набору зовнішніх 11 і внутрішніх 10 кілець (рис. 5.63), насаджених на шток 1 і закріплених через упор 9 і стакан 3 гайкою 7. Він закріплений на гарматі віссю амортизатора 8, яка сприймає зусилля віддачі, і підтримується від випадіння обоймою циліндрів.

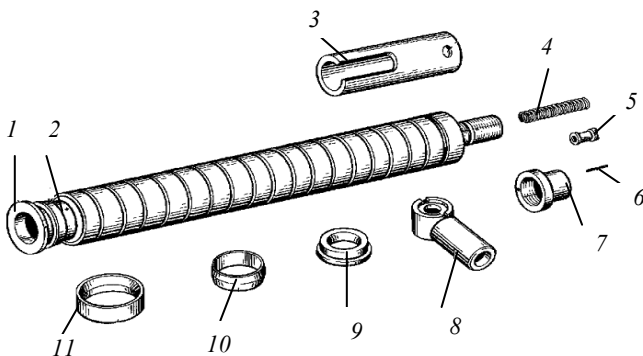


Рисунок 5.63 – Деталі амортизатора:

1 – шток; 2 – кільце компенсуюче; 3 – стакан; 4 – пружина; 5 – фіксатор;
6 – штифт; 7 – гайка; 8 – вісь амортизатора; 9 – упор; 10 – кільце внутрішнє;
11 – кільце зовнішнє

Передні осі 15 здійснюють запирання приймача на блоці стволів.

Задні ліва 11 і права 10 вісі призначені для кріплення приймача з блоком стволів в задній частині. В закритому положенні осі фіксуються прапорцями, закріпленими на них.

Відбивач 12 слугує для відбивання стріляних гільз при стрільбі із гармати, а також для відбивання патронів при перезарядці і розрядці гармати.

Блок контактів (рис. 5.64) призначений для зняття напруги з контакту і подачі його на лодижку 15 (рис. 5.67). Він являє собою електричний дріт з ізольованими лівим 1 і правим 6 контактами, закріпленими на пластині 5.

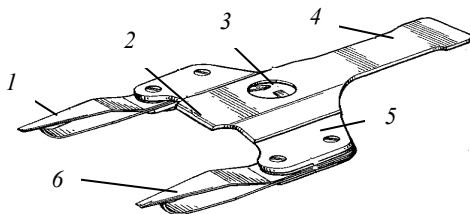


Рисунок 5.64 – Деталі блоку контактів:
 1 – контакт лівий; 2 – виступ; 3 – отвір; 4 – хвостовик;
 5 – пластина; 6 – контакт правий

Контакт (рис. 5.65) призначений для подачі напруги з кабелю на блок контактів і являє собою ізолюваний контакт 1 у втулці 2.

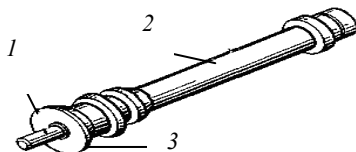


Рисунок 5.65 – Контакт:
 1 – контакт; 2 – втулка; 3 – бурт

Упори передній і задній призначені для вирівнювання дальнього зі сторони подачі стрічки патрона на лінію досилання. Упори встановлюються стрілками зовні в отвори казенника зі сторони, протилежної подачі стрічки.

Передній упор, який має маркування „ПЕРЕД”, встановлюється в передній отвір, а задній з маркуванням „ЗАДН” – в задній. Фіксуються упори остовом приймача.

5.3.3 Будова приймача

Приймач 1 об’єднує основні механізми і деталі, які забезпечують автоматичну роботу гармати (рис. 5.66), у збірну одиницю, на якій кріпляться механізми досилання, прискорення, подачі 5, зниження патрона на лінію досилання і противідскоку 7.

В передній частині затильника зроблено пази для лівого і правого знижувачів 6, а праворуч і ліворуч – два паза в копії для прискорювачів роликів і два повздовжніх паза для роликів повзунів.

В центрі остова в отвір вставляється шестірня 4, яка закріплюється на остові приймача пластиною 14 і вставкою 8.

В передній і задній частинах основи приймача зроблено отвори для кріплення приймача на блоці стволів.

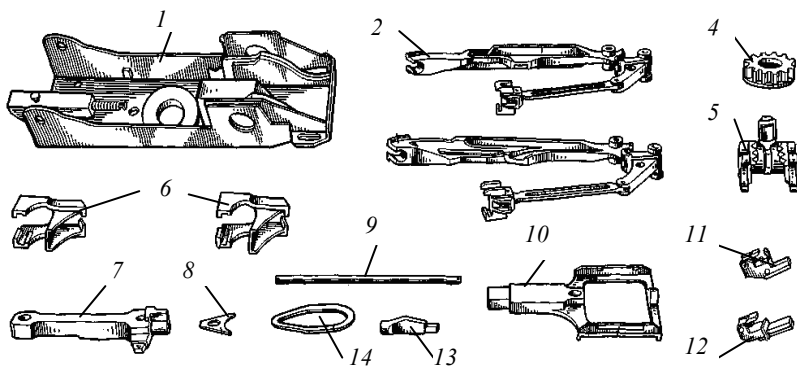


Рисунок 5.66 – Складові частини приймача:

- 1 – корпус приймача; 2 – повзун лівий; 3 – повзун правий; 4 – шестірня;
- 5 – механізм подачі; 6 – знижувачі передні; 7 – противідскок; 8 – вставка;
- 9 – вісь подачі; 10 – знімач; 11 – знижувач правий; 12 – знижувач лівий;
- 13 – вісь центральна; 14 – пластина

Упори повзуна, бокові і верхні упори являються опорними поверхнями повзунів, що вставлені в отвори основи приймача і зафіксовані від випадання розклепуванням.

На остові приймача закріплено стакан з пружиною, яка через систему важелів утримує повзуни 2 і 3 в крайніх положеннях.

Повзуни лівий 2 та правий 3 (рис.5.66) є ведучими ланками автоматики. зубчасті рейки через шестерню 4 забезпечують жорсткий кінематичний зв'язок між правим 1 і лівим 11 повзунами (рис. 5.67). При роботі автоматики повзуни 2 і 3 взаємодіють з лівим 12 і правим 11 знижувачами, знижуючи їх при відкаті повзунів та підняття при накаті. Повзуни 1 і 11 через циліндричний хвостовик зв'язані з газовим поршнем (рис. 5.70).

Прискорювач 4 (рис. 5.67) переміщуючись по пазу копіру затильника, забезпечує плавний розгін затвора 10 на початку досилання патрона і його плавне гальмування до моменту посадки патрона в патронник ствола.

Шатун 2 (рис. 5.67) являється з'єднуючою ланкою між прискорювачем 4 і затвором 10 і з'єднуються між собою віссю затвора 7.

Ролики 9 (рис. 5.67) встановлюються на вісь прискорювача 6 і вісь ролика 8 і призначені для зменшення сил тертя при русі повзунів по повздовжнім пазам затильника і прискорювача 4 по пазах копіру.

Затвор 10 (рис. 5.67) досилає патрон в патронник, запирає канал ствола під час пострілу та здійснює екстракцію стріляних гільз або осічний патрон. Затвор 10 має дві пари направляючих виступів і паз для переміщення по казеннику 7 (рис. 5.62).

Попереду направляючі мають екстрактори для утримання патрона від переміщення вперед при досиланні і для екстракції стріляної гільзи або осічного патрона. На дзеркалі затвора 10 зроблено отвір для бойка 12.

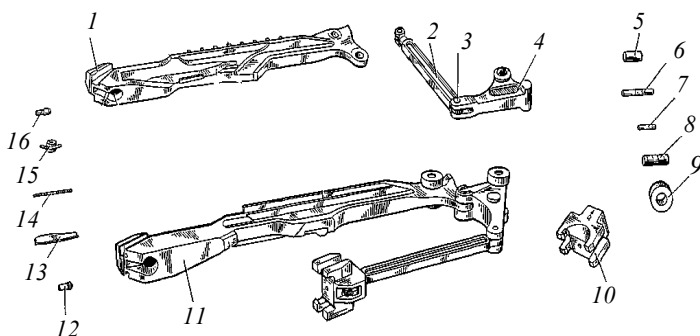


Рисунок 5.67 – Складові частини повзунів:

- 1 – повзун правий; 2 – шатун; 3 – вісь шатуна; 4 – прискорювач; 5 – вісь повзуна; 6 – вісь прискорювача; 7 – вісь затвора; 8 – вісь ролика; 9 – ролик; 10 – затвор; 11 – повзун лівий; 12 – боек; 13 – пластина прискорювача; 14 – вісь лодижки; 15 – лодижка; 16 – штифт

Лодижка 15 призначена для зняття напруги з блока контактів і подачі його на боек 12, який під дією лодижки 15 в затворі 10 подає напругу на ЕКВ патрона.

Шестірня 4 (див. рис. 5.66) забезпечує кінематичний зв'язок між повзунами 2 і 3. В шестірні 4 зроблено квадратний отвір, в який ставиться шестірня подачі 12 (рис 5.68).

Механізм подачі 5 (див. рис. 5.66) здійснює подачу стрічки у гармату.

Хрестовини передня 4 та задня 3 (рис. 5.68) подають патронну стрічку.

В передній хрестовині виконаний квадратний отвір для посадки вісь задньої хрестовини. Для подачі патронної стрічки в автоматику гармати хрестовини мають по чотири пера з виступами. Майданчики виступів при взаємодії з майданчиками правого 11 або лівого 7 клапанів виконують обертання хрестовин.

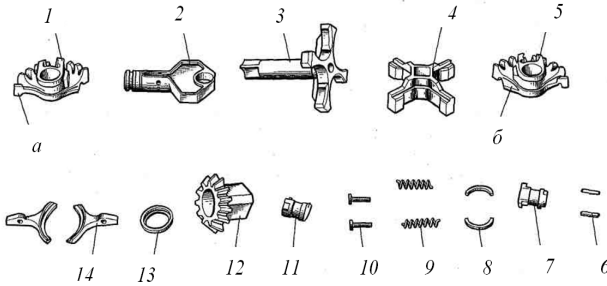


Рисунок 5.68 – Деталі механізму подачі:

1 – сектор правий; 2 – вісь шестерні; 3 – хрестовина задня; 4 – хрестовина передня;
 5 – сектор лівий; 6 – штифт; 7, 11 – клапани; 8 – напівкільце; 9 – пружина;
 10 – плунжер; 12 – шестерня подачі; 13 – кільце; 14 – вимикач подачі

Вісь задньої хрестовини слугує для посадки правого 1 та лівого 5 секторів та осі шестерні 2, яка слугує посадковим місцем шестерні подачі 12 і вимикачів подачі 14, які кріпляться на осі штифтами 6.

Правий 1 і лівий 5 сектори з розміщеними в них клапанами 7 та 11, пружинами 9 і плунжерами 10 здійснюють повертання передньої і задньої хрестовин на кути 90^0 після кожного пострілу. Повертання секторів здійснюється від шестерні подачі 12. Поверхні секторів а і б утримують патронну стрічку від прокидування в напрямі подачі. Вимикачі подачі 14 слугують для виведення із зачеплення клапанів 7 і 11 з майданчиків хрестовин 3 і 4.

Шестерня подачі 12 слугує для жорсткого кінематичного зв'язку шестерні 4 (рис. 5.66) із секторами правим 1 та лівим 5. Вона обертається на осі шестерні 2 і кріпиться на ній за допомогою кільця 13 і двох напівкільць 8.

Знижувачі лівий 12 і правий 11 (рис. 5.66) виконують зниження патронів на лінію досилання. На бокових поверхнях знижувачів зроблено напрямні, які входять в пази затильника і забезпечують вертикальне переміщення знижувачів 11, 12 при взаємодії з повзунами 2 і 3.

Знімач 10 (рис. 5.66) слугує для направлення ланок патронної стрічки.

Передній знижувач 6 (рис. 5.66) виконує підйом і опускання затвора 10 при запиранні і відпиранні каналу ствола, зниження патрона із стрічки на лінію досилання (разом з лівим або правим знижувачем) і взаємодіючі з важелями контактора, керує подачею напруги на електрокапсюльну втулку патрона.

Противідскок 7 (рис. 5.66) утримує рухомі частини гармати від інерційного переміщення в крайньому передньому положенні і усуває їх відскок при стрільбі.

Через спеціальний уступ *б* (рис. 5.69) взаємодіє з датчиком контакту *10*, замикаючи ланцюг піроперезаряджання.

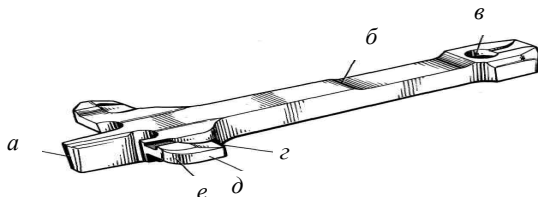


Рисунок 5.69 – Складові противідскока

Виступом *а* противідскок упирається в центральну вісь *13* (рис. 5.66) при нейтральному (середньому) положенні повзунів *2* і *3*.

Майданчики *е* слугують для переведення противідскоку *7* повзунами *2* і *3* в одне з крайніх положень.

Поверхнею *г* противідскок взаємодіє з повзуном, що відкочуються. Бокові поверхні *д* є напрямними під час накату і відкату повзунів. Отвір *в* призначений для з'єднання противідскока *7* з підпружиненим важелем противідскока.

5.3.4 Будова контактора

Контактор 4 (рис. 5.61) призначений для дистанційного керування стрільбою і перезарядкою, подачі напруги на рахівник залишку патронів і датчик переднього положення рухомих частин автоматики гармати *10*. Основними складовими являються:

Корпус контактора 12 (рис. 5.70) є базовою деталлю контактора.

Збоку, в середній частині корпусу контактора *12*, зроблено вікно *13*, в яке з однієї сторони вставляється колодка *1* кабелю *2*, а з другої сторони воно закривається кришкою *б*. Кабель *2* і кришка *б* фіксуються в корпусі контактора *12* скобою *4*.

Знизу в отвір *14* вставляється контакт в корпусі *3* контакту, який фіксується в корпусі контактора *12* скобою *4*. В пазі на штифту *9* прокачується штовхач *7*.

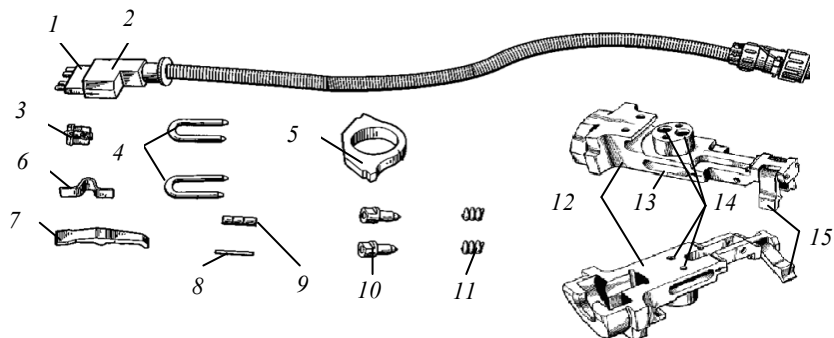


Рисунок 5.70 – Деталі контактора гармати з перезарядженням від піропатрона:

1 – колодка; 2 – кабель; 3 – контакт у корпусі; 4 – скоби; 5 – коромисло;
 6 – кришка; 7 – штовхач; 8, 9 – штифт; 10 – датчики залишку патронів і переднього положення частин гармати; 11 – пружини; 12 – корпус контактора; 13 – вікно; 14 – отвори; 15 – важелі

Зверху в середній частині корпусу контактора 12 зроблено циліндричну цапфу для посадки коромисла 5. В цій цапфі також є два вертикальних отвори для установки датчиків і горизонтальний отвір для закріплення датчиків штифтом 8.

В задній частині корпусу контактора 12 є два пази, в яких на осях прокачуються два важелі 15. В передній частині корпусу контактора 12 зроблено отвір для касети 5 (рис. 5.61).

Передньою частиною корпус контактора 12 упирається в обойму циліндрів 8 (рис. 5.62), а задньою – в пробку газового поршня 2 (рис. 5.71), обмежуючи її вихід при відкаті повзуна 2.

Кабель 2 здійснює подачу живлення на електричні ланцюги гармати і складається із гнучкого броньованого шлангу, для захисту від механічних пошкоджень проводів при експлуатації, штепсельного роз'єму і корпусу кабелю 2, на якому знаходиться колодка 1 зі штирями, з яких знімається напруга в контакторі 4 (рис. 5.61).

Важелі 15 вільно переміщуються на осях в задній частині контактора і взаємодіють з передніми знижувачами і штовхачем 8. Вони призначені для перетворення поступального руху передніх знижувачів в обертальний рух штовхача 7.

Штовхач 7 замикає і розмикає електричний ланцюг на ЕКВ патрона при запиранні і відпиранні каналу ствола. Він являє собою важіль *15* з двома плечима та отвором для штифта *8* і взаємодіє з контактом.

Контакт в корпусі 3 контакту знімає напругу з кабелю *2* і подає його на ЕКВ піропатрона, являє собою підпружинений *11* ізольований контакт, розташований в циліндричному корпусі контакту.

Датчики 10 утворюють ланцюги лічильника залишку патронів (ЛЗП) і датчика переднього положення рухомих частин автоматики гармати, являють собою циліндричні плунжери з підпружиненими *11* контактами, розміщуються в корпусі контактора *12* і фіксуються штифтом *9*.

Коромисло 5 замикає ланцюг ЛЗП при приході лівого повзуна *2* (рис. 5.66) в переднє положення, повертається повзуном *3*, який накочується.

Кришка 6 захищає штири колодки *1* від попадання пилу і нагару та кріпиться в корпусі контактора *12* скобою *4*.

5.3.5. Будова газового поршня

Газовий поршень 3 (рис. 5.61) є основним ланцюгом газового двигуна гармати і призначений для перетворення сили дії порохових газів в циліндрі в поступальний рух повзуна *2, 3* (рис. 5.66). Для з'єднання з лівим *2* і правим *3* повзунами на газових поршнях *3* зроблено хвостовики *4*.

Кільце 1 (рис. 5.71) забезпечує обтюрацію порохових газів під час пострілу.

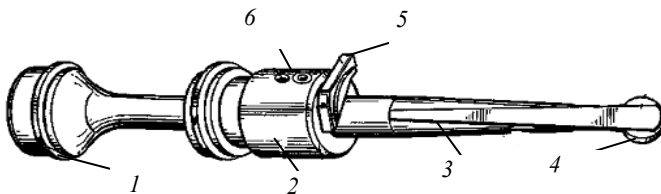


Рисунок 5.71 – Деталі поршня гармати з перезаряданням від піропатрона:

1 – кільце ущільнювальне; *2* – пробка; *3* – поршень газовий;

4 – хвостовик; *5* – майданчик; *6* – отвори

Пробки 2 утворюють замкнутий за поршнем *3* простір в циліндрі, що знаходяться в задньому положенні частин гармати, необхідний для здійснення піроперезарядки. Для проходження газів із касети *5* (див. рис. 5.61) в простір за поршнем *3* зроблено отвір *6*.

5.3.6 Будова касети

Касета 5 (рис. 5.61) є корпусом 3 для піропатрона. Касета складається із корпусу касети 3 і закріпленої в ній пластини 4.

В бокових стінках зроблено два отвори 1, через які виходять гази під час спрацювання піропатрона. Касета 5 вставляється в корпус контактора 12 (рис. 5.70) і фіксується сухарними виступами 2 (рис. 5.72).

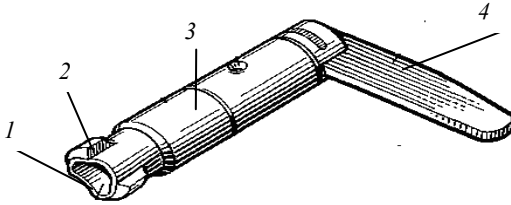


Рисунок 5.72 – Деталі касети піропатрона:
1 – отвір; 2 – виступи сухарні; 3 – корпус касети; 4 – пластина

Пластина 4 призначена для повороту касети при замиканні і для фіксації від розвороту за підпружинений плунжер.

5.4 Конструкція авіаційної гармати ГШ-6-23

5.4.1 Загальні відомості та принципи побудови гармати

Гармата ГШ-6-23 (АО-19, ТКБ-613) індекс ГРАУ 9-А-620 шестиствольна авіаційна 23 мм автоматична гармата виконана за схемою Гатлінга.

Гармата ГШ-6-23 розроблена Тульським КБ приладобудування. Роботи очолював Василь Грязев. Загальне керівництво виконував Аркадій Шипунов. Серійне виробництво розпочалося у 1972 році. На озброєння була прийнята у 1974 році.

Гармата призначена для озброєння з літаків СУ-24М та застосування із підвісних рухомих установок СППУ-6.

Модернізований зразок цієї гармати – ГШ-6-23М (9-А-768) може використовувати як ланкову систему живлення так і безланкову (магазинну).

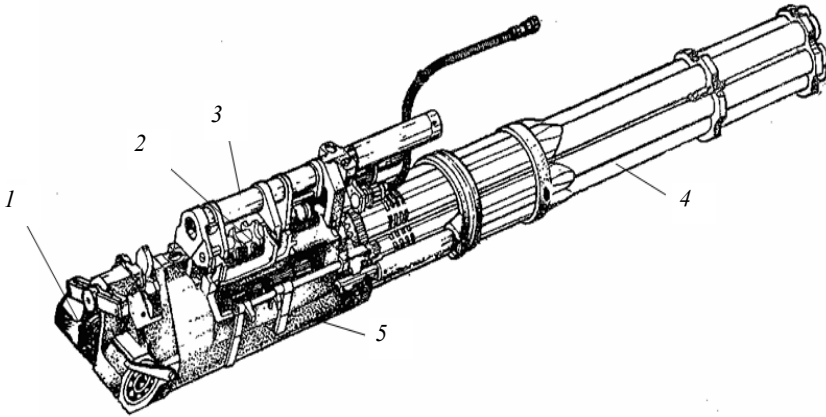


Рисунок 5.73 – Загальний вигляд гармати ГШ-6-23:
1 – затильник; 2 – зірка подачі; 3 – піростартер;
4 – блок стволів; 5 – кожух

Гармата ГШ-6-23 (рис. 5.73.) виконана за багатоствольною схемою автоматики з обертовим блоком стволів. Стволи із затворами зібрані в єдиний блок і обертаються в нерухомому кожусі разом з центральною зіркою. Затвори, що ковзають у повздовжніх напрямках центральної зірки, скоюють зворотно-поступальний рух.

Замикання каналу ствола здійснюється поворотом затвора, при цьому його зачепи заходять за бойові упори, розміщені на казеннику. За один оберт блоку стволів кожний із затворів здійснює перезарядження, а з стволів послідовно виконуються постріли. Блок стволів і пов'язані з ним механізми здійснюють безперервний рух протягом всієї черги.

В результаті такого поєднання робочих циклів шести стволів вдалося отримати високий темп стрільби, який залежить від кутової швидкості обертання блоку стволів.

Розгін блоку стволів здійснюється піростартером газопоршневого типу з використанням штатних піропатронів (ППЛ – піропатрон латунний).

Робота автоматики гармати заснована на використанні енергії порохових газів, що відводяться зі стволів через газовідвідні отвори в газовий двигун. Зворотно-поступальний рух газового штока з поршнями перетворюється в обертальний рух блоку стволів за допомогою кривошипно-механізму, який розміщується в затильнику гармати.

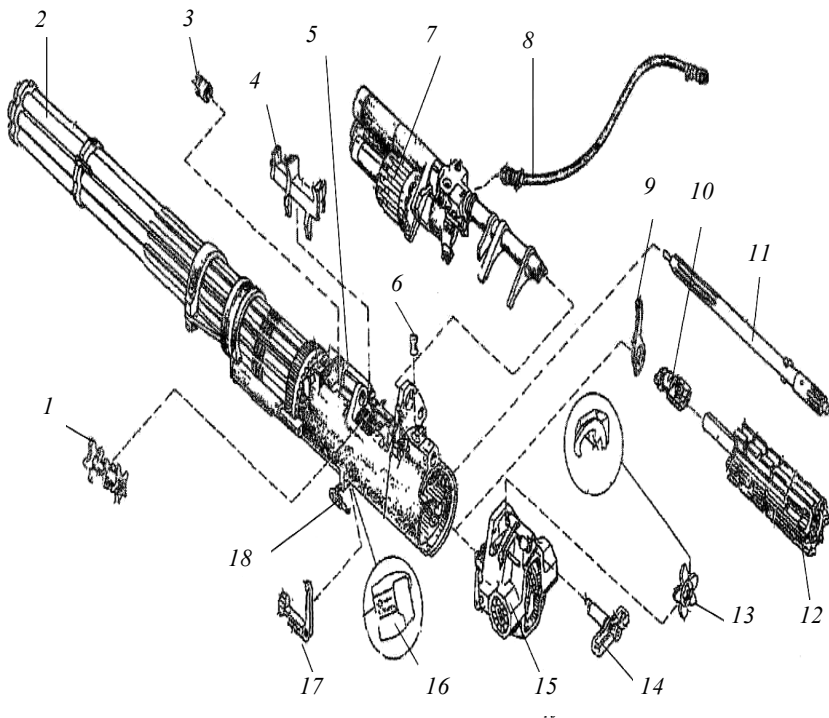


Рисунок 5.74 – Склад гармати ГШ-6-23

5.4.2 Блок стволів з кожухом

Блок стволів з кожухом (рис. 5.75), який є ведучою ланкою гармати і включає до свого складу стволи 9 (0155 – непарний, 0156 – парний), кожух 1 з стійкою 2, вісь піростартера 4, казенник 7, гребінь 5, газовий циліндр 10, амортизатори 3, 19, вилки 8 (ролики кочення), шестерні прискорювача 11, дульну обойму 14, муфту 15, кільце кульове 17, втулки 18, вал прискорювача 16 з шестернею, шпонка прискорювача 20, прискорювач 21, кульок 22 діаметром 10,3 мм, пробки 23, фіксатор 24, шпильки 6, 13, чеку 12, напрям обертання амортизаторів при їх встановленні I, III, напрям обертання стволів при його знятті та встановленні II.

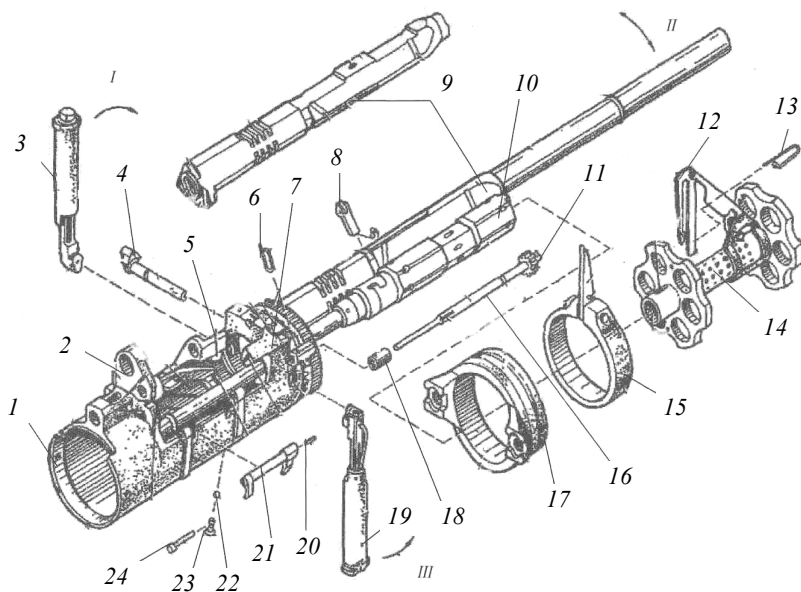


Рисунок 5.75 – Блок стволів з кожухом

Схема блоку стволів наведена див. рис. 1.10, а загальний вигляд подано на рис. 5.76.



Рисунок 5.76 – Загальний вигляд блоку стволів гармати ГШ-6-23М

Усередині блоку стволів розміщується газовідвідний двигун, рухомий шток який сполучений із кареткою кривошипно-шатунного механізму.

Казенник (рис. 5.77) – це монолітна деталь, яка об'єднує стволи в єдиний блок.

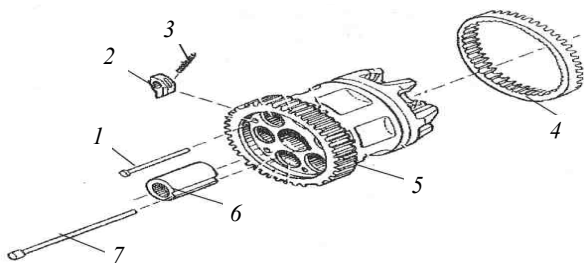


Рисунок 5.77 – Складові частини казенника:
 1 – вісь засувки; 2 – засувка; 3 – пружина засувки; 4 – зубчасте колесо;
 5 – казенник; 6 – втулка розпірна; 7 – шпонка

На ньому розміщені муфта обгону у вигляді зубчастого колеса, яке взаємодіє з зубчастою рейкою поршня піростартера, зубчатий вінець, який приведе у дію прискорювач механізму відбиття стріляних гільз і патронів-осічок. У казеннику розміщуються 6 патронників.

Позаду на приливах казенника кожен патронник має скоси для взаємодії з ударником 17 (рис. 5.74). Там же з іншого боку приливи мають бойові упори 10 (див. рис. 1.10), в які заходять зачепи затворів при замиканні каналу ствола. Обтюрація стику між стволами і казенником у момент пострілу здійснюється гільзою патрона. У центральному отворі казенника розміщується приливок центральної зірки 12 (рис. 5.74) і шток газовідвідного двигуна.

Зовні на казеннику розміщується зовнішнє колеса муфти обгону піростартера гармати та шестірня приводу механізму подачі патронної стрічки.

Стволи кріпляться до казенника за допомогою кільцевого буртика на казеннику і відповідних сегментних виступів на стволах. Для центровки стволів відносно казенника позаду на торці кожного ствола мається посадочний кільцевий буртик, який входить у відповідну виїмку казенника. Після під'єднання до казенника стволи у районі газовідвідних отворів стягуються муфтою або кільцем 3 (див. рис. 1.10), а в дульній частині скріпляються обоймою.

Для забезпечення легкого обертання блока стволів у районі нерухомого кульового кільця 5 між стволами встановлені вилки з роликами 8 (рис. 5.75), які обкочуються по внутрішній поверхні кільця.

Затвори 1 (рис. 5.78) слугують для досилання патрона у патронник, замикання каналу ствола, виконання пострілу і екстракції стріляної гільзи. Вони містять у собі остов затвора 5, розбивач 2, ролик ведучий 4 з віссю 3 та ролики остова 6 з осями 7.

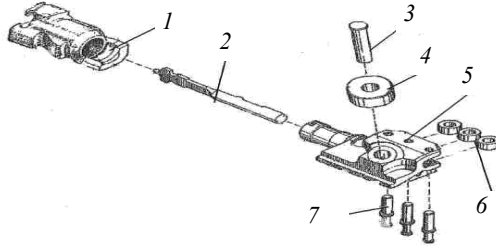


Рисунок 5.78 – Затвор

Затильник (рис. 5.79) слугує для перетворення зворотно-поступального руху газового поршня двигуна гармати в обертальний рух блоку стволів.

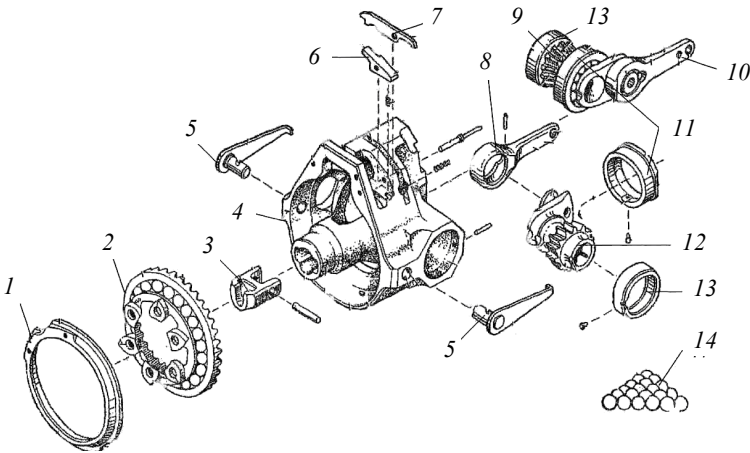


Рисунок 5.79 – Будова затильника

У його корпусі розміщений кривошипно-шатунний механізм. На корпусі затильника 4 розміщуються деталі механізму ввімкнення і вимкнення подачі патронної стрічки.

Затильник кріпиться на кожусі двома фіксаторами 5. До складу затильника входять кривошип правий 9, кривошип лівий 12, фіксатор корпусу 7, фіксатори затильника 5, фіксатор вала подачі 6, зовнішні кільця 13, внутрішні кільця 11, шатуни лівий 8 і правий 10, каретка 3 з віссю, шестірня ведуча 2, кільце 1, кульки 14 (91 шт.).

Двигун гармати ГШ-6-23 (рис. 5.80) являє собою одноциліндровий двох поршневий двигун, який розміщується усередині блока стволів вздовж осі його обертання.

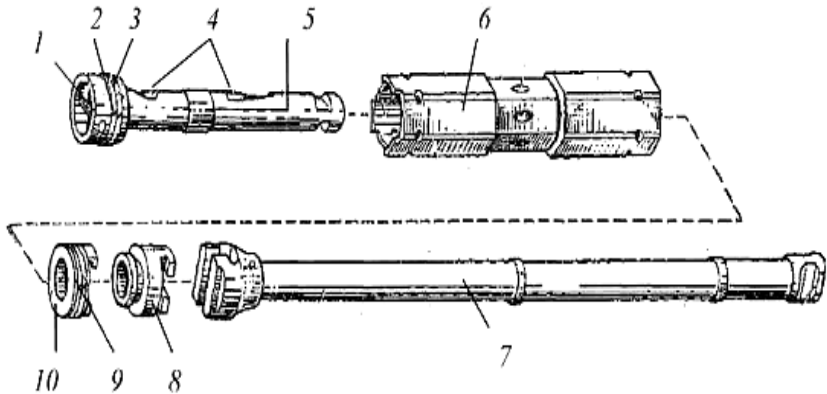


Рисунок 5.80 – Складові частини газового циліндра:

- 1 – штифт; 2 – передній поршень; 3, 9 – компенсаційні кільця;
 4 – газові канавки; 5 – передній шток; 6 – газовий циліндр;
 7 – задній шток; 8 – упор поршня; 10 – задній поршень

Схема двигуна наведена див. рис. 1.14.

Вал подачі 11 (рис. 5.74) слугує для передачі обертального руху від блоку стволів 2 до зірки подачі 1 через шестерню подачі 13 і для вмикання та вимикання подачі патронної стрічки у гармату.

До складу вала подачі входять:

- вал подачі;
- пружина вала подачі;
- стрижень напрямний;
- замикач;
- штовхач шептала.

Піростартер 7 (рис. 5.74) слугує для розгону блоку стволів перед стрільбою і за допомогою електромагніту керує механізмом включення подачі патронної стрічки. Піростартер одночасно слугує кришкою приймача патронної стрічки.

Складові частини піростартера наведені на рис. 5.81, а конструктивна схема – на рис. 5.82.

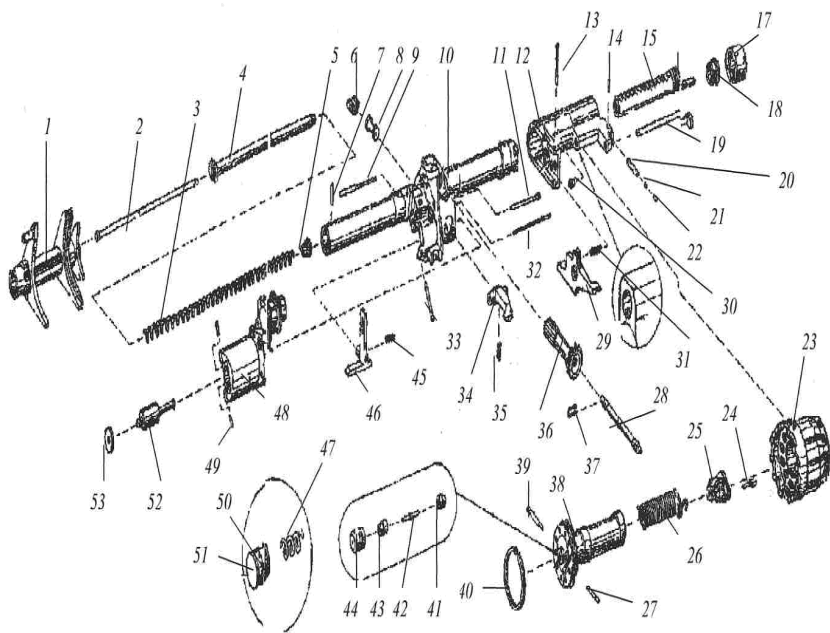


Рисунок 5.81 – Піростартер гармати ГШ-6-23:

- 1 – приймач стрічкового живлення; 2 – стрижень; 3, 21, 31, 35, 45, 47 – пружина;
 4 – трубка; 5 – замикач пружини; 6 – державка; 7, 14, 24, 27 – штифт; 8 – опорний ролик;
 9 – вісь стопора; 10 – остов піростартера; 11 – штовхач плунжера;
 12 – ковпачок; 13 – вісь анкера; 15 – піропоршень; 16 – кільце компресійне;
 17 – фіксатор ковпачка; 18 – заглушка; 19 – вісь касети; 20, 41, 43, 44 – втулка;
 22 – фіксатор осі касети; 23 – касета; 25 – втулка; 26 – пружина касети;
 28 – вісь шестірні; 29 – анкер; 30 – клапан; 32 – вісь державки; 33 – вісь упора;
 34 – стопор вимикача; 36 – шестерня; 37 – шпилька; 38 – втулка касети;
 39 – вісь кришки; 40 – пружинне кільце; 42 – контакт; 46 – упор стопора;
 48 – електроспуск; 49 – фіксатор заглушки; 50 – контактне кільце;
 51 – плунжер датчика; 52 – якір; 53 – заглушка

Він складається з касети, в якій розміщуються піропатрони 5 (рис. 5.82), газопорохового двигуна з поршнем 2, зворотної пружини 3, опорного ролика 1 та клапанів 4.

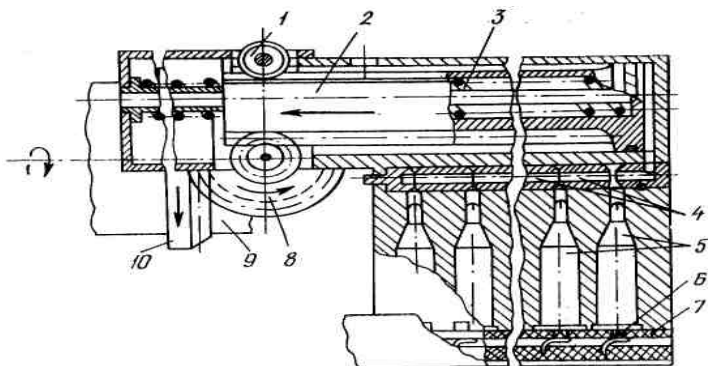


Рисунок 5.82 – Конструктивна схема стартера гармати ГШ-6-23

Касета з торця піропатронів закривається контактною колодкою 7 з електророзбивачами 6. Поршень 2 зв'язаний з блоком стволів 9 через проміжну шестерню 8 і муфту обгону 10. При спрацюванні одного з піропатронів 5 порохові гази через клапани 4 надходять в циліндр і переміщують поршень 2. Поршень через проміжну шестерню 8 і муфту обгону 10 обертає блок стволів 9. Наприкінці робочого ходу поршня відкриваються вихлопні вікна, газ з циліндра викидається в атмосферу, а поршень, під дією пружини 3 повертається в початкове положення.

Муфта обгону забезпечує однобічний кінематичний зв'язок від поршня стартера до блока стволів. Вона являє собою храповий механізм, виконаний у вигляді шестерні 2 (рис. 5.83), яка вільно насаджена на блок стволів 1 і однієї або декількох защіпок 3 з пружинами.

Зашчіпки закріплені на блоці стволів за допомогою осей і пружинами притискаються до храпових зубів, виконаних на внутрішній поверхні шестерні 2. Шестерня 2 через защіпки 3 обертає блок стволів 1 тільки проти годинникової стрілки. У протилежному напрямку вона повертається на блоці стволів вільно.

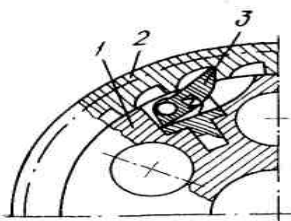


Рисунок 5.83 – Муфта обгону

Для перемикавання запальних кіл піропатронів піростартера у гарматі ГШ-6-23 застосовується перемикач, який на початку кожної стрільби у певній послідовності підключає до кола стрільби піропатрони стартера.

Конструктивно він виконаний у вигляді десятипозиційного кільцевого перемикача, рухомий контакт 13 (рис. 5.84) якого закріплений за допомогою ізоляційної втулки 10 на осі 9 заскочного колеса, і при своєму повертанні послідовно замикає один з контактів 11 нерухомої контактної колодки 12 з струмопровідним кільцем 14.

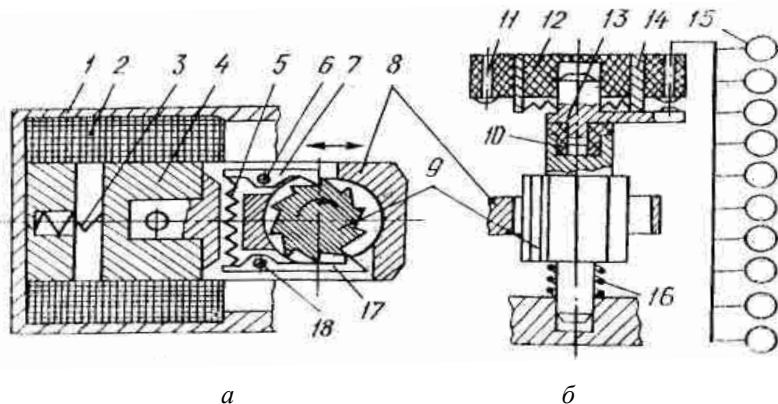


Рисунок 5.84 – Перемикач запальних кіл гармати ГШ-6-23

Контакти 11 у послідовності, вказаній на рис. 5.84, б, підключені до піророзбивачів 15 піропатронів, кільце 14 підключено до кола стрільби. Пружина 16 піднімає рухомий контакт 13 до контактної колодки 12.

Привід рухомого контакту 13 виконано від якоря 4 електромагніта (рис. 5.84, а) за допомогою клапанів 7, 17, які закріплені на рамці 8 за допомогою осей 6, 18, що підтискаються пружиною 5 до заскочного колеса, посадженого на осі 9. На цьому рисунку також ще позначено корпус електромагніта 1, котушка 2 і пружина якоря 3.

Контакти 11 у послідовності, що вказані на рис. 5.84, б, підключені до піророзбивачів 15 піропатронів, кільце 14 підключено до кола стрільби. Пружина 16 піднімає рухомий контакт 13 до контактної колодки 12.

У початковому стані перед здійсненням пострілу рухомий контакт 13 знаходиться між двома нерухомими контактами 11 і відведений від контактної колодки 12 вниз одним з виступів кільця 14. Під час натискання на кнопку стрільби якорь 4 з рамкою 8 втягується в котушку 2, клапан 17 повертає вісь 9 з рухомих контактом 13 на півкроку, в результаті

контакт 13 сходиться з виступу кільця 14 і пружиною 16 підтискається до чергового нерухомого контакту 11. Запальне коло одного з патронів підключається до кола стрільби.

Після відпускання кнопки стрільби якір 4 з рамкою 8 повертається в початкове положення, при цьому клапан 7 повертає вісь 9 з контактом 13 ще на півкроку. Рухомий контакт знову займає проміжне положення між нерухомими контактами і відведеним від них черговим виступом кільця 14. У подальшому робота перемикача повторюється і при черговому натисканні на кнопку стрільби до кіл стрільби підключається наступний нерухомий контакт 11.

Корпус 14 (рис. 5.74) розміщується на затильнику і виконує функції вимикача механізму подачі патронної стрічки. До його складу входять: корпус; вісь; вимикач; защіпка вала; шептало; вісь шептала; пружина.

5.4.3 Окремі деталі гармати

Центральна зірка 12 (рис. 5.74) забезпечує розміщення на ній затворів. Разом з копіром кожуха забезпечує безударний зворотно-поступальний рух затворів при досиланні патронів у стволі та відбитті гільз.

Розмикач 9 (рис. 5.74) забезпечує відмикання каналів стволів шляхом повороту затворів.

Шестерня подачі 13 (рис. 5.74) здійснює зв'язок вала подачі 11 і зірки подачі 1 з блоком стволів 2.

Вмикання подачі патронної стрічки на початку стрільби та її вимкнення при припиненні стрільби виконується спусковим механізмом (див. рис. 1.43), який керується від приводу рухомого контакту перемикача запальних кіл піропатронів піростартера (рис. 5.84, а) через важіль, що переміщує штовхач 1 (рис. 5.85), розташований усередині вала подачі 2 (рис. 5.74, позиція 11).

Пробка 6 (рис. 5.74) вставляється в отвір кожуха 5 і призначена для запобігання випадання ведучих роликів основа затворів.

Зірка подачі 1 (рис. 5.74) забезпечує подачу патронної стрічки в автоматику гармати, зняття ланки з патронів і заведення патронів в екстрактори затвора.

Ударник 17 (див. рис. 1.37) завдає удару по розбивачу.

Знімач 4 (рис. 5.74) забезпечує знімання ланки з патронів, спрямування патрона при заведенні його в екстрактори затворів, відбиття стріляних гільз і кріплення ланко- та гільзовідвода.

Амортизатори 3, 19 (рис. 5.75) призначені для зменшення зусилля віддачі під час стрільби з гармати.

Складові частини амортизатора наведені на (рис. 5.85).

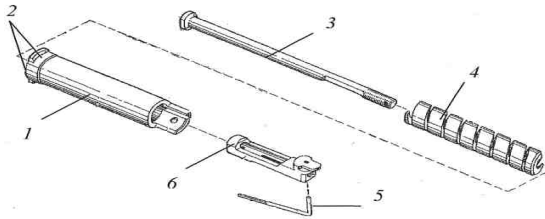


Рисунок 5.85 – Будова амортизатора:

1 – стакан; 2 – виступи; 3 – шток; 4 – пружина; 5 – фіксатор; 6 – наконечник

У зброї з високим темпом стрільби конструктори відмовились від обов'язкової вимоги повного гасіння коливань зброї на амортизаторі до здійснення чергового пострілу і запропонували перейти до застосування так званих «м'яких» амортизаторів з порівняно невеликою жорсткістю пружин. Саме тому у конструкції гармати ГШ-6-23 використовуються два симетричні амортизатори, які мають невелику жорсткість пружин.

5.5 Конструкція авіаційного кулемета ЯкБ-12,7

5.5.1 Загальні відомості та принципи побудови кулемета

Авіаційний кулемет ЯкБ-12,7 (рис. 5.86) призначений для стрільби по живій силі, що знаходиться на місцевості або у відкритих бронетранспортерах і автомашинах, а також для стрільби по вогнеvim (кулеметним і мінометним) точках, протитанковим і транспортним (неброньованим) засобам противника.

Він розроблений відомими авіаційними конструкторами П. Г. Якушевим і Б. А. Борзовим, звідки скорочена назва кулемета ЯкБ, і прийнятий на озброєння вертольоту Мі-24 у березні 1976 року.

Для стрільби з кулемета застосовуються 12,7-мм патрони з флегматизованим порохом (4/7 ЦГР) і з порохом без флегматизатора (4/7) з кулями БЗТ-44 (броньбійно-запальні-трасуючі) і Б-32 (броньбійно-запальні).

Підведення патронів в автоматику здійснюється розсипною ланковою стрічкою. Ланкова стрічка складається зі сталевих ланок (індекс 9-Н-624). Патрони, споряджені в ланки, замикають шарніри ланок і оберігають їх від розчіплювання.

цього кулемета було знищення легкоброньованих цілей. Пізніше на озброєння були прийняті патрони с броньбійними кулями зразка 1930 р. і броньбійно-запалювальні (БЗ) зразка 1932 р.

Основні дані патронів 12,7 мм:

Маса патрона:

з кулею Б-32, г.....	130 – 137
з кулею БЗТ-44, г.....	125 – 132
Довжина патрона з кулями Б-32 і БЗТ-44, мм.....	147 _{-1,5}

Маса кулі:

Б-32, г.....	47,4 – 49
БЗТ-44, г.....	43,2 – 44,8
Маса піропатрона ППЛ, г.....	26,4 – 27,8
Довжина піропатрона, мм.....	60 _{0,6}

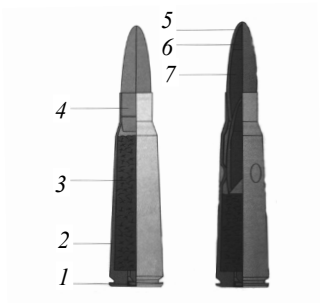


Рисунок 5.87 – Патрон 12,7-мм:

1-капсюль; 2-гільза; 3-пороховий заряд; 4-пуля; 5-стальна сорочка;
6-стальний сердечник; 7-свинцевий сердечник

В роки другої світової війни були розроблені патрони з броньбійно-запалювально-трасуючою (БЗТ) кулею і осколково-запалювальною кулею миттєвої дії (МДЗ).

На теперішній час в основному використовуються патрони з броньбійно-запалювальними кулями Б-32, броньбійно-запалювально-трасуючими БЗТ і осколково-запалювальними МДЗ. Патрони 12,7 мм використовуються для стрільби із авіаційних кулеметів А-12,7 і ЯкБ-12,7.

Піропатрон

Піропатрон з латунною гільзою ППЛ (рис. 5.88) призначений для установки в автоматичний кулемет ЯкБ-12,7 з метою забезпечення його перезарядки при відмовах у стрільбі.

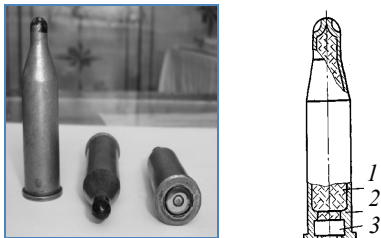


Рисунок 5.88 – ППЛ:

1 – пороховий заряд; 2 – гільза; 3 – електрокапслюль

Герметизація піропатрона досягається лакуванням стику капсюля з гільзою і обтисненою частиною дульця лаком БФ-2 і нітролаком НЦ-930 з фарбою фіолетового кольору. Смуги фіолетового кольору нанесені також на укупорці піропатронів.

Основні дані ППЛ

1. Маса, кг 0,026 – 0,0278
2. Довжина, мм 59,4 – 60
3. Максимальний тиск при спрацюванні ППЛ, кгс/см² 1 900 – 2 600
4. Маса порохового заряду, кг 0,0035
5. Діаметр ППЛ, мм 14

Патронна стрічка

- Маса ланки, г 26±1,5
- Крок ланкової стрічки, мм 31 ±^{0,6}_{0,4}
- Кількість проходів ланок через автоматику кулемета 5

Кулемет (рис. 5.89) конструктивно складається з таких збірних одиниць і деталей:

- блоку 1 стволів;
- коробки в зборі 2;
- механізму подачі 3;
- затворів у зборі 4 (4 шт.);
- планетарної передачі 5;
- електроспуску і блоку контактів 6;
- торсіона 7;
- центральної шестерні в зборі 8;
- защіпок 9 (2 шт.);
- корпусу 10 піростартера в зборі;
- гайки 11;
- знімача 12.

З кожним кулеметом поставляється горловина. Горловина (дет. 5) поставляється під час експлуатації кулемета в гондолі ГУВ-8700-00. Горловина поставляється під час експлуатації кулемета на вертольоті в установці УСПУ-24.

Разом з кулеметом поставляється комплект запасних частин, інструментів і приналежностей.

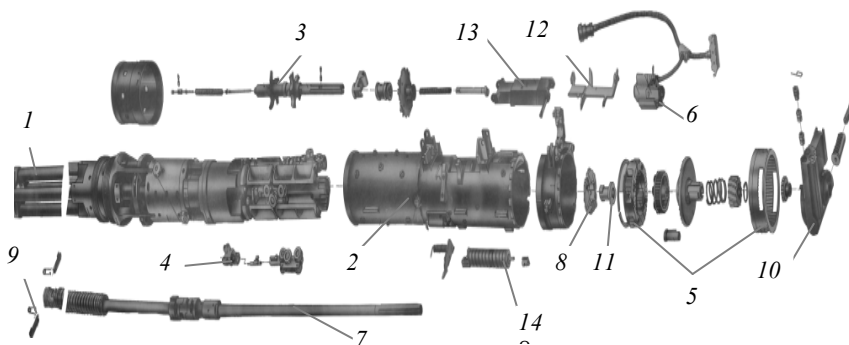


Рисунок 5.89 – Основні збірні одиниці і деталі кулемета ЯкБ-12,7:

- 1 – блок стволів; 2 – коробка в зборі; 3 – механізм подачі; 4 – затвори в зборі;
- 5 – планетарна передача; 6 – електроспуск і блок контактів; 7 – торсіон;
- 8 – центральна шестерня в зборі; 9 – защіпки; 10 – корпус піростартера в зборі;
- 11 – гайка; 12 – знімач; 13 – горловина; 14 – амортизатор

5.5.2 Блок стволів

Зібраний блок стволів (рис. 5.90, 5.91) складається з таких основних збірних одиниць і деталей: газовідвідної муфти 1, поршня 2, блоку 16 штоків, роликової муфти 3, муфти 4 движка, чотирьох стволів 5, чотирьох лейнерів 6, шпонки центральної зірки 7, казенника 8, центральної зірки 9, розмикача 10, штифта центральної зірки 11, движка 12 з роликами, вісі ролика 13, ролика 14, вісі штока 15, блоку штоків 16, задньої муфти 17 стволів, упорного ролика движка 18, штифта осі ведучого ролика 19, вісі упорного ролика 20, ведучого ролика движка 21, вісі ведучого ролика 22, штифта осі ведучого ролика 23, передньої муфти 24 стволів, штифта муфти стволів 25, шпилька 26, движка 27, кільця 28, штифта переднього 29.

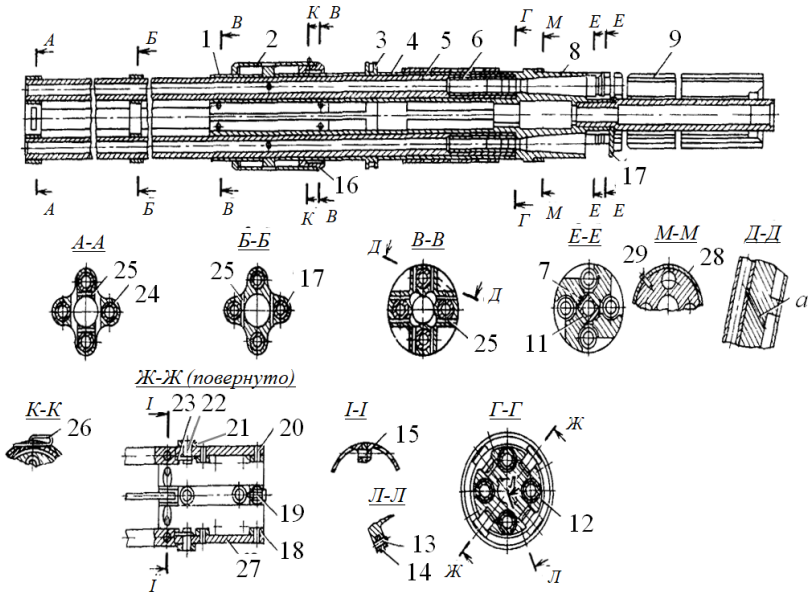


Рисунок 5.90 – Блок стволів

Муфти стволів передня 24 і задня 17 (рис. 5.90) слугують для об'єднання стволів. Кожна муфта стволів має центральний отвір для торсіона, чотири подовжніх циліндричних отвори для посадки на стволи 5, два циліндричних отвори для штифтів 25, якими вони кріпляться на

стволах. У передній муфті знаходяться два прямокутних пази, у яких розміщуються заціпки торсіону.

Стволи 5 слугують для напрямку польоту кулі. Канал кожного ствола має вісім гвинтових нарізів, що йдуть ліворуч нагору праворуч. У стволах просвердлені газовідвідні отвори *a* (див. рис. 5.90) діаметром 4,6 мм (по два отвори).

У задній частині, зовні, на стволах зроблене різьблення для кріплення їх у казеннику 8, а всередині зроблені гнізда під лейнери 6 і на торці пази для виступів лейнера, що виключають можливість повертання лейнерів щодо ствола.

Лейнер 6 (вкладиш у казенну частину ствола) слугує для підвищення живучості ствола. Він встановлюється в гнізді ствола і своїм виступом входить у паз ствола, всередині лейнер має таку ж нарізку, як і ствол.

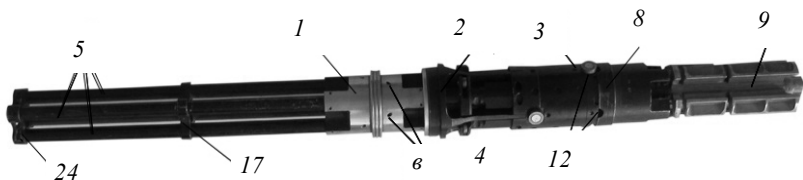


Рисунок 5.91 – Вид блоку стволів:

- 1 – газовідвідна муфта; 2 – блок штоків; 3 – муфта движка; 4 – ролик муфта;
5 – стволи; 8 – казенник; 9 – центральна зірка; 12 – движок з роликами;
17 – задня муфта стволів; 24 – передня муфта стволів

Газовідвідна муфта 1 (рис. 5.92) слугує для відводу порохових газів через газовідвідні отвори діаметром 4,6 мм із каналів стволів, що забезпечують нормальну роботу автоматики кулемета.

На кожному стволі газовідвідна муфта закріплена чотирма штифтами 25. Газовідвідна муфта включає: центральний отвір для торсіона і чотири отвори для посадки її на стволи; зовні в передній частині – вінець *b*, на якому зроблені дві обтируючі канавки; по обидві сторони вінця – по чотири (по два на кожний ствол) газовідвідних отвори *в*; з переднього і заднього торців по чотири пази *a* для скидання газів.

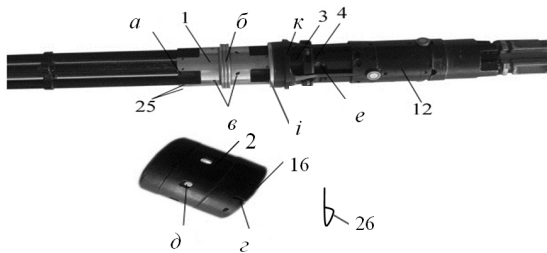


Рисунок 5.92 – Деталі газового двигуна:

- 1 – газовідвідна муфта; 2 – поршень; 3 – роликів муфта; 4 – муфта движка;
 12 – движок з роликами; 16 – блок штоків; 25 – штифти муфти стволів;
 26 – шпилька

Поршень 2 (рис. 5.92) із блоком 16 штоків сприймає тиск порохових газів і надає движку зворотно-поступальний рух.

Поршень – порожній циліндр, з переднього торця має робочу площадку, на яку діють порохові гази, і дві обтируючі канавки, а з заднього торця різьблення для з'єднання його з блоком штоків 16. Від відгвинчування поршень фіксується шпилькою 26, кінець якої кріпиться в його прорізи *г*.

В середній частині поршня знаходяться вісім отворів *д* для скидання газів. Зовні на поршні є риска *і*, яка нанесена для правильного об'єднання його з блоком штоків при збиранні.

Блок штоків має чотири штоки *е* для з'єднання його з движком 12, а на передній циліндричній його частині різьблення для з'єднання з поршнем; на блоці штоків нанесена збірна риска *к*.

Задні кінці штоків мають прямокутну форму для з'єднання їх з пазами движка і циліндричні отвори для вісей, якими штоки кріпляться до движка.

Роликів муфта 3 (рис. 5.92) виконує роль передньої обертової опори блоку стволів.

У роликів муфті знаходяться:

- центральний циліндричний отвір для розміщення торсіона, чотири циліндричних отвори *г* для посадки її на стволи, чотири пази *е* для штоків;
- у вушках вінця *д* на осях розміщені чотири ролики 14 (див. рис. 5.90), для яких у вінці муфти зроблені пази *ж*;
- риски *і* на вінці для установки стволів у положення пострілу й у положення, що забезпечує вільне закривання замикача;
- пази *л* для зчеплення блоку стволів з виступами торсіона.

Казенник 8 (рис. 5.93) є деталлю, що поєднує стволи і центральну зірку. Він має чотири патронники для розміщення патронів і бойові упори *і* для запирання затворів.

У передній частині знаходяться чотири різьбових гнізда *г* для вгвинчування стволів.

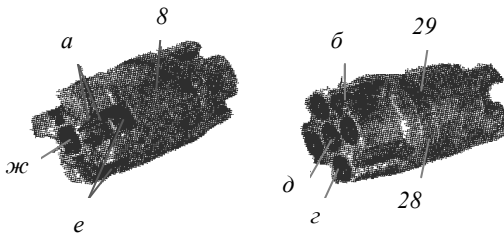


Рис. 5.93 – Казенник

У казеннику знаходяться: наскрізний отвір *д* для торсіона, у задній частині отвір *ж* із шпонковими пазами для розміщення циліндричного виступу центральної зірки і шпонки, кільцевий виступ (у середині) для упора в нього хвостовика центральної зірки, напрямні пази *б*, у яких переміщуються упорні ролики *18* движка (див. рис. 5.91). Кільце *28*, закріплене на казеннику штифтом *29*, спирається на торцеву поверхню виступу у казеннику і слугує для передачі зусилля віддачі під час стрільби внутрішньому кільцю підшипника.

Розмикач *10* (див. рис. 10) забезпечує відмикання затворів після пострілу і розміщується на циліндричному виступі *а* (рис. 5.96) центральної зірки. Він має: відмикаючий виступ *в* (рис. 5.94), отвір *б* посадки на центральну зірку, паз *а* для кріплення його до знімача.

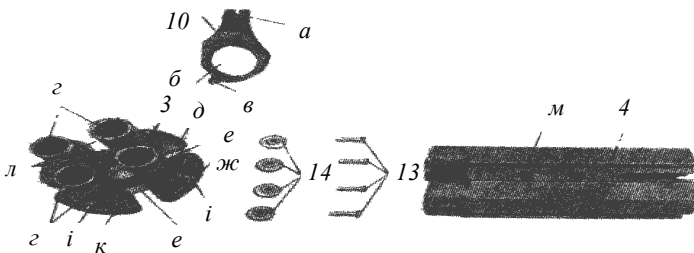


Рисунок 5.94 – Окремі деталі блоку стволів:

- 3* – роликова муфта; *4* – муфта движка; *10* – розмикач; *13* – осі роликів;
14 – ролики

Центральна зірка *9* (рис. 5.91, 5.95) призначена для напрямку руху затворів.

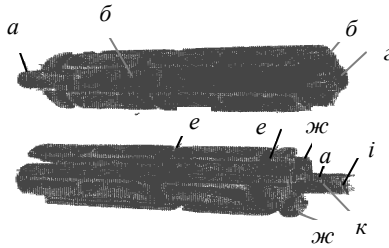


Рисунок 5.95 – Центральна зірка

Вона має:

у передній частині циліндричний виступ *a*, на якому обертається розмикач *10*, шпонкову канавку *к* зі шпонкою *7* для з'єднання з казенником, подовжні гнізда *б* для проходження нижніх виступів затворів, патронів або гільз; в цих гніздах знаходяться напрямні пази *жс* для правих *4* і лівих *7* роликів затвора (рис. 5.107);

у задній частині циліндричний виступ *в* (див. рис. 5.95), який є посадковим місцем під внутрішню обойму радіального підшипника затильника; всередині циліндричного виступу різьбове гніздо *з* гайки *11* (див. рис. 6), а зовні шліци *д* (рис. 5.95) для з'єднання з центральною шестернею *8* (див. рис. 5.90), поперечні пази *е* (див. рис. 5.95) для проходження пер знімача, отвір *і* для розміщення торсіона *7* (див. рис. 5.90). З'єднання центральної зірки і казенника фіксується штифтами *11* (див. рис. 5.91).

Шпонка *7* (див. рис. 5.90) призначена для з'єднання центральної зірки з казенником і фіксує її від провороту у казеннику.

Движок *12* з роликами (див. рис. 5.91, 5.92) разом з копіром перетворює поступальний рух поршня в обертальний рух блоку стволів. Движок з роликами складається з движка *27* (див. рис. 5.91), восьми упорних роликів *18* з вісями *20*, чотирьох ведучих роликів *21* з вісями *22* і штифтів *23*, що фіксують вісі.

В передній частині движка знаходяться чотири подовжні пази, у яких розміщені задні прямокутні кінці штоків *е* блоку штоків, і чотири поперечних отвори для вісей, якими закріплені штоки. Упорні ролики закріплені в движку на вісях і обкатуються по пазах муфти движка і пазам казенника. Ведучі ролики закріплені в движку на вісях і обкатуються по криволінійних пазах копіра движка.

Муфта движка 4 (див. рис. 5.91, 5.94) слугує для направлення движка при подовжньому його переміщенні. Муфта має центральний отвір для торсіона і чотири отвори для посадки її на стволи. Зовні на муфті знаходяться чотири направляючих пази *m* (див. рис. 5.94), у яких містяться упорні ролики движка.

5.5.3 Коробка в зборі

Коробка у зборі (рис. 5.96) поєднує основні частини кулемета і забезпечує закріплення його на установці. Вона містить такі основні збірні одиниці і деталі: коробку 1, вісь 2 кришки приймача з прапорцем, кришку 3 приймача, затильник 4, вкладиш 5, відкатник 6, замикач 7, защіпку 8 замикача, прапорець 9 защіпки, штифт прапорця 10, пружину 11, шпильку 12 замикача, пружину 13 защіпки замикача, штифт защіпки замикача 14, вісь 15 замикача, основу замикача 16.

Коробка 17 (рис. 5.97) являє собою порожній циліндр. У передній частині коробки на гвинтах встановлений копір 18 двигуна, у криволінійних пазах якого переміщуються ведучі ролики движка.

Копір двигуна є деталлю, що перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух блоку стволів.

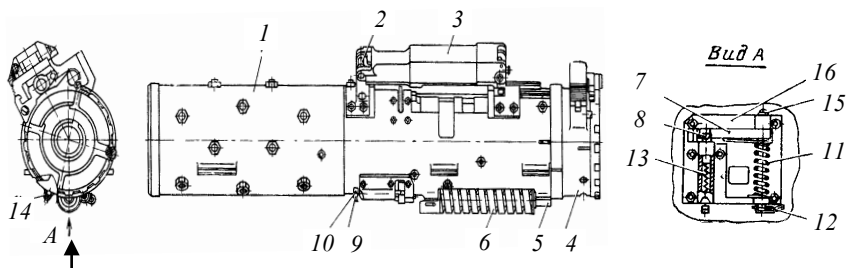


Рисунок 5.96 – Коробка в зборі

На передньому вінчику коробки нанесені риски з написами: “Выстрел” і “Замыкатель”. Під час сполучення однієї з рисок і роликової муфти (див. рис. 5.94) із відповідною рисою на коробці блок стволів встановлюється в положення пострілу або в положення, при якому забезпечується вільне закривання замикача.

Основний копiр слугує для перетворення обертального руху блоку стволiв у зворотно-поступальний рух затворiв; копiр складається з двох частин, якi пiсля об'єднання їх у коробцi утворюють замкнутий профiльний паз. На прямолiній дiлянцi основного копiра зроблений паз для закладання ведучого ролика затвора в профiльний паз пiд час збирання i розбирання.

Зверху на коробцi є вiкно, через яке патрон подається в затвори i вiдбивається стрiляна гiльза. З лiвої сторони приймального вiкна зробленi вирiзи: вирiз *ж* для знижувача (див. рис. 5.97, *а*), вирiзи *д* для оперення зiрки подачi.

Зовнi на коробцi (мiж вирiзами для оперення зiрки подачi) знаходиться гнiздо *ю*, в яке утоплюється важiль горловини при заряджаннi.

За прийомним вiкном розташованi направляючi пази *а*, в яких крiпляться вкладиш i електроспуск.

З бокiв ствольної коробки знаходяться три пари напрямних виступiв *п* для крiплення кулемета на установцi.

На задньому торцi коробки знаходяться сухарнi виступи *т* для крiплення затильника i зроблений паз *ш* для фiксатора затильника.

Знизу, в середнiй частинi коробки, на гвинтах встановлена основа *34* замикача i прорiзаний паз *с* (див. рис. 5.97, *б*) для виходу замикача.

На основi замикача за допомогою вiсi *15* (див. рис. 5.96) закрiплений замикач *7* з пружиною *11* i встановлена защiпка *8* замикача з пружиною *13*.

Зашцiпка замикача слугує для фiксацiї замикача у робочому положеннi (замикач введений у порожнину коробки).

Фаска на защiпцi замикача слугує для самовитискання її при введеннi замикача в порожнину коробки.

Прапорець защiпки *9* (рис. 5.96) слугує для вимикання защiпки замикача при розряджаннi кулемета.

В нижнiй частинi коробки зроблене вiкно *ф* (див. рис. 5.97, *б*) для розміщення вiдкатника *б* (див. рис. 5.96) i розташованi виступи з пазами у *і* х (див. рис. 5.96, *б*) для вкладиша *5* i гайки *45* вiдкатника (див. рис. 5.100).

В заднiй частинi коробки (в бiчнiй стiнцi) знаходиться фiгурний паз *н* (див. рис. 5.97, *а*) для крiплення трiйника *2* (див. рис. 5.117). Зовнi нанесена установочна риска *я* для зручностi пiд час розбирання i збирання (див. рис. 5.97, *з*). Лiворуч збоку вiд приймального вiкна на гвинтах встановлена основа знижувача (див. рис. 5.97, *а*), що має вiкно для проходження знижувача *30* i отвір пiд вiсь знижувача. На осi знижувача знаходиться пружинна шайба для фiксацiї знижувача в положеннi, виведеному з порожнини коробки (пiд час збирання i розбирання).

Знижувач (рис. 5.98) слугує для напрямку патрона в патронник. Він має: виступ *a* з радіусною поверхнею, якими він спирається на зірку 10 подачі (див. рис. 5.107), отвір (див. рис. 5.97) для осі і радіусну поверхню *в* для напрямку патрона в патронник.



Рисунок 5.98 – Знижувач

Попереду і позаду приймального вікна приклепані передня 23 і задня 25 стійки (див. рис. 5.97, *a*).

Передня і задня стійки призначені для кріплення в них валика 2 механізму подачі (див. рис. 5.106), кришки 3 приймача (див. рис. 5.96), знімача 12 (див. рис. 5.90) і горловини.

Передня стійка має: паз, у якому розміщена опорна втулка 42 (див. рис. 5.97, *a*), паз *м* для знімача, отвір для осі опорної втулки 42, отвір *к* для осі кришки приймача, виступ *і* для кріплення горловини.

Задня стійка має: паз *г* для вкладиша, виїмку під виступ вкладиша, паз для знімача, отвір *в* під штифт кришки приймача і виступ під горловину.

Замикач 7 (рис. 5.96, 5.99) призначений для замикання затвору і примусового вижимання бойка для розбиття капсуля.

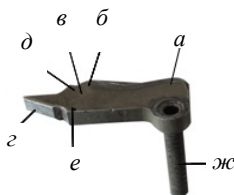


Рисунок 5.99 – Замикач

Замикач має: виступ *в* для запирання затвора, виступ *б* для забезпечення примусового вижимання бойка, виїмку *а* для проходження бойка, площину *г* для опори на основу замкача, скоси *д* для проходження затворів, отвір *е* для розміщення кінця пружини 11 (див. рис. 5.96). Трубка *ж* є віссю замкача і напрямної пружини 11. Пружина замкача слугує для примусового виводу замкача з порожнини коробки під час розряджання кулемета.

Відкатник 6 (див. рис. 5.96, 5.100) слугує для поглинання енергії відкату і накату під час стрільби. Він складається (рис. 5.100): з осі 47 пружини відкатника, шайби 48, пружини 46 відкатника, упорної шайби 43, гайки 45, штифта 44 відкатника, вкладиша 5.

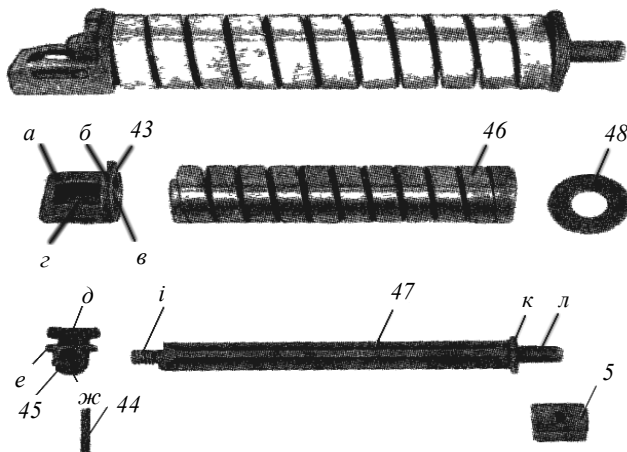


Рисунок 5.100 – Відкатник і вкладиш

На осі пружини відкатника знаходиться різьблення *и* для вгвинчування в гайку, ребра для центрування пружини і зменшення поверхні тертя, буртик *к* для упора шайби 48, лиски під ключ (під час збирання відкатника) і хвостовик *л*, на який надівається вкладиш.

Шайба 48 слугує для збільшення площі опори пружини відкатника.

Гайка слугує для кріплення відкатника у коробці і попереднього підтискання пружини. Вона має: різьбовий отвір *ж* під вісь пружини відкатника, направляючі виступи *е*, якими вставляється в пази коробки, отвір під штифт відкатника, кутовий скіс для зручності постановки відкатника в коробку. Виступ *д* перекриває паз *а* (див. рис. 5.97) прямолінійної ділянки основного копіра.

Упорна шайба 43 слугує для розміщення гайки 45 і для передачі зусиль віддачі під час стрільби. Вона має: виступ *б* для упора в коробку, проріз під штифт відкатника, виїмку *г* для розміщення гайки, отвір *в* під вісь пружини відкатника, скіс *а* для зручності постановки і виймання відкатника.

Фіксація відкатника здійснюється в коробці через вкладиш 5 (див. рис. 5.96, 5.97, б) затильником.

Вкладиш має: циліндричний отвір для посадки його на вісь пружини відкатника, направляючи виступи, що входять в пази коробки, і паз для зручності виймання його з коробки.

Затильник 4 (див. рис. 5.96) призначений для об'єднання коробки з корпусом піростартера 11 (див. рис. 5.114), розміщення в його внутрішній порожнині планетарного механізму, фіксації шестерні механізму подачі, а також є другою опорою під час обертання блоку стволів.

Затильник (рис. 5.101, 5.102) складається з таких основних збірних одиниць і деталей: защіпки в зборі 49, затильника 57, кільця 55 заднього підшипника, стопорного кільця 54, шептала 50, пружини 51 шептала, осі 52 шептала, фіксатора 59 затильника з пружиною 58, штифтів 60 і фіксатора 61 корпуса піростартера.

Зашчіпка в зборі 49 слугує для кріплення і фіксації механізму подачі на коробці. Вона складається з защіпки 62, пружин 63 защіпки, штифта 64, основи 65 защіпки.

Для відкидання основи защіпки необхідно натиснути рифлену ділянку защіпки, при цьому піджимається її пружина і защіпка виводиться із зачеплення з затильником.

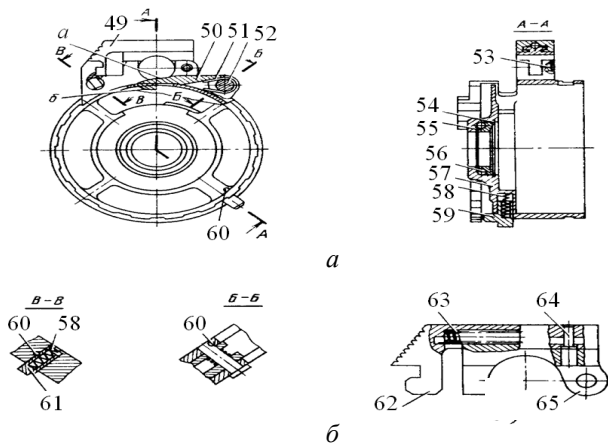


Рисунок 5.101 – Затильник із защіпкою:
а – затильник; б – защіпка в зборі

Затильник 57 (рис. 5.102) має: передні сухарні виступи *e* для приєднання його до коробки, задні сухарні виступи для приєднання його до корпусу піростартера і риски для забезпечення збирання кулемета.

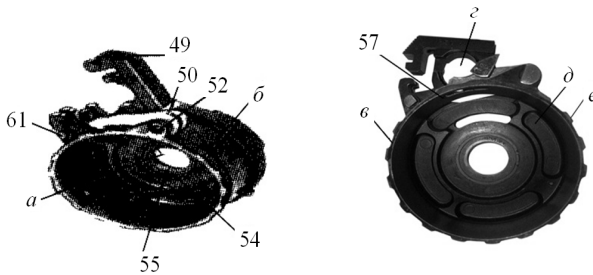


Рисунок 5.102 – Деталі і збірні одиниці затильника:

На затильнику знаходиться: центральний отвір *a* для центральної зірки *9* (див. рис. 5.91), глухий циліндричний отвір для фіксатора *59* затильника (рис. 5.103), виступ *в* для обмеження повороту затильника на коробці.

В середині затильника розміщений задній підшипник. Він складається з кільця *55* підшипника, двадцяти штук кульок *56* (рис. 5.102) діаметром 6 мм і стопорного кільця *54*. Для кульок у затильнику зроблені радіусні проточки. Стопорне кільце служить для фіксації зібраного підшипника, для нього в затильнику зроблена проточка.

У верхній частині затильника знаходиться провухина з отворами для розміщення шептала, глухий циліндричний отвір для фіксатора *61* піростартера (рис. 5.102) і циліндричний отвір *z*, утворений тілом затильника і основою *65* заціпки (рис. 5.101) для розміщення шийки шестерні *5* (рис. 5.105) механізму подачі. Попереду у стінці затильника виконані виїмки *д* (рис. 5.103) під ролики затворів, що оберігають їх від деформації під час відділення затильника від коробки.

Шептало *50* (рис. 5.102) з пружиною *51* встановлено на осі *52* у провухині затильника і служить для утримання (під дією кулачка механізму подачі) колеса планетарного механізму при закручуванні пружини торсіона, для чого на робочому кінці зроблений виступ *б*.

Радіусна поверхня *a* шептала призначена для взаємодії з кулачком механізму подачі. Пружина шептала слугує для примусового виводу виступу шептала з вікна колеса планетарного механізму після припинення впливу на шептало кулачка механізму подачі.

Вісь *52* шептала на своєму кінці має голівку, на яку спирається корпус піростартера.

Фіксатор *59* затильника слугує для утримання затильника на коробці в робочому положенні, а фіксатор *61* – для фіксації корпусу піростартера.

Кришка *3* приймача у зборі (рис. 5.96, 5.103) призначена для направлення патронної стрічки до знімача і для фіксації знімача і горловини.

Кришка приймача в зборі складається з кришки приймача 7 пружини, штифта 67, защіпки 68, штифта 69 кришки.

Кришка приймача в зборі приєднується до передньої і задньої стійки коробки за допомогою осі 2 (див. рис. 5.96) і штифта 69 (рис. 5.103), що проходять через отвори вушок b і v , і отвори вушок стійок.

На нижній поверхні кришки 70 приймача знаходяться напрямні z , що слугують для додаткової фіксації ланки на патроні; крім того, в уступ d впирається передній хвостик ланки, обмежуючи ланку від подовжного переміщення.

У лівому задньому вушку кришки приймача знаходиться гніздо для розміщення защіпки 68.

Зашчіпка слугує для фіксації штифта кришки приймача при закритій кришці приймача.

Зашчіпка підпружинена та зафіксована штифтом в кришці.

Штифт кришки має радіусну виїмку a для фіксації його в робочому положенні і лиску для проходження защіпки.

Вісь 2 (див. рис. 12) кришки приймача з прапорцем і штифт 69 (рис. 19) кришки призначені для приєднання кришки приймача до передньої і задньої стійок.

До осі кришки приймача приварений прапорець 72 (рис. 5.104) осі, що слугує для фіксації її в замкненому положенні (прапорець входить в паз e кришки (рис. 5.103) і запобігає зрушуванню осі при закритій кришці приймача). Площина a прапорця (рис. 5.104) осі зроблена для зручності постановки осі під час збирання.

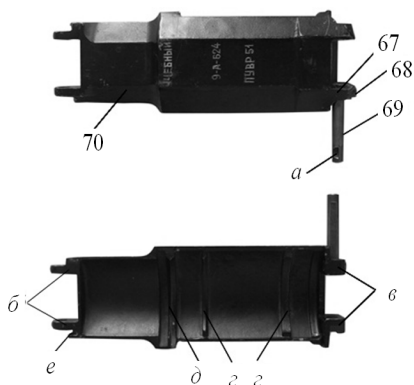


Рисунок 5.103 – Кришка приймача в зборі:
67 – штифт; 68 – защіпка;
69 – штифт кришки; 70 – кришка приймача

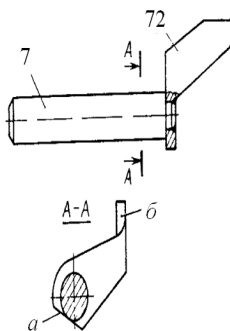


Рисунок 5.104 – Вісь кришки:
71 – вісь кришки; приймача;
72 – прапорець осі

Зуб *b* вісі кришки приймача входить у відповідний паз на знімачі при відкритій кришці.

5.5.4 Механізм подачі

Механізм подачі (рис. 5.105) слугує для подачі патронної стрічки до знімача, який подає патрони послідовно на лінію досилання кожного каналу ствола, опускання шептала затильника під час взаємодії муфти подачі з шепталом електроспуска. Механізм подачі складається із:

- шестерні 5 механізму подачі;
- зірки 10 подачі;
- муфти 4 подачі;
- двох пружин 1 механізму подачі;
- вкладиша 3;
- кулачка 6;
- штовхача 7;
- заглушки 11;
- двох штифтів 9 і 8;
- валика 2 механізму подачі.

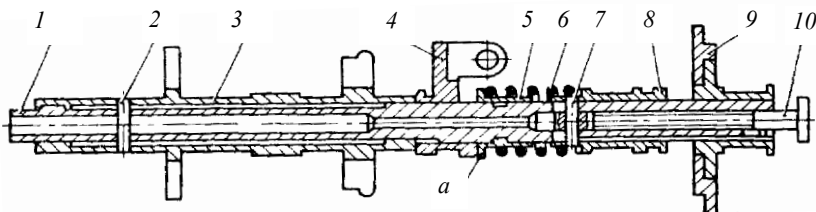


Рисунок 5.105 – Механізм подачі

Шестерня 5 механізму подачі слугує для передачі обертання від блоку стволів механізму подачі. Вона складається з зубчатого диска, шестерні і заклепок.

Вінець шестерні має фасонні зуби. У шестерні знаходиться центральний отвір *к* зі шліцьовими пазами для насадки на валик механізму подачі.

Зубчатий диск 12 (див. рис. 22) має фасонні зубці, а в центрі циліндричний отвір для насадки на шестерню подачі.

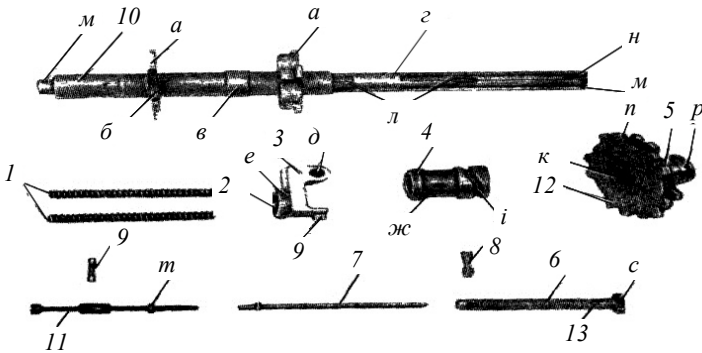


Рисунок 5.106 – Деталі механізму подачі:

- 1 – пружина механізму подачі; 2 – валік механізму подачі; 3 – вкладиш;
 4 – муфта подачі; 5 – шестерня механізму подачі; 6 – кулачок; 7 – штовхач;
 8 – штифт; 9 – штифт; 10 – зірка подачі; 11 – заглушка;
 12 – зубчатий диск; 13 – штифт

Вінець *n* шестерні механізму подачі, утворений при склепуванні шестерні і зубчатого диска, взаємодіє з відповідним вінцем центральної шестерні 3 (див. рис. 5.119). Буртик *p* (див. рис. 5.106) слугує для обмеження шестерні від зсуву вперед.

Зірка 10 подачі (див. рис. 5.105, 5.106) слугує для подачі патронів спільно із знімачем у затвори. Зірка подачі насаджена на валік механізму подачі і зафіксована на ньому штифтом 9. Вона має всередині отвір зі шліцями і зовні два ряди пер *a* та п'ять гнізд *b* для патронів. На зірці подачі, між перами, знаходиться виступ в з лисками, що разом з важелем горловини забезпечують правильне зарядження.

На валику механізму подачі 2 зовні знаходяться шліци *l* для посадки на нього зірки і муфти подачі, всередині – отвір для розміщення кулачка, пружин, штовхача, заглушки і два поперечних отвори під штифти 8 і 9. На передньому і задньому кінцях валика механізму подачі зроблені поперечні пази *m* для приєднання струбцини, а на задньому кінці зроблений виріз *n* для штифта кулачка.

Муфта подачі 4 слугує для взаємодії із шепталом електроспуска і для переміщення кулачка. На муфті знаходяться:

- всередині отвір зі шліцями для з'єднання з шліцями валика, криволінійний паз *жс*, взаємодіючий із шепталом електроспуска;
- криволінійний паз *и* для стрижня повідка штовхача датчика.

Вкладиш 3 є підтримуючою і центруючою опорою валика механізму подачі. У ньому знаходиться циліндричний отвір m для валика і циліндричний отвір d для кріплення у задній стійці 25 (див. рис. 5.97) штифтом 69 (див. рис. 5.103) кришки; напрямний буртик e для фіксації патронів в осьовому напрямку від моменту знімання ланки з патрона до моменту передачі його у лапки затвора. Виступ вкладиша входить у відповідний прямокутний паз на задній стійці.

Кулачок 6 слугує для примусового опускання шептала затильника у вікно зовнішнього колеса планетарного механізму. Штифт 13 кулачка виключає неправильне збирання механізму. Паз на виступі c зроблений для виступу гвинта струбцини.

Пружини механізму подачі слугують для повернення муфти подачі разом з кулачком у вихідне положення після відключення шептала електроспуска.

Заглушка 11 закриває з переднього торця отвір у валику механізму подачі, забезпечуючи попереднє підтискання пружини механізму подачі (за допомогою виступу m).

Штовхач 7 є напрямним стержнем задньої пружини механізму подачі і передає зусилля передньої пружини механізму подачі кулачку.

5.5.5 Затвор у зборі

Затвор у зборі (рис. 5.107) призначений для досилання патрона в патронник, запирання каналу ствола в момент пострілу, проведення пострілу і виймання стріляної гільзи.

Затвор в зборі складається із:

- остова 3 затвора;
- затвора 1;
- бойка 2 (рис. 5.107, 5.108).

Остів затвора призначений для розміщення на ньому правих 4 і лівих 7 роликів, що полегшують переміщення затвора в пазах центральної зірки 9 (див. рис. 5.96), і ведучого ролика 11 (рис. 5.107), що переміщається по пазу основного копіра, забезпечуючи поступальний рух затвору.

Ролики в остові встановлені на осях 5, 6, 9, 10.

У передній частині остова знаходяться: отвір для бойка, проріз g для виступу бойка 2 (рис. 5.108) і зуб d для зчеплення з затвором.

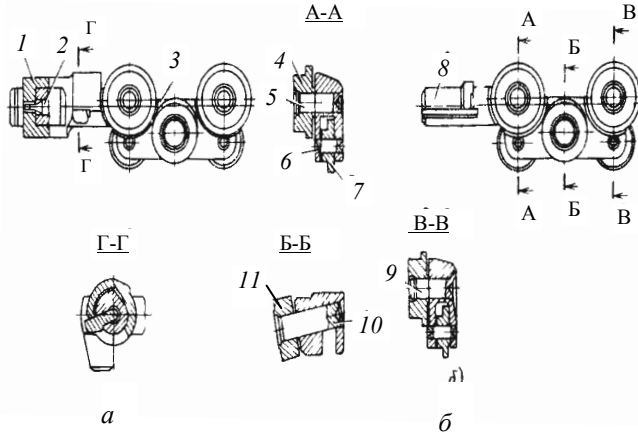


Рисунок 5.107 – Затвор в зборі:

а – затвор в зборі; *б* – корпус затвора в зборі; *1* – затвор; *2* – бойок;
3 – остов затвора; *4* – правий ролик; *5* – вісь правого ролика;
6 – вісь лівого ролика; *7* – лівий ролик; *8* – остов затвора; *9* – вісь правого ролика;
10 – вісь ведучого ролика; *11* – ведучий ролик затвора

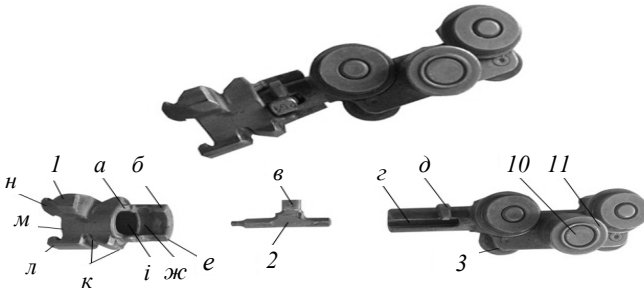


Рисунок 5.108 – Окремі деталі і збірні одиниці затвора:

1 – затвор; *2* – бойок; *3* – остов затвора; *10* – вісь ведучого ролика;
11 – ведучий ролик затвора

Затвор *1* має бойові виступи *к*, за допомогою яких відбувається запирання затвора. Попереду на затворі знаходяться боковий *н* і нижній *л* виступи з проточками під закраїну гільзи, чим забезпечується екстракція стріляних гільз під час руху затвора назад.

Виступи *к* затвора слугують також і для направлення затвора в повздовжньому гнізді *б* (див. рис. 5.95) центральної зірки.

Дзеркало затвора m (рис. 5.108) слугує для опори дна гільзи. У дзеркалі знаходиться отвір для виходу бойка.

У середині затвора знаходиться циліндричний отвір i для переднього кінця остова і паз $ж$ для зуба $д$ остова.

У затворі знаходиться скіс a , за допомогою якого бойок при відкриванні затвора утоплюється за дзеркало затвора.

У задній частині затвора знаходяться площадки e і $б$; при взаємодії площадки e з виступом в (див. рис. 9) розмикача відбувається відмикання затвора, а під час взаємодії площадки $б$ (див. рис. 5.108) з виступом $в$ (див. рис. 5.100) замикача відбувається запирання затвора.

Бойок слугує для розбиття капсуля, на ньому знаходяться виступ $в$, (рис. 5.108), який після замикання затвора взаємодіє із замикачем 7 (див. рис. 5.96) і забезпечує розбиття капсуля, а під час відмикання затвора утоплює бойок за дзеркало затвора.

5.5.6. Стартерний пристрій

Стартерний пристрій призначений для забезпечення початку стрільби. Він містить у собі планетарну передачу, торсіон і корпус піростартера в зборі.

Планетарна передача (рис. 5.109, 5.110) призначена для отримання різниці кутових швидкостей обертання передньої і задньої гайок торсіону, необхідної для закручування пружини торсіону за два останніх пострілах наприкінці кожної черги, а також при обертанні блока стволів вручну.

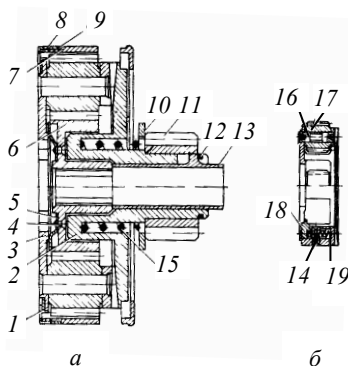


Рисунок 5.109 – Планетарна передача:

- a – планетарна передача; $б$ – водило; 1 – стопорне кільце; 2 – храпове колесо; 3 – водило; 4 – заклепка; 5 – таріль; 6 – шестерня; 7 – колесо; 8 – заклепка; 9 – кільце; 10 – кільце; 11 – шестерня; 12 – стопорне кільце; 13 – втулка; 14 – штифт; 15 – пружина; 16 – вісь сателіта; 17 – сателіт; 18 – фіксатор; 19 – пружина

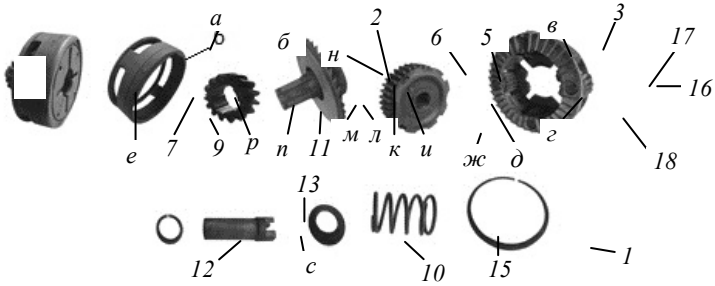


Рисунок 5.110 – Деталі і збірні одиниці планетарної передачі:

Планетарна передача (рис. 5.110) складається з колеса 7, водила 3 із сателітами 17, осями 16 сателітів, підпружиненими фіксаторами 18, шестерні 6 з фіксуючою таріллю 5, стопорного кільця 1, храпового колеса 2 із шестернею 11, кільцем 10, пружиною 15, втулкою 13 і кільцем 12.

Колесо має: внутрішній зубчатий вінець *б* (рис. 5.110), чотири вікна *а* для шептала 50 затільника (див. рис. 5.102), попереду до колеса приклепане кільце 9 (рис. 5.110) з радіусними виїмками *р* для сателітів, що виключає неправильне збирання планетарної передачі.

Водило 3 слугує для розміщення в його вікнах *м* сателітів з осями, *а* в пазах *е* – фіксаторів із пружинами; фіксатори у водилі закріплені штифтами.

На передньому торці водила знаходяться чотири пази *е* для стикування з виступами *в* (див. рис. 5.120) центральної шестерні, а на задньому храпові зубці *в* (рис. 5.110), які взаємодіють з храповим колесом 2. Шестерня 6 має центральний отвір δ зі шліцьовими пазами, що слугують для з'єднання з виступами заднього валика торсіона.

На передньому торці шестерні приклепана тарілля, що має чотири вирізи *ж* для фіксаторів і чотири радіусні виїмки для сателітів (для забезпечення правильного збирання).

Храпове колесо 2 виконане у вигляді диску з розташованими на ньому торцевими храповими зубцями *и*, які взаємодіють із зубцями *в* водила. У внутрішньому отворі колеса розташовується втулка 13, виступ з якої входить у паз *м* колеса. В кільцевій проточці *н* колеса знаходиться пружина 15, а на шліцах циліндричного виступу - шестерня 11. Між шестернею 11 і пружиною під час збирання ставиться кільце 10, що у зібраному кулеметі розташовується в кільцевій проточці корпусу піростартера і забезпечує попереднє підтискання пружини 15 і постійне закріплення зубців храпового колеса з зубцями водила, а шестерня 11 у цьому випадку знаходиться у зчепленні з зубчатою рейкою *м* поршня 12 (див. рис. 30); втулка 13 (рис. 5.110) розташовується між торцями

шестерні 6 і храповика 13 (див. рис. 5.114) і унеможливує поздовжнє переміщення водила 3 (рис. 5.110), колеса 7 і шестерні 6. Стопорне кільце 12 розміщується в проточці *л* храпового колеса 2 і фіксує приєднані до нього пружину 15, кільце 10, шестерню 11 і втулку 13. Отвір *к* храпового колеса призначено для вибивача, який застосовується під час збирання.

Стопорне кільце 1 (рис. 5.110) слугує для фіксації зібраної планетарної передачі.

Торсіон призначений для акумулювання енергії при двох останніх пострілах у кожній черзі (або при обертанні блоку стволів вручну при заряджанні кулемета) і для використання цієї енергії на обертання блоку стволів до перших пострілів.

Торсіон складається з переднього 4 і заднього 10 валиків (рис. 5.111, 5.112), перехідника 9, храповика 2, передньої 3 і задньої 7 гайок, пружини 6, втулок 5, проміжних ланок 8 і штифтів 1, 11, 12.

Передній 4 і задній 10 валики з'єднані між собою перехідником 9 і зафіксовані в ньому штифтами 1 і 11.

Перехідник на передньому торці має зубці *в*, що входять у зчеплення із зубцями однієї з проміжних ланок 8.

На передньому валику 4 розміщені проміжні ланки 8, гайки 3 і 7, пружина 6, втулки 5, храповик 2. Валик 4 має на обох кінцях квадратні перетини для твердого *проводиться*.

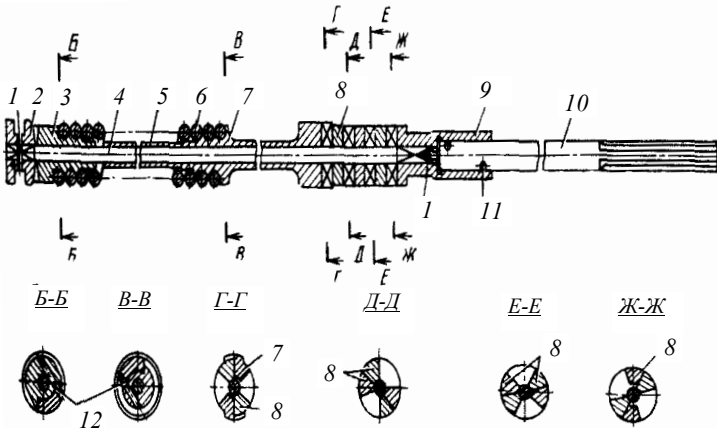


Рисунок 5.111 – Торсіон:

Передня гайка має храпові зубці *б*, якими вона зчеплена з зубцями *а* храповика, нерухомого щодо переднього валика; вона має наскрізний циліндричний отвір під передній валик.

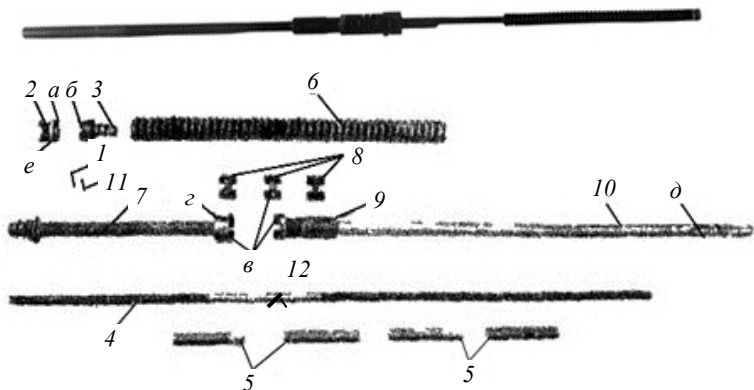


Рисунок 5.112 – Деталі торсіона

Пружина своїми кінцями вгвинчується в передню і задню гайки і фіксується в них штифтами 12.

УВАГА! Пружина торсіона попередньо закручена на 96°. Під час експлуатації кулеметів розбирання торсіона не проводиться.

До складу храповика входять:

- храпові зубці *a*;
- поперечний отвір для штифта 1;
- паз *e* під защіпку;
- квадратний отвір під хвостовик переднього валика.

Задня гайка має по зовнішньому діаметрі два виступи *г*, що входять у пази роlikової муфти блоку стволів, а торцеві зубці *в* задньої гайки зчеплені з такими ж зубцями однієї з проміжних ланок; вона має наскрізний циліндричний отвір під передній валик.

Проміжні ланки, що визначають робочий кут закручення пружини, з'єднані між собою такими ж торцевими зубцями, як на переходнику і на задній гайці.

Задній кінець заднього валика має шліци для з'єднання із шестернею 6 (див. рис. 5.110) планетарного механізму.

Втулки 5 (рис. 5.112) слугують для центрування пружини торсіона.

Защіпки торсіона (рис. 5.113) слугують для фіксації торсіона в осьовому напрямку в центральному гнізді блоку стволів; вони розміщуються в пазах передньої муфти стволів 24 (див. рис. 5.91) і в пазу храповика 2 (див. рис. 5.112). Кожна защіпка має пружину, кінець якої прикріплений до неї двома заклепками 1 (рис. 5.113).

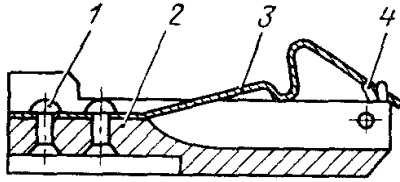


Рисунок 5.113 – Защіпка торсіона:
1 – заклепка; 2 – защіпка; 3 – пружина; 4 – булавка

Зашчіпки фіксуються на передній муфті пружинами 3 і булавками 4, для чого в защіпках є отвори.

Піростартер

Піростартер призначений для приведення в дію блока стволів за рахунок енергії порохових газів від ППЛ.

Корпус піростартера в зборі призначений для монтажу в ньому збірних одиниць і деталей механізму піростартера та приєднується до затильника 57 (див. рис. 5.101).

Корпус піростартера в зборі (рис. 5.114, 5.115) складається з корпусу 11, пружини 10 із заглушкою, поршня 12, двох клапанів 21, храповика 13, защіпки 14 храповика з віссю 15, розділювача 3, фіксатора 7 блоку контактів із пружиною 9, гнетка 17 із пружиною 18, заглушок 2, 4, 19, штифтів 1, 6, 8, 20, шпильок 5 і 16.

Корпус піростартера 11 (рис. 5.114) має секторні виступи *a* для з'єднання його з затильником і два виступи, один із яких *b* слугує обмежником повороту корпусу піростартера, а другий *в* для фіксації його защіпкою затильника. Проточки *к* корпусу зроблені для витягу піропатронів вимикачем. Отвори *и* призначені для скидання газів.

У гнізді центрального отвору *л* розміщений храповик 13, що зафіксований підпружиненою защіпкою 14.

У корпусі знаходяться камери для розміщення клапанів 21 і розділювач 3 (рис. 5.114), а також знаходиться порожнина *б* для попереднього розширення газів, що утворюються під час згорання порошу піропатрона.

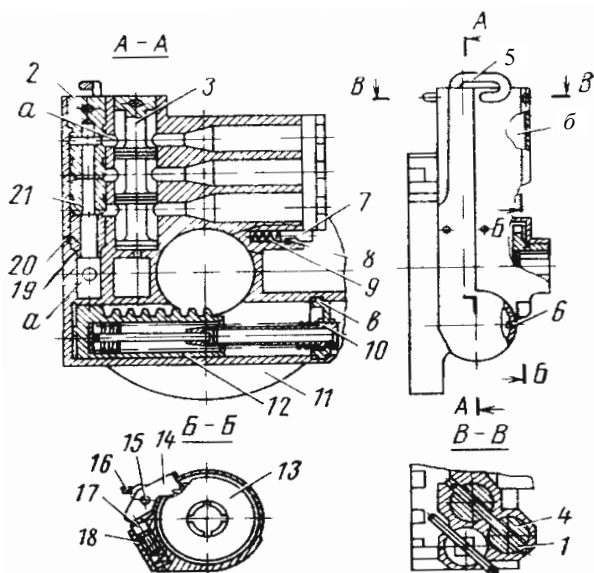


Рисунок 5.114 – Корпус піростартера в зборі

У середині корпусу піростартера знаходяться також три патронники *ж* (рис. 5.115) для піропатронів, глухий отвір d для поршня *12* і пружини *10* із заглушкою (рис. 5.114), пази *в* для виступів заглушки, отвір, у якому розміщений фіксатор *7* блоку контактів із пружиною.

Зовні (на бічній стороні) на корпусі є пази *е* для кріплення блоку контактів (рис. 5.115).

Поршень *12* зубцями *м* взаємодіє з зубцями шестерні *11* храпового колеса (див. рис. 26), всередині поршня є циліндричне гніздо для пружини, шайби, направляючого стержня, напрямної втулки.

Розділювач *3* (рис. 5.114) слугує для виключення безпосереднього впливу газів на клапани, створення попереднього об'єму для газів і запобігання сусідніх піропатронів від попадання на них порохових газів після спрацювання піропатрона. У корпусі піростартера він фіксується штифтом *1*.

Виступ *м* поршня (рис. 5.115) служить для упора його в стінку корпусу піростартера, завдяки чому утворюється вільний простір для порохових газів.

Защіпка 14 має отвір для осі 15, за допомогою якої вона закріплена на корпусі піростартера. Підпружинений гніток утримує защіпку в притиснутому стані до зубців храпового колеса. Пружина 23 поршня (рис. 5.115) забезпечує після піроперезарядки повернення поршня у вихідне положення.

5.5.7 Електроспуск і блок контактів

Електроспуск і блок контактів (рис. 5.116) складається з електроспус-ка 1, блока контактів 7, бронешлангів 3, 39 і 40, трійника 2, вилки 5, штифтів 4 та 6.

Електроспуск слугує для дистанційного керування стрільбою. Крім того, у корпусі електроспуска встановлені контакти для передачі елек-тричних імпульсів на лічильник залишку патронів і на запали піропат-ронів.

Він встановлюється в пазах коробки і від подовжнього переміщення назад фіксується виступом затильника, а від переміщення вперед вклада-шем 75 (див. рис. 5.98) коробки.

Електроспуск (рис. 5.116) складається зі збірних одиниць і деталей, розмішених у корпусі 38 (рис. 5.117, 5.118).

В корпусі електроспуска (рис. 5.116) розмішуються:

- якір 9;
- фланець 10;
- котушка 11;
- діамагнітна прокладка 12;
- штовхач 13 якоря;
- пружина 14 вантажу і вантаж 15;
- движок 16;
- важіль 17;
- шептало 18 електроспуска;
- дві пружини 19 движка;
- штовхач 25 датчика;
- кільцевий контакт 31.
- блок датчиків (рухомий контакт 33, контакт 30, пружина 34 датчика, фіксуєча втулка 24, кільце 28, пружина 26 втулки, ковпачок 27).

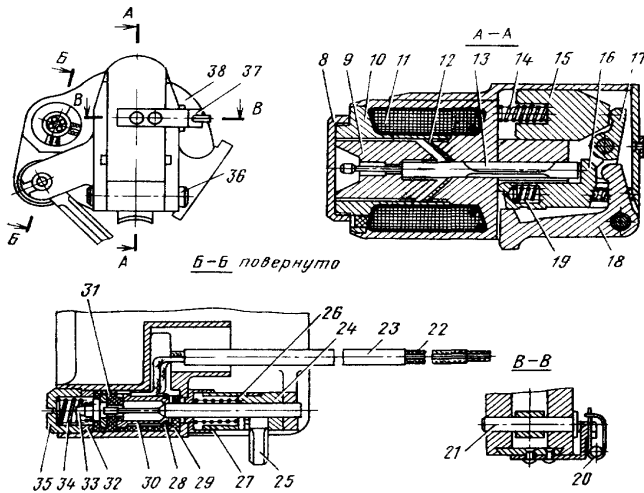


Рисунок 5.116 – Електроспуск

Зовні електромагніт, штовхач 13 якоря і якір у корпусі електроспуска закриті кришкою 8, що нагвинчена на фланець і обмежує хід якоря; механічні деталі в корпусі електроспуска захищені засувкою 37, що фіксується радіусною частиною виступу осі важеля. Вісь важеля від провороту фіксується шпилькою. Деталі блоку датчиків у корпусі закриті гайкою 35, що нагвинчена в нього.

Корпус електроспуска має: напрямні виступи *a* (рис. 5.117) для з'єднання з коробкою 17 (див. рис. 5.98); пази *b* (рис. 5.117) для виступів *z* движка 16; провущину з отворами, у якій на осі 36 встановлено шептало; вікно для виходу шептала 18; наскрізний отвір для осі 21 важеля; вікно для виходу стержня повідця штовхача 25 датчика; ввід для бронешланга 39.

При подачі напруги до котушки 11 електромагніта (див. рис. 5.116) якір 9 впливає на штовхач 13 якоря, штовхач переміщає движок назад.

Движок сприймає зусилля, передане якорем (через штовхач), звільняє шептало, а потім повертає його на осі 36.

Всередині движка 16 розміщені дві пружини 19. Задній виступ *v* движка своїми торцями (переднім і заднім) взаємодіє з штовхачем 13 якоря і шепталом електроспуска, а передній виступ *e* (нижній), взаємодіючи з з виступом *k* шептала електроспуска, при знеструленому електроспуску запирає шептало, виключаючи можливості проворота його на осі.

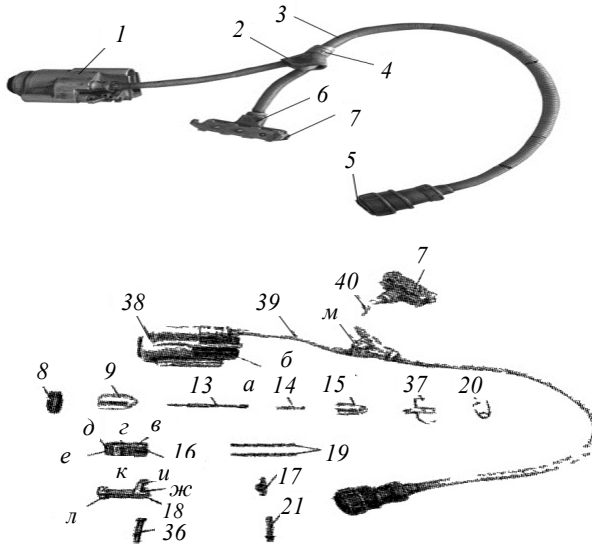


Рисунок 5.117 – Електропуск і блок контактів:

- 1 – електропуск; 2 – трійник; 3 – бронешланг; 4 – штифти; 5 – вилка; 6 – штифт;
 7 – блок контактів; 8 – кришка; 9 – якір; 13 – штовхач якоря;
 14 – пружина вантажу; 15 – вантаж; 16 – двигжок; 17 – важіль;
 18 – шептало електропуску; 19 – пружина движка; 20 – булавка;
 21 – вісь важеля; 36 – вісь шептала; 37 – засув; 38 – корпус електропуску;
 39 – бронешланг; 40 – бронешланг

Пружини движка служать для повернення і утримання движка, штовхача якоря з якорем у вихідному положенні після припинення подачі струму та опускання шептала електропуску при взаємодії скоосу *д* движка з заднім скоосом виступу *к* шептала.

Шептало *18* електропуску слугує для відведення й утримання муфти подачі у крайньому передньому положенні.

Шептало має виступ *і* для взаємодії з движком, профільний виступ *л* для взаємодії з муфтою подачі, отвір *жс* для осі *36*, виступ *к* для замикання його виступом *е* движка.

Вантаж *15* і важіль *17* призначені для зрівноважування якоря від осових інерційних переміщень при знеструмленому електропуску.

За допомогою важеля здійснюється кінематичний зв'язок між движком і вантажем. У корпусі електропуску важіль закріплений на осі *21* і зафіксований шпилькою. Пружина *14* вантажу слугує для утримання вантажу в робочому положенні.

Блок датчиків складається з датчика положення муфти подачі і датчика лічильника залишку патронів.

Конструктивно датчики виконані у вигляді двох контактів, розміщених всередині циліндричного виступу корпусу електроспуска і передають сигнал через штовхач датчика на лічильник залишку патронів і до піропатронів.

Блок контактів (рис. 5.118) призначений для подачі електричних імпульсів на піропатрони і встановлюється на корпусі піростартера.

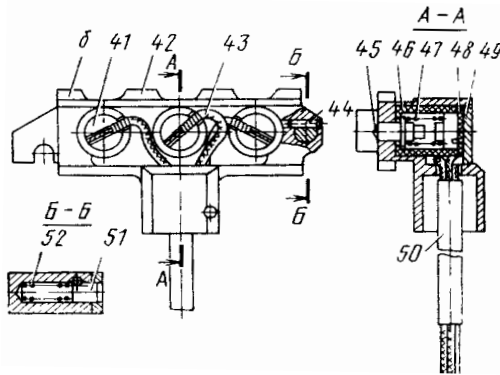


Рисунок 5.118 – Блок контактів

Блок контактів складається зі збірних одиниць і деталей, розміщених у корпусі 42 блоку. У корпусі знаходяться: три бойки 45, три контакти 41, три ізоляційних втулки 46, три пружини 47 бойка, пластина 48 і штифт 44; зовні деталі закриті кришкою 49, що встановлена в пазах корпусу 42 блоку контактів і від зрушування утримується підпружиненим (пружиною 52) фіксатором 51.

Корпус контактів зовні має: направляючі виступи б для з'єднання з пазами корпусу піростартера; вушко під фіксатор 7 (див. рис 5.115), яким корпус блоку контактів фіксується на корпусі піростартера; отвори для виходу бойків; ввід для бронешланга 40 (див. рис. 5.117).

Вилка 5 слугує для приєднання електроспуска і блоку контактів до електричних ланцюгів установки.

Трійник 2 слугує для з'єднання бронешлангів і для кріплення їх до коробки за допомогою виступу м. Трійник має попереду два вводи для його бронешлангів 39 і 40, а позаду – ввід для бронешлангу 3, який у нього фіксується штифтом 4.

Під час подачі напруги на котушку 11 (див. рис. 5.116) електроспуску

(по ланцюгу: (рис. 5.119) контакт вилки 5 – обмотка котушки-контакт 3 вилки, з'єднаний з масою) якір 9 (див. рис. 5.116, 5.117) під дією електромагнітного поля починає рухатися до упору в діамантну прокладку 12.

Рух якоря через штовхач якоря 13 передається движку 16. Движок, перемістившись від вихідного положення на 1,8 мм, робить відмикання шептала (площина виступу e движка сходиться з відповідної площини k шептала), а потім під час подальшого руху, завдяки взаємодії задньої поверхні виступу в движка з радіусною поверхнею виступу і шептала, робить поворот шептала на деякий кут.

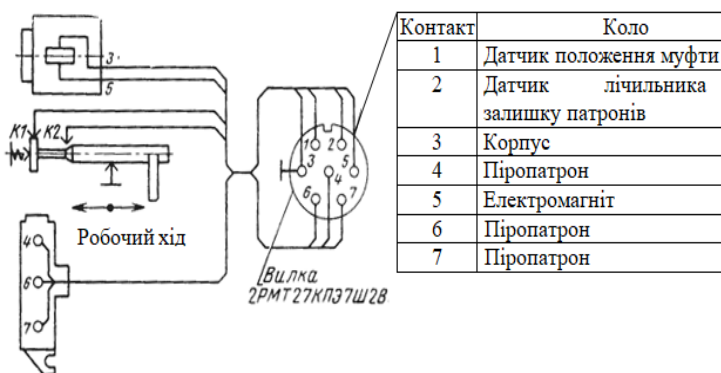


Рисунок 5.119 – Схема електричних з'єднань: номера дротів, які відповідають номерам контактів рознімання

У результаті цього виступ $л$ шептала утоплюється у паз корпусу електроспуска, звільняючи муфту подачі.

У корпусі електроспуска встановлений вантаж 15, який урівноважує через важіль 17 осьові навантаження на якір і движок, виключаючи можливості самоспрацьовування електроспуска при експлуатаційних перевантаженнях, що впливають на кулет (наприклад, при посадці, зльоті).

У корпусі електроспуска змонтовані контакт 30 (див. рис. 5.116) датчика лічильника залишку патронів $K2$ і контакт 31 датчика положення муфти $K1$.

Датчики виконані за однопровідною схемою: контакт 30 з'єднаний з контактом 2 вилки (рис. 5.119), а кільцевий контакт 31 з контактом 1 вилки. Вмикання і вимикання датчиків проводиться за допомогою штовхача 25 датчика (див. рис. 5.116), який взаємодіє з муфтою подачі.

Працюють датчики так: під час подачі напруги на контакт 5 електроспуска (рис. 5.119) відбувається утоплювання виступу l шептала електроспуска (див. рис. 5.117), у результаті чого звільняється муфта подачі, у криволінійному пазу u (див. рис. 5.106) якої знаходиться поводок штовхача 25 датчика (див. рис. 5.116).

Під дією пружин муфта подачі починає переміщуватися назад (вбік шестерні механізму подачі) разом зі штовхачем датчика. При цьому звільняється рухомий контакт 33, що під дією пружини 34 переміщується до зіткнення з кільцевим контактом 31. Ланцюг датчика лічильника залишку патронів (контакт 2 вилки і “маса”) залишається замкнений, ланцюг датчика положення муфти (контакт 1 вилки і “маса”) замикається й електричні імпульси через виконавчі реле в пульті керування подаються на бойки блоку контактів для спрацювання піропатронів.

Під час стрільби муфта подачі робить обертальний рух. При обертанні муфти подачі штовхач датчика, пов'язаний з нею повідком, переміщається вперед та назад, при цьому за один оберт муфти подачі відбувається одне замикання і розмикання контакту $K2$. Контакт $K1$ залишається замкнутим протягом стрільби, поки муфта подачі знаходиться в задньому положенні. Розмикається контакт $K1$ при припиненні стрільби штовхачем 25 датчика (див. рис. 5.116) у момент приходу муфти подачі в крайнє положення (рис. 5.120).

Коло датчика положення муфти замкнуто рухомий контакт, притиснений до кільцевого контакту. За один оберт муфти коло датчика лічильника розмикається (I) і замикається (II); III муфта подачі знаходиться в крайньому передньому положенні, утримується шепталом електроспуска.

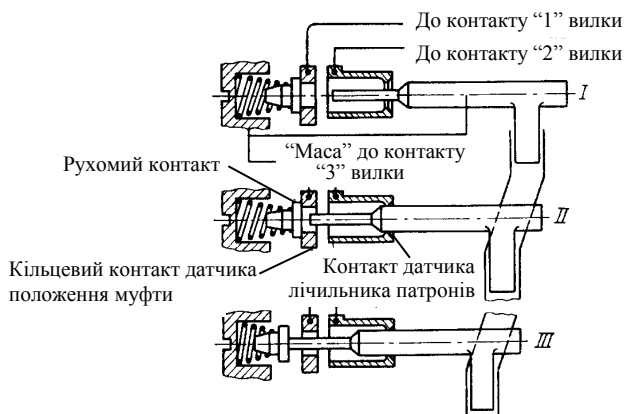


Рисунок 5.120 – Схема роботи датчиків:

- I, II – муфта подачі знаходиться в крайньому задньому положенні;
 III – муфта подачі знаходиться в крайньому передньому положенні – утримується шепталом електроспуска

Коло датчика положення муфти розімкнено, рухомий контакт відведений від кільцевого контакту. Виконавче реле в колі керування стрільбою розімкнуло кола живлення патронів (ППЛ). Коло датчика лічильника замкнуто.

5.5.8 Центральна шестерня в зборі

Центральна шестерня у зборі слугує для передачі обертального руху від блоку стволів до шестерні подачі.

До центральної шестерні 3 (рис. 5.121) приклепані сегмент 7 і пружина 1 з фіксатором 4. Пружина розміщена в проточці шестерні, а для фіксатора 4 зроблений паз 2.

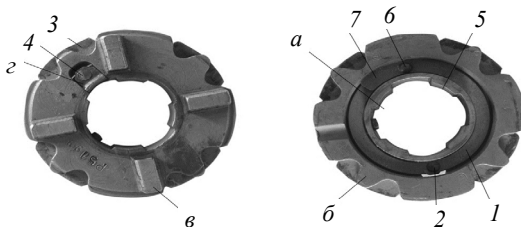


Рисунок 5.121 – Центральна шестерня в зборі

Центральна шестерня має: два ряди фігурних зубців *б* для зчеплення із зубцями вінця *н* (див. рис. 5.106) шестерні механізму подачі, центральний отвір *а* із шліцьовими пазами (рис. 5.121) для з'єднання зі шліцями *д* (див. рис. 5.95) центральної зірки, на задньому торці – чотири виступи *в* (рис. 5.121) для зчеплення з водилом.

Фіксатор 4 із пружиною слугує для утримання гайки 11 (див. рис. 5.89) від розкручування.

Фіксатор 5 (рис. 5.121) під час збирання входить у паз шліца центральної зірки і забезпечує правильність збирання центральної шестерні центральної зірки.

5.5.9 Знімач

Знімач (рис. 5.122) слугує для знімання ланки з патрона, зниження патрона в лапки затвора і відбивання гільзи. Він встановлюється у направляючі пази *м* передньої 23 і задньої 25 стійок (див. рис. 5.97, *а*).

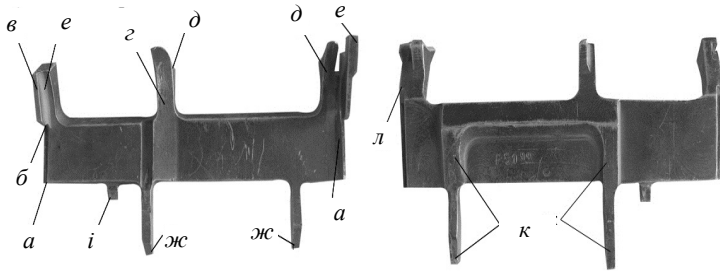


Рисунок 5.122 – Знімач

Знімач має: бічні направляючі виступи *a* (рис. 5.122) для з'єднання з пазами стійок; пера *д* для знімання ланки; пера *жс* для відбивання гільзи; проріз *в* для прапорця 72 (див. рис. 5.104) осі кришки приймача, яким він фіксується на стійках при відкритій кришці приймача; зуб *і* (рис. 5.122) для з'єднання з розмикачем 10 (див. рис. 5.94); поверхня *г* (див. рис. 5.122), по якій патрон направляється в лапки затвора, поверхні *к* для відбивання гільзи; виступи *б* і *л* для опори на передню і задню стійки; поверхні *е* для фіксації знімача закритою кришкою приймача.

5.5.10. Гайка

Гайка 11 (див. рис. 5.89) слугує для фіксації зібраного блоку стволів у коробці. Вона угвинчується в різьбове гніздо *г* центральної зірки (див. рис. 5.95), для чого на ній зроблена різьба.

Центральний отвір гайки слугує для розміщення заднього кінця заднього валика торсіона.

Вінчик гайки має проріз для фіксатора 4 (див. рис. 5.121), що утримує її від розкручування.

5.5.11 Горловина

Горловина 1 (рис. 5.123) слугує для підведення патронної стрічки до зірки подачі і для забезпечення правильного заряджання кулеметів (забезпечення підведення першого патрона стрічки до крашеного гнізда зірки подачі).

Горловина має пази *a*, якими вона приєднується до виступів *і* (див. рис. 5.97, *a*) передньої і задньої стійок. У вікнах *в* горловини (рис. 5.123) закріплені по дві напрямних для направлення патронної стрічки. В поверхні *б* лівих напрямних опираються хвостовики ланок.

У повністю зібраному кулеметі горловина фіксується нижніми поверхнями закритої кришки приймача, а при відкритій кришці приймача горловина утримується в пазах передньої і задньої стійок вісью кришки приймача.

На нижній стінці горловини на осях розміщені підпружинені важелі 7 і 4. Ці важелі забезпечують правильне заряджання кулемета – пропускають перший патрон патронної стрічки тільки у визначене (фарбоване) гніздо зірки подачі.

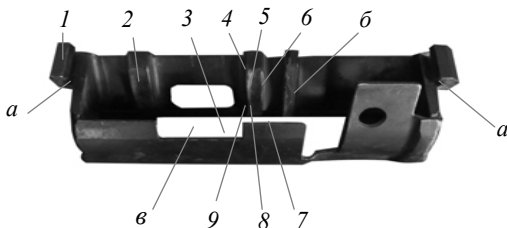


Рисунок 5.123 – Горловина в зборі:

1 – горловина; 2 – задня направляюча горловини; 3 – вісь; 4 – важіль; 5 – пружина; 6 – передня направляюча горловини; 7 – важіль; 8 – пружина; 9 – вісь

Пружина 8 виводить важіль 7 у внутрішню порожнину горловини, перекриваючи їм прохідний перетин горловини і перешкоджаючи тим самим проходженню першого патрона до гнізд зірки подачі.

У зібраному кулеметі важіль 4 опирається на циліндричний виступ *в* (див. рис. 5.106) зірки подачі і не дає можливості важелю 7 (рис. 5.123) опуститися у проріз *ю* (див. рис. 5.97, *а*) коробки. Для того щоб важіль 7 зміг опуститися і звільнити прохідний перетин горловини, необхідно обертати блок стволів, а отже, і зірку подачі доти, поки важіль 4 не виявиться проти лиски виступу *в* (див. рис. 5.106) зірки подачі. У цьому положенні перший патрон утоплює важіль у проріз *ю* коробки (рис. 5.97, *а*), просувається вперед до зірки подачі і захоплюється пір'ями зірки подачі, потрапляючи у фарбоване гніздо зірки.

Надалі важелі утримуються в утопленому стані патронами стрічки. Як тільки останній патрон захопить зіркою подачі і звільнить важіль 7 (див. рис. 5.123), пружина повертає його на осі і виводить у внутрішню порожнину горловини. Виступ *в* зірки (див. рис. 5.106) не перешкоджає виходу важеля, тому що важіль 4 (рис. 39) при проходженні цього виступу повертається на осі, закручуючи пружину. Як тільки важіль із пружиною цілком підніметься у внутрішню порожнину горловини, пружина повертає важіль 4 у його вихідне положення і не дозволяє важелю 7 опуститися в проріз коробки, поки проти нього знову не виявиться лиска виступу *в* зірки подачі.

5.6 Конструкція авіаційного кулемета ГШГ-7,62

5.6.1 Загальні відомості та принципи побудови кулемета

ГШГ-7,62 призначений для стрільби по живій силі, що знаходиться на місцевості або у відкритих бронетранспортерах і автомашинах, а також для стрільби по вогневим (кулеметним і мінометним) точкам та транспортним (неброньованим) засобам противника.

Кулеметом озброюються вертольоти: Мі-8МТ, Мі-24В і Мі-24П у складі установки ГУВ-1 з боекомплектком 1800 патронів та у вбудованому варіанті Ка-29.

Він являє собою чотириствольну зброю калібру 7,62 мм, що має схему автоматики з обертовим блоком стволів (кожен ствол має свій патронник), порохом газівідвідним двигуном і стрічковим живленням.

Живлення кулемета – лівостороннє. Блок стволів під час стрільби обертається проти ходу часової стрілки (основний темп стрільби).

Робота автоматики кулемета заснована на використанні енергії порохових газів, які відводяться при стрільбі почерзі із кожного ствола у газовий двигун через газівідні отвори. Два ствола № 1 та № 3, із яких відбувається перший постріл у черзі, мають більші газівідні отвори і являються стартовими (для розгону блока стволів).

Замикання каналів стволів здійснюється западанням клинів у западини центральної зірки при взаємодії клинів із спеціальним виступом копіра переднього кожуха.

Розбиття капсюля-запалювача патрона при повністю закритому каналі ствола відбувається підпружиненим ударником, який знаходиться у затворі і сривається під час стрільби з упору.

Поворот блока стволів до першого пострілу здійснюється двигуном типу ДП (*привод двигуна* - електродвигун), а обертання блоку стволів під час стрільби – газовим двигуном. Двигун типу ДП забезпечує і перезарядку кулемета.

Для запобігання зворотнього обертання блоку стволів при зупинці на стопор у конструкції кулемета застосовано підпружинений противідскок.

У конструкції кулемета передбачено запобіжник, який розміщений на кожусі.

Основні тактико-технічні характеристики

1. Калібр, мм	7,62
2. Маса, кг.....	19
3. Темп стрільби, п/хв	3 500 – 6 000
4. Початкова швидкість кулі, м/с	825
5. Сила віддачі, Н.....	10 000
6. Живучість понастрілу, п	40 000
7. Габаритні розміри, мм.....	806×114×153,5
8. Довжина беззупинної черги.....	будь-якої тривалості

Принцип побудови та дії кулемета ГШГ-7,62 в основному аналогічний гарматі ГШ-6-23. Різниця між ними, головним чином, істотно полягає у меншому калібрі кулемета. Принципові відмінності кулемета полягають у такому:

1. Для початкового розкручування блоку стволів використовується електричний стартер у виді електродвигуна з редуктором.

2. Газовідвідний двигун розміщений не всередині, а на блоці стволів.

3. Замикання каналу ствола здійснюється спеціальним механізмом замикання з защіпкою, а не поворотом затвора навколо своєї осі.

4. Бойок стріляючого механізму виконаний з ударником як єдине ціле і приводиться в рух бойовою пружиною розміщеною в затворі, яка зводиться наприкінці досилання патрона.

5. Ведуча зірочка подачі трипроменева, а не п'ятипроменева;

6. У кулеметі стрільба починається з конкретного, так званого, стартового ствола (першого або третього);

7. Керування стрільбою кулемета здійснюється простою подачею напруги на електростартер за допомогою кнопки стрільби з кабіни ПС.

8. Обертання електростартера після натискання кнопки стрільби забезпечує вимикання стопора блоку стволів і розкручування блоку, що приводить до стрільби з кулемета.

9. У процесі автоматичної стрільби електростартер продовжує обертання, утримуючи у виключеному положенні стопор блоку стволів.

10. Припинення стрільби після відпускання кнопки стрільби обумовлюється зупинкою електростартера, що призводить до ударної зупинки блоку стволів його стопором, а не вимиканням подачі патронів;

11. У кулеметі відсутні амортизатори і кріплення його до установки виконується безпосередньо за кожух.

Загальний вид кулемета подано на рис. 5.124.

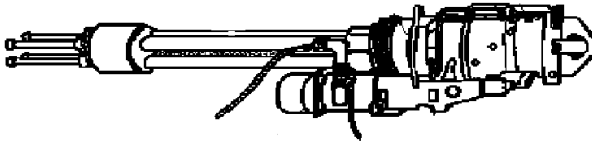


Рисунок 5.124 – Загальний вид кулемета ГШГ-7,62

Кулемет складається із таких агрегатів і механізмів (рис. 5.125):

- блоку стволів;
- газовідвідного двигуна;
- кожуха;
- затильника (КШМ);
- механізму перезарядки;
- механізму подачі (трипроменева зірка подачі);
- стопору;
- протівідскоку;
- механізму замикання.

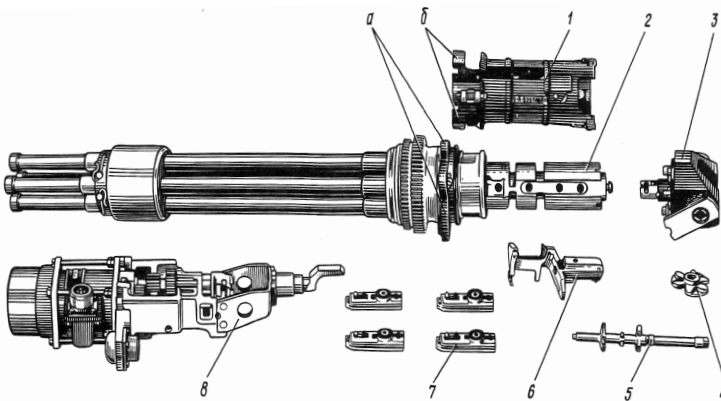


Рисунок 5.125 – Складові деталі кулемета:

1 – кожух; 2 – блок стволів; 3 – затильник; 4 – шестерня подачі;

5 – зірка подачі; 6 – знімач; 7 – затвор;

8 – механізм перезарядки; а, б – риски для забезпечення правильного збирання

5.6.2 Блок стволів

Блок стволів (рис. 5.126) є основною рухомою частиною кулемета і є нерозбірною одиницею.

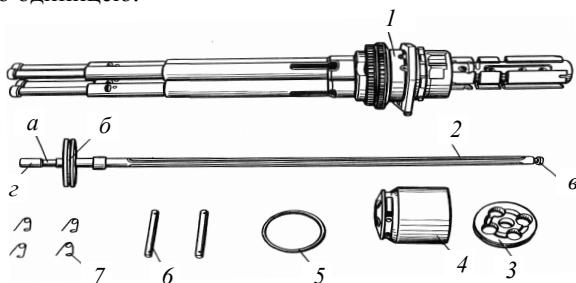


Рисунок 5.126 – Збірні одиниці і деталі блока стволів 9-А-622:

1 – блок стволів; 2 – поршень; 3 – кришка; 4 – корпус; 5 – кільце компресійне; б – штифт; 7 – булавка; а – проточка для проходу газів; б – проточка для кільця компресійного; в – зацеп для приєднання повзуна; з – циліндрична поверхня

Конструкція блоку стволів кулемета подана на рис. 5.127.

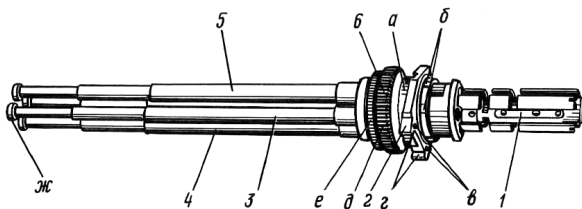


Рисунок 5.127 – Конструкція блоку стволів:

1 – зірка центральна; 2 – муфта; 3, 4, 5 – стволи; б – вінчик зубчатий; а – вибірка для змащення шариків; б – сухарні виступи для з'єднання з кожухом; в – отвори для кріплення кулемета на установці; з – паз для з'єднання з механізмом перезарядки; д – великий вінчик; е – малий вінчик; ж – буртик

Муфта 2 (рис. 5.127) слугує для об'єднання блока стволів з кожухом.

Стволи 3, 4 і 5 (рис. 5.127) слугують для надання необхідної початкової швидкості кулі, направлення її та придання їй стійкості у польоті.

Для відводу порохових газів у газовий двигун стволи мають газовідвідні отвори б і в, два ствола (№ 1 і № 3) мають додаткові стартові газовідвідні отвори з (рис. 5.128). Стволи № 2 і № 4 мають тільки газовідвідні отвори б.

Через отвори *в* (рис. 5.128) і *б* порохіві гази надходять у газовий двигун протягом усієї стрільби кулемета.

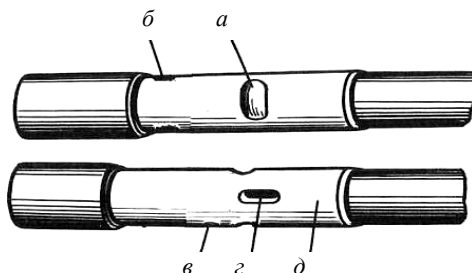


Рисунок 5.128 – Газовідвідні отвори ствола

Для правильного збирання з деталями газового двигуна один із стволів (ствол № 4) має більший діаметр циліндричної поверхні *д*, ніж інші три ствола та заглиблення *а* для кріплення корпусу газового двигуна.

5.6.3 Газовідвідний двигун

Двигун кулемета ГШГ-7,62 подано на рис. 1.15.

Він має *передпоршневий* і *запоршневий* об'єми циліндра, які пов'язані з каналами відповідно *непарних* і *парних* стволів за допомогою газовідвідних отворів.

У передньому положенні поршня (рис. 5.129) порохіві гази із стріляючого ствола надходять у малий об'єм перед поршнем, за рахунок чого поршень переміщується назад. Під час пострілу з наступного ствола порохіві гази надходять у запоршневий об'єм циліндра, і поршень знову повертається у вихідне положення. Надалі цикл роботи двигуна повторюється.

Двигун не має газорозподільного пристрою і вихлопних отворів у циліндрі, тому в процесі його роботи частина порохівих газів проходить через газовідвідні отвори не стріляючого ствола, а з неробочого об'єму скидаються через канали двох інших стволів.

Особливість цього двигуна полягає в тому, що він має стартовий пристрій, призначений для більш швидкого розгону блоку стволів на початку стрільби. Він виконаний у вигляді газовідвідних каналів *δ* у донній стінці циліндра, додаткових стартових газовідвідних отворів у непарних стволах і передньому штоку із проточкою *б*.

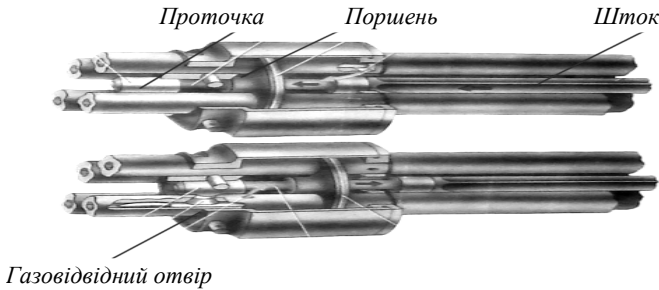


Рисунок 5.129.

За рахунок стартових отворів *непарних стволів* у передпоршневій об'єм циліндра можуть надходити різні додаткові порції порохових газів залежно від поздовжнього положення штока з поршнем у момент проходження кулею каналів δ . На початку стрільби швидкість обертання блоку стволів і швидкість поршня малі, при цьому проточка b переднього штока не встигає зміститися з під газовідвідних каналів δ , і порохові гази по стартових каналах надходять у передпоршневій простір, додатково збільшуючи тиск у циліндрі. У сталому режимі за рахунок великої швидкості поршня до моменту проходження кулею стартового отвору канали виявляються перекриті переднім штоком і додаткове надходження газів припиняється. Газ надходить тільки через основний газовідвідний отвір 7 .

Корпус 4 (див. рис. 5.126) розміщується на стволах і кріпиться штифтами b (див. рис. 5.126) через отвори під штифти z (рис. 5.130) і заглиблення a (див. рис. 5.128).

Від випадання штифти утримуються шпильками 7 (див. рис. 5.126). Два газовідвідні отвори d (рис. 5.130) з'єднують стартові газовідвідні отвори z (див. рис. 5.128) стволів з отвором b (рис. 5.130), які входять у робочу порожнину газового двигуна.

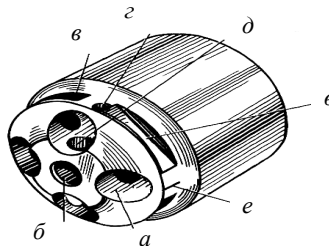


Рисунок 5.130 – Корпус газового двигуна (вид спереду):

Внутрішня порожнина корпусу закрита кришкою 3 (див. рис. 5.126) і отворює робочу порожнину газового двигуна, у якій переміщується поршень 2. Для правильної постановки корпусу на стволи один із отворів *a* (рис. 5.130) має більший діаметр, ніж три інші та має риску *e* для правильного збирання. Також на корпусі є паз *в* для знімання корпусу із стволів.

Кришка 3 (див. рис. 3) має центральний отвір *a* (рис. 5.131) для виходу штока поршня.

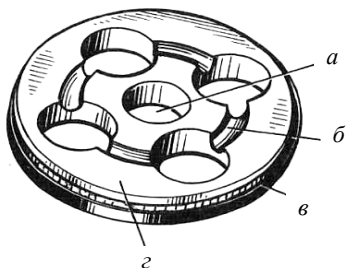


Рисунок 5.131 – Кришка:

a – центральний отвір; *б* – кільцева проточка;
в – буртик; *г* – поверхня кришки

Кільцева проточка б слугує для проходу порохових газів із газовідвіних отворів *б* (див. рис. 5.128) стволів у робочу порожнину газового двигуна.

Буртик в (рис. 5.131) слугує упором для корпусу 4 (див. рис. 5.126).

Поршень 2 (див. рис. 5.126) сприймає енергію порохових газів і передає її через кривошипно-шатунний механізм затильника блоку стволів.

Поршень має отвори для проходу стволів і проточку *б* для компресійного кільця 5, яке слугує для зменшення витікання порохових газів.

На передній частині поршня виконані проточка *a* для проходу порохових газів через стартові отвори у робочу порожнину газового двигуна у момент розгону блока стволів і циліндрична частина *г*, яка перекриває прохід порохових газів із стартових отворів у робочу порожнину газового двигуна при сталому режимі роботи автоматики кулемета.

Шток поршня через зацеп *в* (див. рис. 5.126) пов'язаний з повзуном кривошипно-шатунного механізму затильника.

5.6.4 Кожух

Кожух 1 (див. рис. 5.125) є основною нерухомою деталлю кулемета, за допомогою якого здійснюється силове кріплення кулемета на установці. Він є однією із складових частин кулемета. Збірні одиниці і деталі кожуху подані на рис. 5.132.

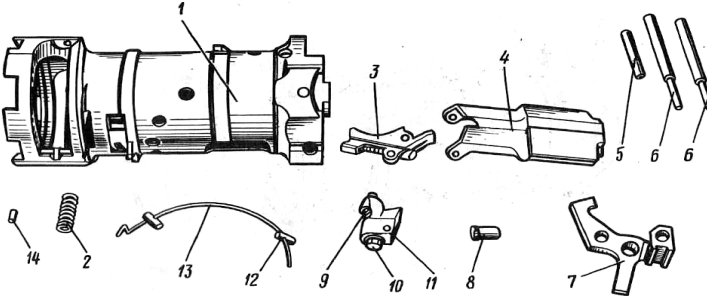


Рисунок 5.132 – Кожух:

1 – кожух; 2 – пружина; 3 – стопор; 4 – кришка; 5 – вісь; 6 – вісь;
7 – упор; 8 – стакан; 9 – пружина; 10 – штовхач; 11 – противідскок;
12 – стрижень; 13 – скоба; 14 – штифт

Види кожуха подані на рис. 5.133, 5.134, 5.135 і 5.136

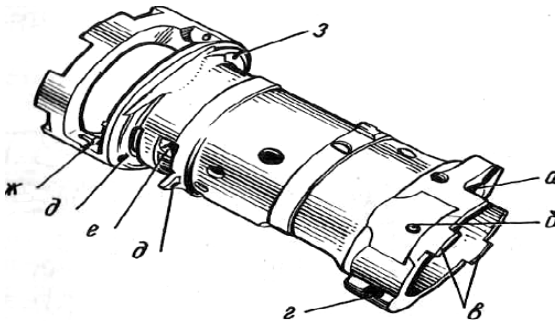


Рисунок 5.133 – Кожух, вид зліва:

a – паз для прохода роликів; *б* – отвір для стрижнів; *в* – виступ для орієнтації затильника; *г* – отвір для силового кріплення кулемета на установці;
д – отвір для осі; *е* – окно для упора; *ж* – паз для ребра стопора;
з – отвір для цапфи зірки подачі

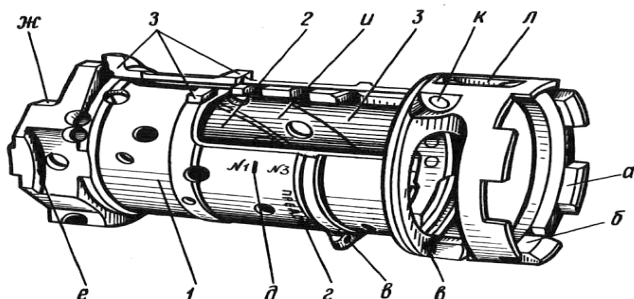


Рисунок 5.134 – Кожух, вид справа:

- 1 – кожух; 2 – копір задній; 3 – копір передній;
 а – сухарний виступ для з'єднання з блоком стволів; б – стінка паза;
 в – отвір для осі; г – стрілка для контролю упора у положення ПРЕДОХР;
 д – риска для установки затворів № 1 або № 3 при збірці кулемета;
 е – зацеп для кришки затильника; жс – виїмка для шестерні подачі;
 з – виступи для кріплення знімача; и – копірний паз;
 к – отвір для осі кришки і противідскоку; л – паз для противідскоку

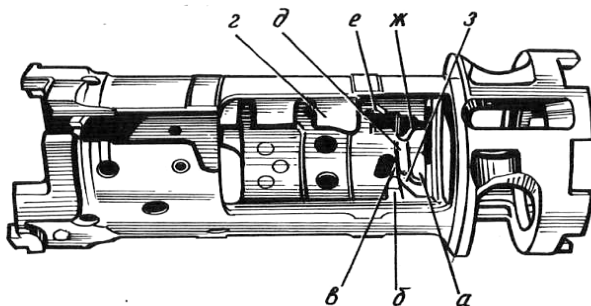


Рисунок 5.135 – Кожух, вид зверху:

- а – виступ для поворота клину і контролю його при закритому положенні каналу ствола; б – виступ для поворота клину при відмиканні каналу ствола;
 в – скіс для попереднього взведення ударників;
 г – виступаюча частина копіра переднього;
 д – поверхня для контролю клина при закритому положенні каналу ствола;
 е – поверхня для початкового взведення ударників;
 жс – скіс для замикання; з – скіс для відмикання

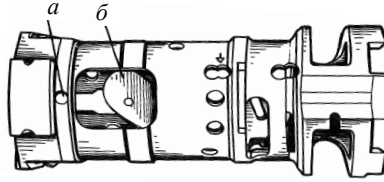


Рисунок 5.136 – Кожух, вид знизу:
а – отвір для штифта механізму перезарядки; *б* – вікно

Копіри 2 і 3 (див. рис. 5.134) закріплені заклепками на кожусі 1, утворюючи замкнутий копірний паз *и*, який під час взаємодії з ним роликів затворів, забезпечує необхідний закон перемещення затворів при обертанні центральної зірки. Скоси переднього копіра 3 кожуха забезпечують замикання, відмикання каналів стволів і попереднє взведення ударників.

Упор 7 (див. рис. 5.132) слугує для взведення ударників при нажатій кнопці стрільби.

Упор отворами *б* (рис. 5.137) розміщується на осях *б* (див. рис. 5.133, які вставлені в отвір *д* (див. рис. 5.133) і *в* (див. рис. 5.134) кожуха. Робоча поверхня *а* (рис. 5.137) упора знаходиться у внутрішній порожнині кожуха.

Повністю взведені ударники зриваються із робочої поверхні *а* упора. Після відпускання кнопки стрільби упор під дією пружини 2 (див. рис. 5.132) переміщується вперед до суміщення стрілки *а* (див. рис. 5.138) упора із стрілкою *з* (див. рис. 5.134) кожуха. В цьому положенні при обертанні блоку стволів ударники не зустрічають на своєму шляху робочу поверхню *а* (див. рис. 5.137) упора, не взводяться – постріл не відбувається.

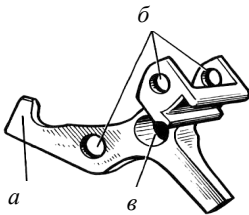


Рисунок 5.137 – Упор (вид спереду)

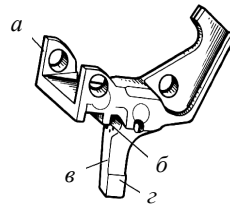


Рисунок 5.138 – Упор (вид збоку)

Стакан 8 (див. рис. 5.132), підпружинений пружиною 2, розміщується в отворі *в* (рис. 5.137) і зображено на рис. 5.139.



Рисунок 5.139 – Стакан

В отворі *а* розміщується пружина 2 (див. рис. 5.132).

Через паз *б* (рис. 5.139) проходить штифт 14 (див. рис. 5.132), який запобігає випаданню стакану із упора. Виступом *в* (рис. 5.139) стакан упирається у кожух.

5.6.5 Затильник

Затильник 3 (див. рис. 5.125) слугує для перетворення зворотно-поступального руху поршня 2 (див. рис. 5.126) у обертальний рух блоку стволів. Крім цього, затильник є задньою опорою блоку стволів, а шестерня 1 (рис. 5.140) затильника приводить у рух механізм подачі. Деталі і збірні одиниці затильника зображено на рис. 5.140.

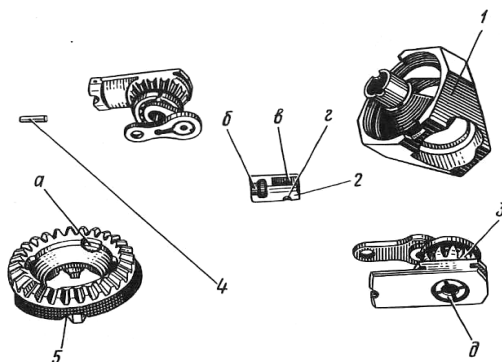


Рисунок 5.140 – Деталі і збірні одиниці затильника:

1 – корпус; 2 – повзун; 3 – кривошип; 4 – вісь шатуна; 5 – шестерня; *а* – виборки для контролю правильного збирання затильника; *б* – виборка для зацепа поршня; *в* – паз для шатунів; *г* – отвір для осі шатуна; *д* – отвір під ключ

Корпус *1* слугує для розміщення деталей затильника і об'єднання його з кожухом. Він зображений на рис. 5.141.

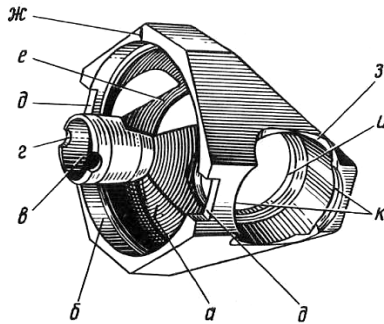


Рисунок 5.141 – Корпус:

a – порожнина для розміщення шестерні; *б* – кільцева проточка;
в – отвір для ползуна; *г* – виїмка для осі шатуна; *д* – виїмка для зборки з кожухом;
е – виїмка для кривошипів і шатунів; *ж* – риска для правильної збірки;
з – виїмка для зборки; *и* – отвір для розміщення кривошипу; *к* – зацепи

Шестерня *5* (рис. 5.140) розміщується у порожнині *a* (рис. 5.141) корпусу і обмежується від переміщення назад кільцевим буртиком *и* (рис. 5.142), який забезпечує необхідні зазори у зубчатому зачепленні шестерні *5* (див. рис. 5.140) з кривошипами *3*.

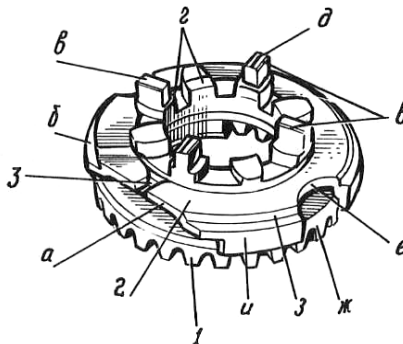


Рисунок 5.142 – Шестерня:

1 – шестерня; *2* – кільце; *3* – шарик; *а* – лиска для шестерні подачі; *б* – уступ для упору в кожусі; *в* – виступ для з'єднання із зіркою центральною; *т* – торцеві зуби;
д – риска для правильної збірки; *е* – лунка для орієнтації кільця; *ж* – зубчатий вінчик; *з* – установочний діаметр для приєднання до кожуху; *и* – буртик

Повзун 2 (рис. 5.140) здійснює разом з поршнем 2 (див. рис. 5.126) зворотно-поступальний рух. Повзун має виборку *б* (див. рис. 5.140) під зацеп *в* (див. рис. 5.126) поршня і отвір *г* (рис. 5.140) для осі шатуна 4, який об'єднує повзун зі шатунами 3 (див. рис. 5.143).

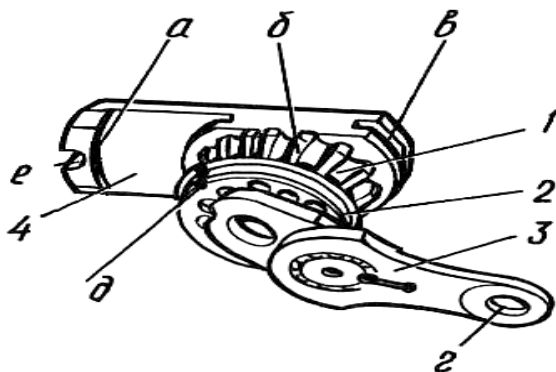


Рисунок 5.143 – Кривошип:

- 1 – кривошип; 2 – кільце; 3 – шатун;
 4 – кришка; *a* – поверхня для закріплення затильника на кожусі;
б – зубчатий вінець; *в* – проточка для закріплення кришки;
г – отвір для осі шатуна; *д* – буртик для упора;
e – паз для фіксації кришок у закритому положенні

5.6.6 Механізм перезарядки

Механізм перезарядки 8 (див. рис. 5.125) слугує для керування стрільбою і перезарядкою кулемета. Датчик, що розміщений у механізмі перезарядки, подає електричні імпульси під час стрільби на лічильник залишку патронів і перед стрільбою сигналізує про положення рухомих частин кулемета у вихідному положенні. Живлення механізму перезарядки здійсню від джерела постійного струму з напругою 27 В.

Збірні одиниці і деталі механізму перезарядки зображені на рис. 5.144, 5.145.

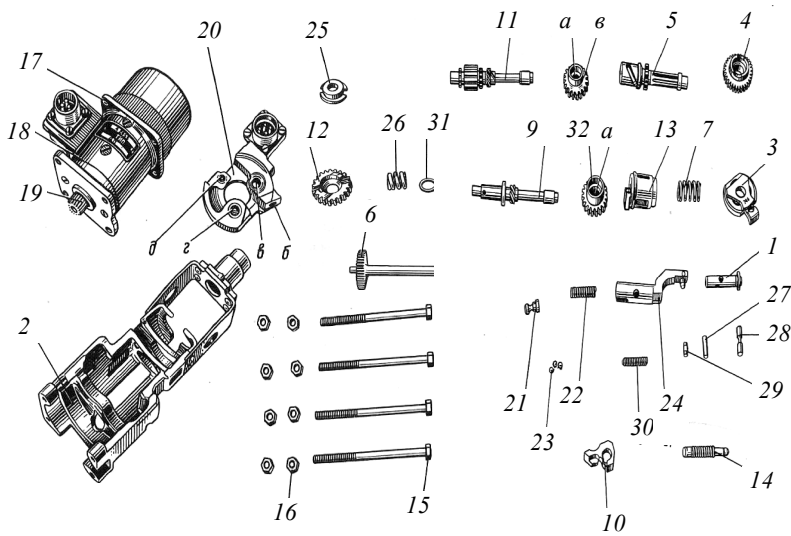


Рисунок 5.144 – Збірні одиниці і деталі механізму перезарядки:

- 1 – штовхач; 2 – корпус; 3 – обойма;
- 4 – колесо; 5 – вал; 6 – вал-шестерня;
- 7 – пружина; 8 – колесо; 9 – вал;
- 10 – штовхач; 11 – шестерня-вал; 12 – колесо;
- 13 – муфта; 14 – датчик; 15 – гвинт;
- 16 – гайка; 17 – фланец; 18 – двигун;
- 19 – шестерня центральна; 20 – вкладиш; 21, 29 – фіксатор;
- 22 – пружина; 23 – шарик; 24 – повзун;
- 25 – напівмуфта; 26 – пружина; 27 – штифт;
- 28 – штифт; 30 – пружина; 31 – шайба;
- 32 – колесо; а – опорна поверхня колеса;
- б – отвір для датчика;
- в – отвір для вала; з – отвір для шестерні-вала;
- д – отвір для нижнього вала

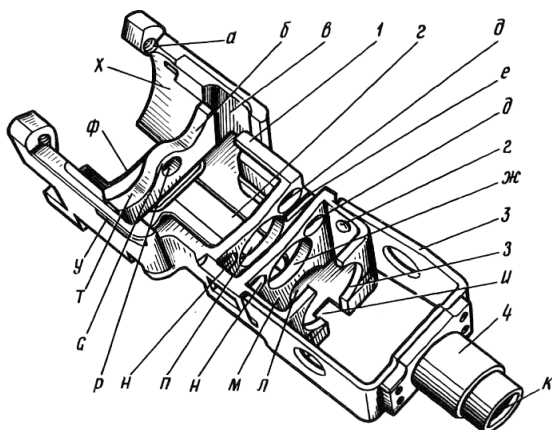


Рисунок 5.145 – Механізм перезарядки, вид зверху:

- 1 – корпус; 2 – заклепка; 3 – скоба;
 4 – втулка; а – різьбовий отвір для кріплення електродвигун;
 б – проточка для шестерні-вала; в – виборка для розміщення колеса;
 г – паз для хвостовика муфти; д – отвір для шестерні-вала;
 е – паз для розміщення штовхача; ж – отвір для колеса;
 з – отвір для обойми; и – паз для виступа обойми;
 к – отвір для повзуна; л – отвір для вала нижнього;
 м – порожнина для розміщення колеса; н – отвір для вала;
 п – отвір для муфти; р – отвір для вала; с – площадка для упора вала;
 т – розточка для вала; у – направляюча для кріплення;
 ф – виріз для вала нижнього; х – проточка для вкладиша

Колесо 4 (див. рис. 5.144) слугує для передачі оберту від нижнього вала б, який зчеплений з шестернею 19, що сидить на валу двигуна 18, вала 5. Колесо зображено на рис. 5.146.

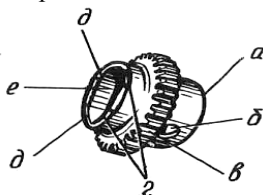


Рисунок 5.146 – Колесо:

- а – передній торець; б – отвір; в – зубчатий вінець; г – скоси;
 д – задній торець; е – центральний отвір

Вал 5 слугує для передачі обертів від колеса 4 колесам 8 і 32. Крім того, вал 5 керує роботою штовхача 10. Вал зображено на рис. 5.147.

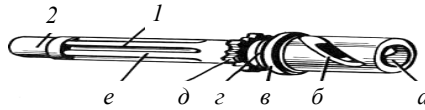


Рисунок 5.147 – Вал:

1 – вал-шестерня; 2 – втулка; а – отвір для штовхача;
 б – гвинтовий паз; в – циліндрична поверхня; г – конічна поверхня;
 д – зуб для зачеплення з муфтою; е – зубчатий вінець

Муфта 13 (див. рис. 5.144) є фрикційним гальмом та являє собою набір рухомих та нерухомих шайб, які чергуються між собою. Муфта зображена на рис. 5.148.

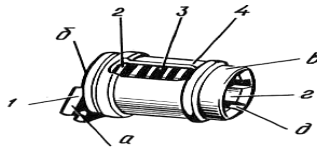


Рисунок 5.148 – Муфта:

1 – втулка; 2 – шайба рухома; 3 – шайба нерухома;
 4 – стакан; а – хвостовик; б – торець; в – напрямний пояс; г – отвір; д – паз

Вал 9 передає оберт від колеса 8 колесу 12. Вал зображено на рис. 5.149.

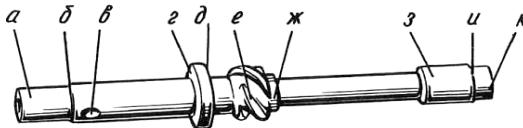


Рисунок 5.149 – Вал:

а – опора передня; б – буртик для упору у вкладиш;
 в – отвір під штифт; г – поверхня для упору пружини;
 д – поверхня для упору колеса; е – чотиризахідна різьба;
 ж – циліндрична частина; з – хвостовик;
 и – буртик для упору у корпус; к – опора задня

Штовхач 10 (див. рис. 5.144) слугує для звільнення від стопора блоку стволів кулемета перед початком стрільби.

Штовхач (рис. 5.150) розміщується у пазу *e* (рис. 5.145) корпуса і може обертатися на хвостовику *e* (див. рис. 5.147) шестерні-вала.

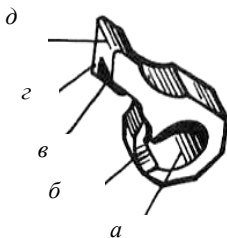


Рисунок 5.150 – Штовхач:

a – отвір для хвостовика шестерні-вала; *b* – виборка для колеса;
v – циліндрична ділянка; *z* – похила поверхня;
d – упорна поверхня

Колесо (див. рис. 5.146) кінечною поверхнею повертає штовхач, який вводить упор в середину кожуха кулемета.

5.6.7 Механізм подачі

Зірка подачі (рис. 5.151) слугує для переміщення патронної стрічки, подачі її до знімача та зниження патронів в екстрактори затворів.

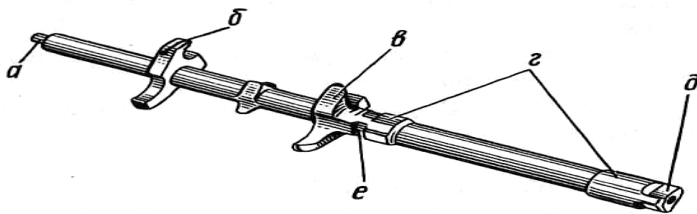


Рисунок 5.151 – Зірка подачі:

a – цапфа; *b*, *v* – пір'їни для подачі патронної стрічки; *z* – посадковий діаметр;
d – тригранний хвостовик; *e* – вибірка під заокраїну гільзи

Зірка подачі виконує безперервну подачу патронів, при цьому промені знімача забезпечують зняття ланки з патрона.

5.6.8 Стопор

Стопор 3 (див. рис. 5.132) слугує для зупинки обертання блоку стволів у кінці черги.

Під час відпускання кнопки стрільби механізм перезарядки звільняє стопор, який під дією своєї пружини западає у виїмку центральної зірки. Стопор зображено на рис. 5.152.

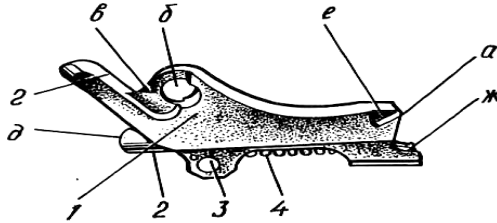


Рисунок 5.152 – Стопор:

- 1 – стопор; 2 – штовхач; 3 – штифт; 4 – пружина;
а – упорна поверхня для взаємодії з центральною зіркою; б – отвір для осі;
в – ребро; г – виступ для взаємодії зі штовхачем;
д – поверхня для упору у корпус; е – знижуючий виступ; ж – отвір для виколотки

Віссю б (див. рис. 5.132) стопор кріпиться на кожусі, при цьому ребро в (рис. 5.152) розміщується у пазу жз (див. рис. 5.133).

Зупинка блоку стволів здійснюється упором поверхні а (див. рис. 5.152) у стінку виїмки центральної зірки.

Виведення стопора із виїмки центральної зірки перед початком стрільби і утримання його у відведеному положенні протягом черги здійснюється дією штовхача на виступ г стопора.

Введення і утримання стопору у виїмці центральної зірки проводиться підпружиненим штовхачем 2.

Для примусового введення стопору у виїмку центральної зірки на повну величину на стопорі виконані знижуючі виступи е, які взаємодіють із знижуючими виступами центральної зірки.

5.6.9 Противідскок

Для запобігання обертання блоку стволів у зворотню сторону при зупинці на стопор у конструкції кулемета застосовано підпружинений противідскок 11 (див. рис. 5.132). Під дією пружини 9 противідскок постійно прижатий до поверхні центральної зірки і ковзає по ній.

При зупинці на стопор противідскок западає у заглиблення центральної зірки і унеможливує оберт блоку стволів у напрямку, що зворотній обертанню під час стрільби. Противідскок розміщено на осі 5.

5.6.10 Механізм замикання

У кулеметі ГШГ-7,62 механізм замикання виконаний у вигляді защіпки, рис. 5.153.

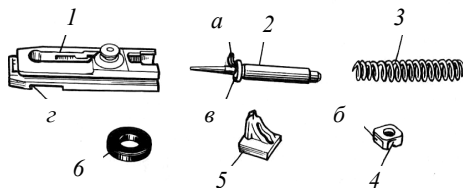


Рисунок 5.153 – Затвор із защіпкою:

1 – затвор; 2 – ударник; 3 – пружина; 4 – кришка; 5 – защіпка;

6 – ролик; а – виступ ударника для взаємодії з упором;

б – фіксує виступ кришки; в – поверхня ударника для взаємодії з клином;

г – радіусна опора, яка взводить ударник

У крайньому передньому положенні затвора верхнє плече клина б (рис. 5.153) взаємодіє з поверхнею д копіра, виконуючи замикання каналу ствола. Ударник, зриваючись із запобіжника розбиває капсюль патрона. Відбувається постріл.

При подальшому обертанні блоку стволів ударник 2 взаємодіє з поверхнею д копіра, відводиться назад і попередньо зводиться. Клин взаємодіє із скосом е копіра, виходить із заглиблення центральної зірки і відмикає канал ствола.

Затвор під час руху назад екстрагує стріляну гільзу, яка по поверхнях ж знімача відбивається з автоматики. Цикл роботи автоматики кулемета повторюється.

5.7 Конструкція авіаційного гранатомета АГ-17А

5.7.1 Загальні відомості та принципи побудови гранатомета

Гранатомет АГ-17А (виріб 9-А-800, конструктор В. Я. Немьонов, прийнятий на озброєння у 1980 році) призначений для озброєння вертольотів Мі-8МТ, Мі-24В(П) і розміщується у підвісних універсальних гондолах ГУВ-2.

Являє собою одноствольну зброю калібру 30 мм із звичайною схемою автоматики (один ствол і один патронник) та пороховим відкатним двигуном і стрічковим живленням (рис. 5.154). Оскільки при стрільбі з вертольоту швидкість гранати збільшується за рахунок придбання додаткової швидкості вертольота, для забезпечення швидкості обертання гранати та її стабілізації в польоті, крок нарізів ствола, на відміну від піхотного гранатомета, зменшений з 715 мм до 600 мм.

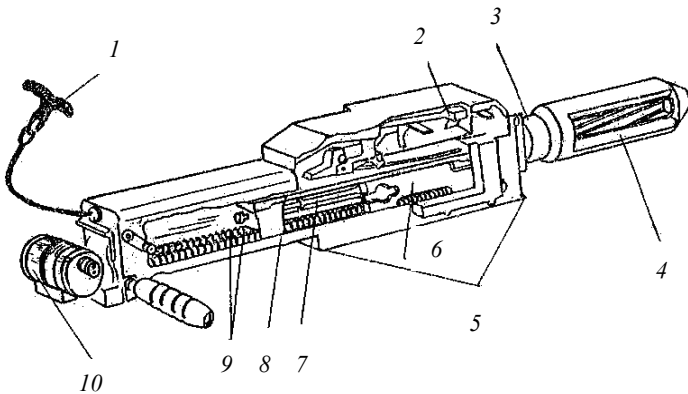


Рисунок 5.154 – Гранатомет АГ-17А:

- 1 – рукоятка перезарядки; 2 – механізм подачі; 3 – патрубок ствола;
4 – насадка ствола; 5 – передній і задній фланці; 6 – затвор;
7 – гідравлічне гальмо; 8 – короб; 9 – зворотні пружини; 10 – електроспуск

На відміну від гармати ГШ-30-1, яка має газовідкатний двигун, в гранатометі здійснюється не відкочування ствола, а відкочування вільного затвору 6. Тому головною ланкою автоматики гранатомета є вільний затвор 6, який виконує зворотно-поступовий рух (відкочування – наочування).

5.7.2 Конструкція вузлів та механізмів гранатомета

Гранатомет АГ-17А складається з таких основних частин і механізмів:

- ствол;
- короб;
- затильник;
- кришка;
- механізм перезарядання;
- механізм подачі;
- затвор зі знижувачем;
- ударно-спусковий механізм;
- механізм екстакції і відбиття;
- зворотні пружини;
- електроспуск;
- запобіжник;
- датчик лічильника патронів;
- знімач ланки;
- гідрогальмо.

Ствол. Гранатомет має короткий ствол 1, на зовнішню поверхню якого насаджений масивний дюралевий насадок 2 для більш інтенсивного відводу тепла з поверхні ствола (рис. 5.155).



Рисунок 5.155 – Ствол АГ-17А

Охолодження ствола здійснюється за рахунок набігаючого потоку повітряних мас.

Для уникання передчасного зношування та перегрівання ствола стрільбу з гранатомета необхідно вести чергами по 10-50 пострілів з перервами між чергами 0,5-1 с, охолоджуючи його після виконання 100 пострілів протягом 20-30 хвилин.

Короб. Корпус короба (рис. 5.156) призначений для об'єднання деталей і механізмів гранатомета та забезпечення його кріплення до лафету авіаційної артилерійської установки за допомогою двох цапф 2.

Зверху короба, ліворуч, розміщується лоток механізму подачі 1, при обертанні якого забезпечується фіксація та кріплення кришки механізму подачі.

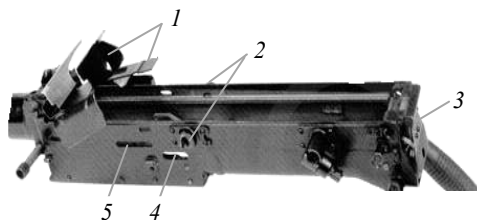


Рисунок 5.156 – Короб гранатомета

Позаду, праворуч, розміщується затильник 3, який являється гашеткою гранатомета.

Знизу, праворуч, знаходяться два виступа, за допомогою яких кріпиться корпус електроспуску до короба.

Збоку, ліворуч, є два отвори 4 і 5 для установки лічильника залишку патронів та ударника.

На лівій та правій щоках короба з внутрішньої сторони є напрямні по яких рухається затвор і там же приклепані два копіра – лівий і правий, взаємодіючи з якими важелі передають рух знижувачу 2, що розміщений на затворі 3. Тим самим забезпечується подача та зниження патрона з стрічки у патронник гранатомета.

Затильник. На корпусі лічильника 3 (рис. 5.156) розміщуються електроспуск та механізм ручної перезарядки.

Кришка. У пазах кришки (рис. 5.157) розміщується важіль ручного перезаряджання.



Рисунок 5.157 – Кришка ствольної коробки з механізмом перезаряджання

Механізм перезаряджання забезпечує перезаряджання гранатомета при осіці пострілу, тільки ручним способом, у разі посадки вертольоту.

Він змонтований у кришці короба і містить у своєму складі обойму, яка чіпляє зачеп затвора і трос з Т-подібною ручкою 1 (див. рис. 5.154), і перекинута через ролик обойми. Заряджання і перезаряджання гранатомета здійснюється тільки вручну. Для заряджання і перезаряджання необхідно відвести рукоятку назад до упора і відпустити її.

З правої сторони на кришці механізму перезарядження є спеціальні напрямні, за допомогою яких здійснюється кріплення кришки до короба гранатомета.

Механізм подачі 2 забезпечує подачу патронної стрічки у приймальне вікно гранатомета (рис. 5.154). Він являє собою механізм рейкового типу, до складу якого входять (див. рис. 1.30):

- двоплечий важіль;
- нерухома вісь;
- палець.

Механізм подачі 2 патронної стрічки гранатомета близький по побудові та дії до механізму подачі гармати ГШ-30-1, але замість движка подачі в ньому використовується двоплечий важіль 3, розташований на нерухомій осі 2.

Обертання важеля 3 на осі 2 забезпечується копіром 6 затвора 5 за допомогою пальця 1.

Затвор 6 з знижувачем. Затвор і знижувач поєднують у собі два механізми: досилання та зниження (див. рис. 1.35). Корпус затвора із знижувачем подано на рис. 5.158.



Рисунок 5.158 – Затвор

На передній торцевій поверхні затвора 3 у вертикальних напрямних розташований знижувач 2.

До складу механізму досилання входять: знижувач 2, копір 4, затвор 3 (див. рис. 1.35).

Ударно-спусковий механізм призначений для початку і припинення стрільби та забезпечення розбиття капсуля снаряда (гранати). Конструкція ударно-спускового механізму представлена на рис. 1.41. Ударно-спусковий механізм розміщений на лівому боці короба і закріплений віссю приймача. Механізм через спускову планку (тягу) 15 з'єднаний з гашеткою 14.

Механізм екстракції і відбиття. Механізм екстракції призначений для видалення гільзи з патронника за допомогою виступу екстрактора. Механізм відбиття призначений для відбиття стріляної гільзи шляхом повороту гребня відбивача навколо своєї вісі. Будова механізмів представлена на рис. 1.27.

Зворотні пружини забезпечують повернення затвора у вихідне положення після відкату (рис. 5.159).



Рисунок 5.159 – Зворотні пружини

Електроспуск 10 (див. рис. 5.154) призначений для переведення ударника у бойове положення (у вихідному положенні утримується ударник шепталом).

Електроспуск взаємодіючи через гашетку *13* (див. рис. 1.41), планку *11*, прапорець *10* здійснює повернення шептала *9*, виводячи його із зачеплення з ударником *6* (здійснює керування шепталом).

Запобіжник забезпечує розмикання та замикання бойового кола стрільби гранатомета.

Датчик лічильника патронів забезпечує контроль на табло залишку гранат.

Знімач ланки призначений для зняття гранати з ланки.

Гідрогальмо 7 забезпечує гальмування відкату вільного затвора.

5.8 Перспективи розвитку авіаційної артилерійської зброї

Сучасний стан авіаційної артилерійської зброї визначається великою кількістю зразків зброї різних типів, схем і калібрів: гармати, кулемети і гранатомети; звичайна, барабанна, двоствольна і багатоствольна схеми зброї; калібри 7,62; 12,7; 23; 30 мм.

Основу авіаційної артилерійської зброї в авіації ЗСУ становлять зразки: ГШ-30-1, ГШ-30, ГШ-6-23, ГШ-23Л, ЯкБ-12,7, ГШГ-7,62, АГ-17А, які у якості патронів (гранат) використовують – осколково-фугасні, осколково-фугасно-запальні і бронебійні.

Однак інтенсивний розвиток воєнної техніки у напрямку посилення захисту, збільшення міцності і живучості конструкцій, а також вагомий чинник, що авіаційні патрони розроблялись деякі у період Другої Світової війни, а більшість у кінці 70-х на початку 80-х років, свідчить про зменшення їхньої ефективності під час ураження цілей.

Основними напрямками подальшого удосконалення артилерійського озброєння є:

- збільшення живучості ствола авіаційної артилерійської зброї;
- збільшення темпу стрільби;
- застосування багатоствольної зброї;
- збільшення початкової швидкості снаряда;
- зменшення маси і габаритів;
- подальше удосконалення авіаційних патронів;
- подальше удосконалення ефективності авіаційної артилерійської зброї із застосуванням нових фізичних принципів її дії.

Для забезпечення живучості стволів ААЗ при високому темпі стрільби і високих балістичних характеристик снарядів (куль) необхідні нові малоерозійні піроксилінові пороху з високою прогресивністю горіння.

На сьогодні продовжується пошук нових схем зброї таких, як багатоствольних гармат з нерухомими стволами, зброї з «відкритим» патронником, зброї з рідинною металюю речовиною, а також більш потужних металюю речовин для застосування в патронах.

Розробляються можливості надання великих швидкостей снарядам з використанням нових фізичних принципів, наприклад за рахунок використання більш потужних вибухових речовин або електромагнітної енергії.

Разом зі створенням нових систем авіаційної артилерійської зброї відбувається і удосконалення боеприпасів до неї.

Варто зазначити, що концептуальним питанням є визначення ролі і місця авіаційної артилерійської зброї у складі комплексу авіаційного озброєння перспективних бойових літаків і вертольотів. У зв'язку з цим необхідно більш глибокі дослідження за такими напрямками:

- оптимізація калібру ААЗ;
- визначення призначення ААЗ - оборонне чи наступальне;
- застосування принципово нових фізичних принципів дії ААЗ і нових типів патронів.

Застосування пластмасових ведучих поясків замість мідних та сталевих поясків привело не тільки до збільшення живучості стволів, але і

до зміни характеру зношування каналу ствола. При звичайних сталевих або мідних ведучих поясках, як показали дослідження, зношування каналу ствола починається з першого пострілу і поступово збільшується. Під час стрільби снарядами з пластмасовими ведучими поясками зношування каналу ствола практично відсутній до певного настрілу, але потім прогресивно збільшується. Це дозволяє вчасно замінити стволи ще до того, як розсіювання снарядів зросте до неприйнятних значень.

В результаті дослідження впливу матеріалів конструкції ведучих поясків снарядів на живучість ствола, пропонується використання полімерних матеріалів та їх похідних у конструкції снарядів патронів, причому з подальшою інтеграцією елемента у єдиний корпус снаряду для збільшення ефективності функціонування ведучих поясків.

Математичні моделі ескізів конструкції снарядів авіаційних патронів з використанням новітніх матеріалів подані на рис. 5.160.

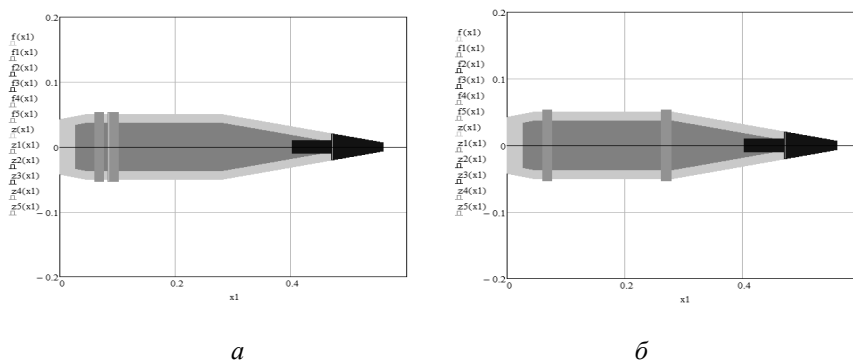


Рисунок 5.160 – Моделювання ескізів снарядів БТ-30:
 а) з двома ведучими поясками у хвостовій частині снаряду;
 б) з двома ведучими поясками, по одному у оживальній та хвостовій частинах снаряду

Розробка патронів з алюмінієвими гільзами стала можливою завдяки розробці низькомолекулярних висококалорійних «холодних» порохів. Технологія їхнього виготовлення базується на технології виготовлення порохів для ракетних двигунів.

Впровадження «холодних» порохів дозволило знизити ерозію каналів стволів, збільшити початкову швидкість снарядів і використовувати алюмінієві гільзи, тому що температура горіння таких порохів нижче температури запалення алюмінію.

Отже, виходячи з вказаного вище, на сьогодні авіаційна артилерійська зброя представляє собою велику кількість зразків різноманітних типів, схем і калібрів. У широких діапазонах змінюються їх темп стрільби, балістичні, вагові та габаритні характеристики. Це насамперед пов'язано з великим об'ємом задач, які вирішуються по ефективному ураженню різноманітних цілей у широкому діапазоні умов бойового застосування авіації, і з виконанням особливих вимог до зброї, призначеної для вирішення поставлених задач.

Сучасна авіаційна артилерійська зброя – це багатоствольна, швидкострільна, рухома зброя яка забезпечує високу точність стрільби і можливість вибору типу снарядів залежно від типу цілі. Така ефективність можлива під час використання сучасних систем прицілювання, що володіють високою точністю у різних умовах сучасного бою та різний час доби.

Таким чином, на сьогодні подальший розвиток і удосконалення авіаційної артилерійської зброї інтенсивно продовжується, він пов'язаний, насамперед, з удосконаленням конструкції стволів та авіаційних боеприпасів.

6 СПОСОБИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ

6.1 Основні задачі, які вирішуються з застосуванням авіаційної артилерійської зброї

Тактико-технічні характеристики авіаційної артилерійської зброї та кон-структивні особливості її складових елементів знаходяться в тісній діалектичній взаємодії з бойовими задачами, які покладаються на цей вид зброї.

Характеристики зброї, патронів і установок залежать від того, для ураження яких цілей призначений цей вид озброєння і від умов, у яких зброя буде застосовуватися. З іншого боку, від бойових можливостей артилерійської зброї, її тактико-технічних характеристик залежать бойові задачі, що покладаються на неї.

При виборі і призначенні цих бойових задач ураховуються досвід бойового застосування, результати полігонних випробувань та теоретичних досліджень, які показують, що авіаційну артилерійську зброю доцільно застосовувати для вирішення таких бойових задач:

1) для ураження наземних, головним чином, малорозмірних рухомих неброньованих та легкоброньованих цілей у тактичній і оперативній глибині противника;

2) для боротьби з повітряними цілями в найближчому маневреному повітряному бою і знищення автоматичних аеростатів;

3) для активної оборони бомбардувальників і літаків військово-транспортної авіації від атак винищувачів противника, а також від ракет класу «повітря – повітря» і «поверхня – повітря»;

4) для постановки пасивних перешкод за допомогою протирадіолокаційних (ПРЛ) снарядів та перешкодних інфрачервоних снарядів (ПІЧС) під час оборони від ракет і винищувачів противника, а також під час подолання зональної та об'єктової протиповітряної оборони противника. Протирадіолокаційні патрони застосовуються для постановки перешкод літаковим і наземним РЛС, а ПІЧС – ракетам з тепловими головками самонаведення і неконтактними оптичними підривачами.

Порівняно з іншими видами озброєння повітряних суден артилерійська зброя має такі особливості:

– артилерійська зброя є універсальним засобом озброєння авіації, здатним вирішувати задачі ураження широкого кола наземних і повітряних цілей та постановки перешкод;

– вона має незначні обмеження у застосуванні по метеоумовах;

– артилерійська зброя менше піддається впливу перешкод, що діють на неї;

– зброя, як правило, вбудована в конструкцію повітряного судна і не погіршує його аеродинамічних характеристик, за винятком підвісних артилерійських установок;

– артилерійська зброя простіша за будовою, дешевша у виготовленні в порівнянні з керованим ракетним озброєнням і є зброєю багаторазового застосування.

Отже, авіаційна артилерійська зброя може успішно застосовуватись для ефективного ураження різноманітних наземних і повітряних цілей.

6.2 Типові наземні та повітряні цілі для ураження артилерійською зброєю і характеристики ступенів їх уразливості

Більшість наземних об'єктів являє собою складні функціонуючі комплекси, що мають у своєму складі цілі, різні за призначенням та ступенем уразливості.

У загальному випадку об'єкт ураження являє собою сукупність елементарних цілей, розміщених на обмеженій площі. Під елементарною ціллю розуміють таку одиночну ціль, яку неможливо розділити на декілька цілей, елементів або частин без порушення її фізичної цілісності (наприклад літак, танк, БМП).

За характером елементарних цілей, що входять до їх складу, об'єкти поділяються на однорідні та неоднорідні.

Однорідні об'єкти – це об'єкти, які містять у своєму складі один вид елементарних цілей.

Неоднорідні об'єкти – це об'єкти, які містять у своєму складі елементарні цілі різноманітного характеру (жива сила, техніка, будівлі).

Стійкість об'єкта суттєво залежить від його розміру та конфігурації.

За розмірами об'єкти поділяються на точкові та розмірні.

Точковими є об'єкти, ураження яких не може бути частковим: об'єкт або уражається повністю, або взагалі не уражається (наприклад, пункт управління на стартовій позиції).

Розмірні об'єкти поділяються на площинні і лінійні. У площинних об'єктів співвідношення фронту і глибини (тобто довжини і ширини) не перевищує 2:1, а у лінійних об'єктів ця величина становить більше двох одиниць. Площинні об'єкти можуть уражатися частково.

Така класифікація об'єктів є відносною, оскільки одна й та ж ціль може бути для різних засобів ураження та їх потужності точковою або площинною.

При дії артилерійським озброєнням по об'єкту необхідно насамперед уражати найбільш уразливі цілі, що визначають функціонування всього об'єкта. Такі цілі в наземних об'єктах, як правило, розташовані на значних відстанях одна від одної, що унеможливує одночасне ураження їх в одній атаці. Тому для артилерійського озброєння такі цілі є одиночними.

Результат дії по одиночній цілі може бути тільки одним із двох: об'єкт уражений або об'єкт не уражений. При цьому варто мати на увазі, що заданий (встановлений умовно) ступінь ураження може бути різним залежно від прийнятого поняття «ураження цілі».

Якщо функціонування об'єкта визначається кількістю боездатних однотипних одиночних цілей, то умовно вважають, що об'єкт є однорідним груповим. Наприклад, як однорідні групові об'єкти для авіаційного артилерійського озброєння можна розглядати групу літаків на стоянці, роту мотопіхоти в районі розосередження або на марші. Припинення бойової діяльності однорідних групових об'єктів досягається ураженням заданої кількості одиночних цілей у ньому.

При дії артилерійським озброєнням по однорідному груповому об'єкту прицілювання здійснюється по одній з одиночних цілей об'єкта, а оцінка ефективності, як правило, проводиться з урахуванням можливості ураження в атаці сусідніх одиночних цілей. Вибір точки прицілювання не має бути довільним. Він залежить від співвідношення розмірів об'єкта і кількості елементів, які становлять груповий об'єкт, а також від співвідношення розмірів об'єкта і величини ймовірного відхилення розсіювання снарядів.

Оцінка ефективності стрільби з метою вибору основних характеристик зброї проводиться не по всіх існуючих цілях, а по так званих типових цілях, які відображають характеристики уразливості і конструктивні особливості цілої сукупності цілей.

При виборі типових цілей та об'єктів необхідно урахувати:

- для вирішення яких тактичних задач буде проводитись оцінка ефективності стрільби;
- які особливості зброї, боєприпасів та умови їх застосування;
- наявність або можливість простого визначення початкових даних про уражаючу дію боєприпасів по даних цілях;
- можливість використання методик (якщо вони є) визначення критеріїв ефективності стрільби.

Крім того, типові цілі мають відповідати таким вимогам:

1. Являти собою сукупність різних типів цілей, близьких одна до одної за виконуваними бойовими функціями і характеристиками уразливості.
2. Бути масовими або мати важливе оперативнотактичне призначення.

3. Не тільки стояти на озброєнні ймовірного противника, а й за своїми тактико-технічними даними бути одним з кращих зразків і, отже, мати перспективу тривалого використання.

4. Бути в такій кількості, щоб за своїми характеристиками уразливості охоплювати максимальну кількість об'єктів, по яких в основному має застосовуватися розроблений зразок зброї.

Усі наземні цілі, що підлягають ураженню авіаційною артилерійською зброєю, за видами техніки можна розбити на такі групи:

- ракети класу «земля – земля» оперативного-тактичного призначення на пускових установках, стартових позиціях або на марші;
- бойові машини піхоти, бронетранспортери, спецавтомобілі, тепловози, вагони, малі човни флоту;
- самохідна польова артилерія;
- зенітні керовані ракети сухопутних військ;
- літаки і вертольоти на стоянках;
- радіотехнічні засоби управління.

Основними типовими повітряними цілями для авіаційної артилерійської зброї є:

- літаки тактичної і палубної авіації;
- ударно-розвідувальні літаки;
- крилаті ракети;
- безпілотні розвідники;
- літаки військово-транспортної авіації;
- вертольоти, аеростати та інші повітряні об'єкти.

Ураження цілі є умовним поняттям і конкретний зміст його залежить від того, яких збитків необхідно завдати цілі під час стрільби, щоб вона вважалася ураженою. При цьому до розгляду вводять ряд ступенів ураження цілі.

При ураженні наземних цілей ступені ураження пов'язують з тривалістю часу, який необхідний для відновлення боєздатності об'єкта, що піддався ураженню.

Розрізняють три ступені ураження наземних цілей:

1. Подавлення – ціль припиняє бойове функціонування на час не менше 2 – 4 годин (ураження за типом С).

2. Виведення з ладу – ціль припиняє бойові дії на час не менше однієї доби (ураження за типом В).

3. Знищення – ціль припиняє бойові дії на час не менше 5 – 7 діб (ураження за типом А).

При ураженні повітряних цілей ступені ураження пов'язують з обмеженням можливостей об'єкта, що піддався ураженню.

Для повітряних цілей прийняті такі ступені ураження:

1. Ураження за типом С (позбавлення цілі можливості виконувати бойову задачу) – ціль не здатна вести маневрений повітряний бій або продовжувати політ на бойове застосування своїх засобів ураження.

2. Ураження за типом В (збиття цілі) – повітряна ціль припиняє політ або може планувати до двох-трьох хвилин після обстрілу.

3. Ураження за типом А (знищення цілі) – повітряна ціль після обстрілу починає падати на землю або на ній виникає пожежа.

Більшість снарядів авіаційної артилерійської зброї належить до боеприпасів ударної дії, для яких вичерпною характеристикою, що визначає їхню дію по одиночній цілі, є умовний закон ураження цілі $G(m)$, під яким розуміють імовірність ураження цілі за умови, що в неї влучило рівно m снарядів. Умовний закон ураження цілі одночасно визначає як руйнуючу потужність боеприпасів, так і уразливість конкретної цілі по відношенню до такого типу боеприпасів ударної дії. При розрахунках ефективності стрільби, як правило, використовують показниковий закон ураження, який є апроксимацією умовного закону

$$G(m) = 1 - \left(1 - \frac{1}{\omega}\right)^m,$$

де ω – середня необхідна кількість влучень для ураження цілі.

На практиці умовний закон ураження відрізняється від показникового за рахунок наявності проміжних зон на цілі, влучення в які тільки декількох снарядів (2 – 3) забезпечує ураження цілі, тобто на реальній цілі завжди є накопичення збитків.

Показниковий же закон ураження накопичення цих збитків не враховує, а вказує на те, що ціль складається з частин абсолютно уразливих, тобто влучення в них хоча б одного снаряда призводить до ураження цілі та абсолютно неуразливих частин, при влученні в які ціль зовсім не уражається. Крім того, при визначенні умовного закону ураження вважають, що снаряди, які влучили у ціль, розподілені на ній рівномірно і незалежно один від одного. Тому для простоти розрахунків ефективності умовні закони ураження приймають або апроксимують показниковими.

Середня необхідна кількість влучень ω для типових цілей визначається експериментальним (стрільбою по реальних цілях) або теоретичним шляхом за спеціальною методикою. Крім середньої необхідної кількості влучень, у розрахунках ефективності стрільби використовується площа

цілі $S_{ц}$, яка відображає її геометричні розміри. Часто як площу малорозмірної цілі приймають прямокутник або коло, рівновеликі (по ймовірності влучення снаряда) площі проекції цілі на площину, перпендикулярну вектору дальності (картинна площина).

Середня необхідна кількість влучень ω і приведені площі $S_{ц}$ (в картинній площині) типових легкоуразливих наземних цілей наводяться у спеціальних керівництвах з бойового застосування авіаційних засобів ураження.

З аналізу даних цих керівництв випливає, що значення ω для легкоуразливих наземних цілей залежно від калібру зброї змінюються незначно і практично не залежать від кута пікірування. Значення ж площі $S_{ц}$ цілі переважно залежать від кута пікірування і незначно зростають при збільшенні калібру зброї. Залежність $S_{ц}$ від калібру зброї пояснюється урахуванням можливості ураження цілі осколками снарядів, які розриваються при ударі об землю в безпосередній близькості від цілі.

Середня необхідна кількість влучень ω для ураження легкоброньованих цілей залежить від калібру зброї, швидкості і кута підходу до поверхні землі снарядів, товщини броні і напрямку заходження на ціль.

Залежність значень ω для умовної типової БМП від швидкості зустрічі v броньованих снарядів калібрів 23 та 30 мм при різних кутах пікірування λ і рівномірному напрямку заходження на ціль наведено на рис. 6.1.

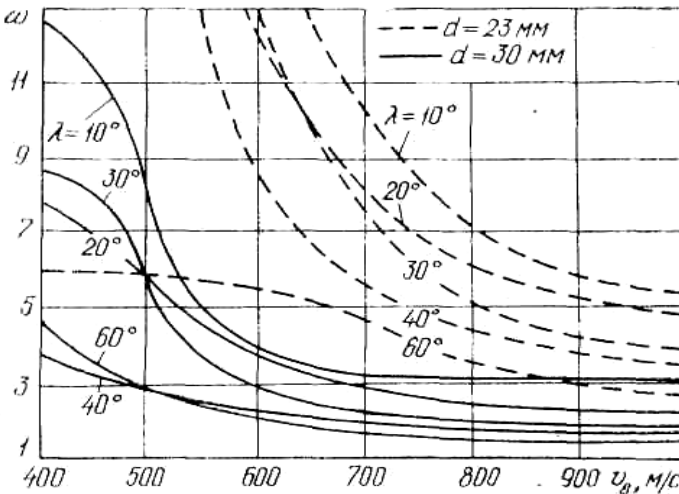


Рисунок 6.1 – Графіки залежності середньої кількості влучень для типової БМП

Значення $S_{ц}$ (в картинній площині) для цієї ж БМП залежно від кута пікірування повітряного судна наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Кут пікірування, град	10	20	30	40	50	60
Зведена площа цілі, м ²	12,7	14,9	17,1	19,5	20,5	21,5

При ураженні повітряних цілей за типом С величина ω залежить, в основному, від типу цілі, калібру і типу снаряда, а також від ракурсу цілі і швидкості зустрічі з нею снаряда. Ця залежність показана на рис. 6.2.

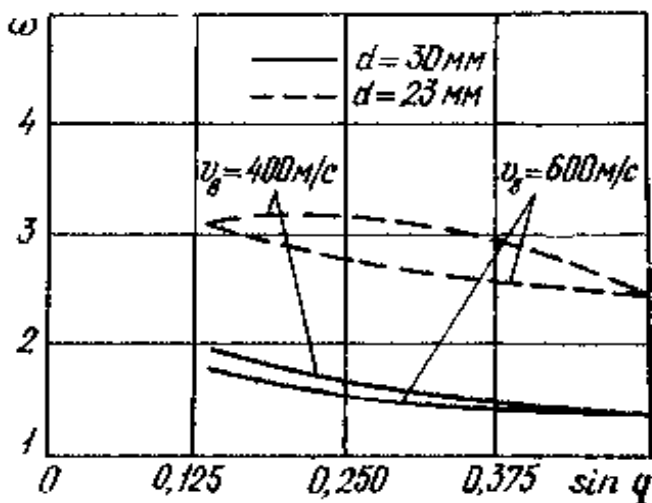


Рисунок 6.2 – Графіки середніх необхідних влучень для повітряної цілі типу літак-винишувач

Площа повітряної цілі $S_{ц}$ визначається її геометричними розмірами і, в основному, залежить від ракурсу цілі в момент стрільби.

У повітряному бою екіпаж повітряного судна має вміти визначати ракурс цілі окомірним способом. Для цього зручно використовувати ефект видимого скорочення характерного розміру повітряної цілі залежно від її курсового кута (рис. 6.3).

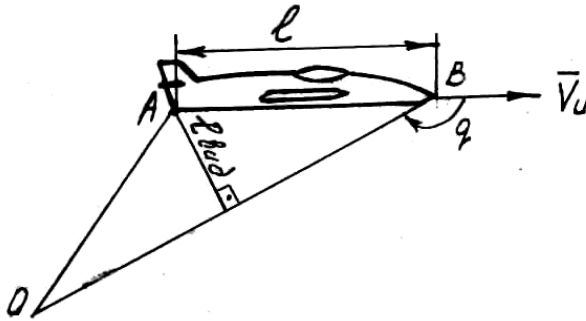


Рисунок 6.3 – Визначення ракурсу цілі

Ракурс цілі – це відношення видимого розміру цілі $l_{\text{вид}}$ до його справжнього розміру. Як характерний розмір повітряної цілі зазвичай приймають довжину її фюзеляжу, яку умовно розділяють на вісім частин і визначають, скільки таких частин поміщається у видимому розмірі цілі.

Ракурс вимірюється у восьми частках, тобто $R_{\text{ц}} = \frac{K}{8}$, де $K = 1 \dots 8$.

З трикутника ABC маємо

$$\sin(180 - q) = \sin q \frac{l_{\text{вид}}}{l}.$$

Для полегшення визначення ракурсу цілі використовують лише п'ять основних значень (рис. 6.4), а саме:

$$q = 90^\circ \sin q = 1 = 8/8 \text{ (довжину цілі видно повністю);}$$

$$q = 50^\circ (130^\circ) \sin q = 0,75 = 6/8;$$

$$q = 30^\circ (150^\circ) \sin q = 0,5 = 4/8;$$

$$q = 15^\circ (165^\circ) \sin q = 0,25 = 2/8;$$

$q = 0^\circ (180^\circ) \sin q = 0 = 0/8$ – довжина фюзеляжу невидима, видимий лише розмах крил.

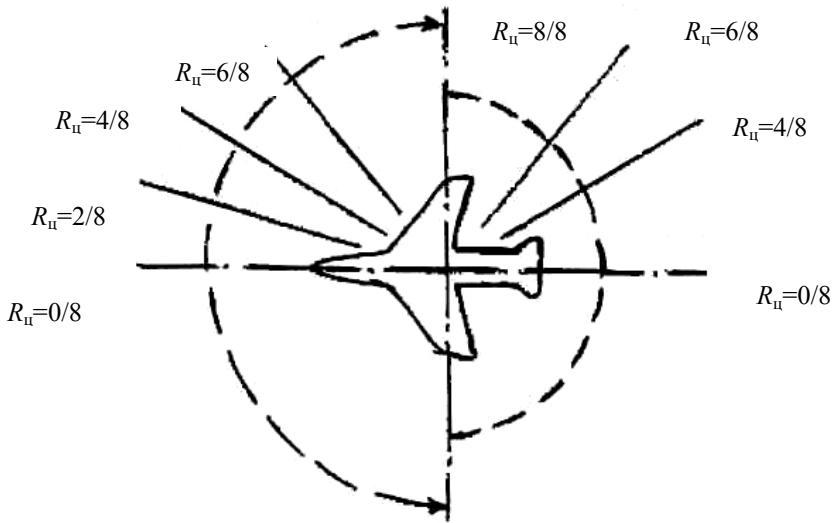


Рисунок 6.4 – Значення ракурсів цілі

Значення залежності приведеної площі типової повітряної цілі (літака-винищувача) від її ракурсу подані в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Ракурс цілі	1/8	1/4	1/2
Площа цілі, м	11,3	26,0	32

Великий вплив на значення ω для повітряних цілей чинять заходи по підвищенню живучості: різке зниження пожежонебезпечності паливних баків, використання негорючих гідросумішей, бронювання окремих найбільш важливих систем і агрегатів і т. п.

При зміні ступеня від ураження за типом А до ураження за типом С значення ω для типових повітряних цілей можуть збільшуватися у 2 – 4 рази.

6.3 Способи та умови бойового застосування авіаційної артилерійської зброї.

Обмеження умов бойового застосування

6.3.1 Стрільба по наземних цілях з нерухомої зброї

Способи бойового застосування авіаційної артилерійської зброї залежать від типу повітряного судна, місця розташування на них зброї та типу цілей, для ураження яких призначена ця зброя.

Атаки наземних цілей із застосуванням нерухомої зброї, встановленої уздовж осі літального апарата, виконуються з пікірування, з простих або складних видів маневру, які залежать від тактичної обстановки в районі цілі і метеоумов. Умови виконання атаки характеризуються діапазоном висот і швидкостей польоту, кутами пікірування, перевантаженнями на виході з пікірування, дальністю до цілі та тривалістю стрільби.

Складні види маневру (бойовий розворот, петля і напівпетля Нестерова та гірка) виконуються при польоті на малих висотах після виявлення цілі (або характерного орієнтира) для набирання висоти й усунення бічних помилок виходу на ціль.

Прості види маневру (пікірування з горизонтального польоту) застосовуються при слабкій ППО противника в районі цілі та хмарності і на висотах польоту 1 500 – 1 800 м.

Рациональні кути пікірування можуть становити 10 – 60°, висота введення в пікірування 400 – 3 000 м. Легкоуразливі цілі (РЛС, літаки на відкритих стоянках) частіше атакують з кутами пікірування 10 – 20°, тому що характеристики уразливості цих цілей мало залежать від кута пікірування, а при менших кутах пікірування зменшується висота введення в пікірування, спрощується техніка пілотування повітряним судном, поліпшуються умови прицілювання, знижується ефективність ППО противника.

Під час атаки легкоброньованих цілей (типу БМП і БТР) кути пікірування мають бути максимальними, тому що в цьому випадку збільшуються розміри цілі і зменшуються значення ω за рахунок великого кута підходу снарядів до поверхні землі і ураження цілі переважно через броню даху, товщина якої завжди найбільш мінімальна порівняно з бічними стінками цих об'єктів.

Для підвищення ефективності дії артилерійської зброї доцільно зменшувати дальність відкриття вогню і збільшувати тривалість стрільби. Однак тут необхідно враховувати обмеження, які накладаються на умови бойового застосування артилерійського озброєння льотно-технічними даними повітряного судна, його безпекою під час стрільби і характеристиками зброї.

Можлива дальність початку стрільби D визначається балістичними характеристиками зброї (v_0 і c) за умови надійного спрацювання підривачів біля цілі і пробивання броні заданої товщини. При цьому ймовірність влучення снарядів у малорозмірну ціль не має бути занадто малою, щоб не витратити патрони нерационально.

Якщо виходити з необхідної швидкості зустрічі снарядів з ціллю, то початкову дальність стрільби можна визначити зі співвідношення

$$v_0 = v_{01} g_u(v_{01}, c_H D), \quad (6.1)$$

де $v_{01} = v_1 + v_0$ – абсолютна початкова швидкість снаряда; $g_u(v_{01}, c_H D)$ – таблична балістична функція зміни швидкості снаряда на траєкторії; $C_H = CH(H)$ – балістичний коефіцієнт снаряда на висоті H ; $H(H)$ – таблична функція відносної густини повітря залежно від висоти.

При розрахунках на ЕОМ табличну балістичну функцію g_u апроксимують такою залежністю:

$$g_u = e^{-kc_H D}, \quad (6.2)$$

де $k = 2,85 \cdot 10^{-4}$ – для закону опору за Сіаччі.

Швидкість зіткнення снарядів з ціллю для надійного спрацювання їх підривачів приймається рівною 300 м/с.

Швидкість зіткнення, необхідну для пробивання броні товщиною b при куті підходу снаряда до поверхні броні θ , можна визначити за допомогою формули Жакоб-де-Марра:

$$v_3 = K \frac{d^{0,75} b^{0,7}}{m_{\text{сн}} \sin \Theta}, \quad (6.3)$$

де K – коефіцієнт, що характеризує властивості броні. Для гомогенної броні (однорідної низької твердості) значення K приймаються рівними 1 600 – 2 000, а для гетерогенної (неоднорідної середньої та високої твердості) значення приймаються рівними 2 000 – 3 000. У цій формулі калібр зброї d та товщина броні b вимірюються у сантиметрах, а маса снаряда $m_{\text{сн}}$ – у кілограмах.

Необхідні швидкості зустрічі снарядів для пробиття броні суттєво перевищують швидкості для надійного спрацювання підривачів, тому максимальні дальності стрільби по легкоброньованих цілях менше, ніж по легкоуразливих.

Необхідні швидкості зустрічі бронебійних снарядів калібру 23 та 30 мм залежно від кута їх підходу до поверхні θ та товщини броні наведені на рис. 6.5.

Залежно від калібру зброї гранична початкова дальність $D_{п}$ стрільби за умов надійного спрацювання підривачів становить від 2 000 до 1 600 метрів до цілі.

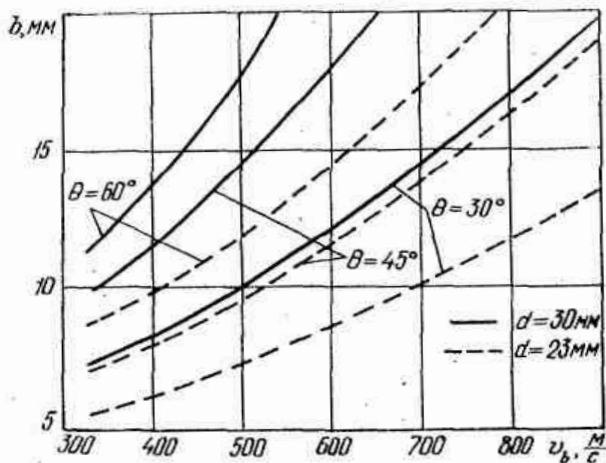


Рисунок 6.5 – Графіки товщини броні, що пробивається снарядом, залежно від його швидкості та кута зустрічі

Мінімально можлива дальність закінчення стрільби D_k залежить від умов, що гарантують безпеку повітряного судна при атаці цілі. При цьому мають бути виконані такі умови безпеки:

- висота виведення повітряного судна з пікірування не має бути менше мінімально заданої (100 – 200 м);
- забороняється вхід повітряного судна в зону розльоту осколків, що утворюються при розриві власних снарядів біля землі. При цьому небезпечна зона задається радіусом розльоту осколків R , який становить 200 – 300 м;
- необхідно виключити можливість ураження повітряного судна за рахунок його зіткнення зі снарядами, які рикошетують, або осколками снарядів, що розірвалися в повітрі, після їх рикошету.

Дальність завершення стрільби встановлюється з таким розрахунком, щоб забезпечити виконання всіх цих умов безпеки і, отже, вона має бути максимальною за трьома значеннями, які визначаються кожною з вказаних вище умов окремо.

Формула для визначення значень D_k за умови забезпечення мінімальної висоти виведення з пікірування може бути отримана з геометричних і кінематичних співвідношень, наведених на рис. 6.6.

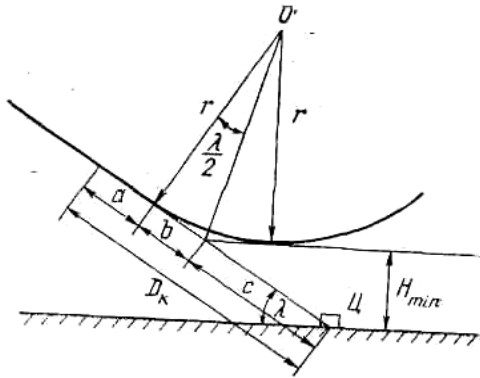


Рисунок 6.6 – Схема дії обмеження D_k по мінімальній висоті виводу з пікірування

З наведених вище співвідношень випливає:

$$D_k = v_1(t_3 + 0,5t_n) + \frac{r(1 - \cos \lambda)}{\sin \lambda}, \quad (6.4)$$

де $r = \frac{v_1^2}{g \left(n_y - \cos \frac{\lambda}{2} \right)}$ – радіус віражу на виході з пікірування; t_3 – час

запізнення льотчика з моменту закінчення стрільби до відхилення рулів висоти; t_n – час наростання перевантаження до максимального значення ($t_n = 2 - 3$ с); n_y – максимальне перевантаження повітряного судна при виході з пікірування ($n_y = 4 - 5$); v_1 – швидкість польоту повітряного судна.

З наведеної схеми параметри траєкторії польоту визначаються за такими формулами:

$$a = (v_1(t_3 + 0,5t_n));$$

$$b = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2};$$

$$c = \frac{H_{\min}}{\sin \lambda}.$$

Мінімальна дальність стрільби за умов, які виключають вхід повітряного судна в зону розльоту осколків власних снарядів, визначається з геометричних і кінематичних співвідношень, наведених на рис. 6.7.

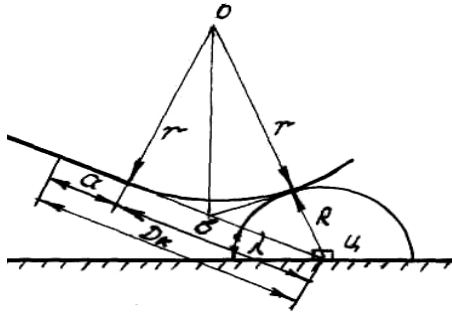


Рисунок 6.7 – Схема дії обмеження D_k по радіусу розльоту осколків від власних снарядів, або снарядів, що рикошетують

З цього рисунка випливає така формула:

$$D_k = v_1(t_3 + 0,5t_n) + \sqrt{R(R + 2r)}, \quad (6.5)$$

де R – радіус розльоту осколків; $a = (v_1(t_3 + 0,5t_n))$; $b = \sqrt{R(R + 2r)}$.

Початкові дані для розрахунків значень D_k за формулами (6.4) та (6.5) наводяться в керівництвах і методичних посібниках з бойового застосування відповідних типів повітряних суден, а також у керівництвах з бойового застосування авіаційних засобів ураження.

Безпечна дальність закінчення стрільби D_k як по забезпеченню мінімальної безпечної висоти виведення, так і по забезпеченню безпеки від ураження осколками власних снарядів збільшується зі збільшенням швидкості польоту повітряного судна у момент стрільби.

Мінімальна дальність стрільби за умови обльоту зони можливого рикошету снарядів визначається часом, необхідним на протирикошетний маневр. Суть цього маневру полягає в тому, що повітряне судно після закінчення стрільби і виведення з пікірування одночасно виконує відвертання на кут $30 - 35^\circ$ і продовжує набирання висоти. Під час стрільби з пікірування протирикошетний маневр не накладає суттєвих обмежень на дальність закінчення стрільби і тому враховується лише в техніці пілотування повітряним судном.

Рикошетувати можуть снаряди, які не вибухнули в момент зіткнення з перешкодою через відмову їх підривачів з якихось причин, або снаряди, які не мають підривачів.

Параметри траєкторії польоту снарядів, що рикошетують (висота, дальність, час), залежать від умов зіткнення снаряда з перешкодою та від характеру перешкоди (грунту). Менше рикошетів спостерігається при стрільбі по природному ґрунту (пісок, чорнозем) і при великих кутах зіткнення снарядів з перешкодою. Більше випадків рикошету спостерігається під час стрільби на малих кутах пікірування по кам'яному ґрунту, бетонних та сталевих покриттях. Повний сектор снарядів, що рикошетують, становить до 15° ліворуч і 45° праворуч від площини стрільби. Несиметричність сектора розльоту снарядів при рикошеті пояснюється обертовим рухом їх навколо власної осі (бортовим ефектом) та неоднорідністю ґрунту. Висота підняття рикошетуючих снарядів може досягати 300 м.

Снаряди при рикошеті тривалий час знаходяться у повітрі тому, що їх швидкість при набірні висоти зменшується практично до нуля, а потім вони вільно падають на землю.

Ще більш небезпечними для повітряних суден є снаряди, які після рикошету підриваються у повітрі. Тому з метою безпеки забороняється застосування по наземних цілях навчально-бойових снарядів, які мають підривачі-ліквідатори, та бойових снарядів з самоліквідаторами, тому що снаряди, які рикошетують, вибухають від самоліквідатора після набірні висоти.

Час, який відводиться на виконання стрільби t_c під час атаки наземної цілі, визначається за формулою

$$t_c = \frac{D_n - D_k}{v_1}. \quad (6.6)$$

При визначенні цього часу необхідно враховувати допустимі режими стрільби з конкретного зразка зброї. Для кожного зразка зброї встановлена гранично допустима довжина черги за умов безпеки, які пов'язані з нагріванням патрона, що залишається у зброї після припинення стрільби, та можливістю самовільного спрацювання його елементів від нагрівання. Як правило, тривалість стрільби з пікірування становить 1 – 2 с при швидкості польоту 600 – 900 км/год.

6.3.2 Стрільба по наземних цілях з горизонтального польоту з нерухомої або відхиленої на фіксований кут зброї

За наявності на борту повітряного судна рухомої зброї основним способом атак наземних цілей є атака з горизонтального польоту на малих висотах. При цьому можлива зосереджена або розосереджена стрільба. Якщо під час атаки наземної цілі зброя в процесі стрільби встановлена нерухомо під фіксованим кутом, величина якого визначається за умов прицілювання для середини черги, виконується розосереджена стрільба (рис. 6.8).

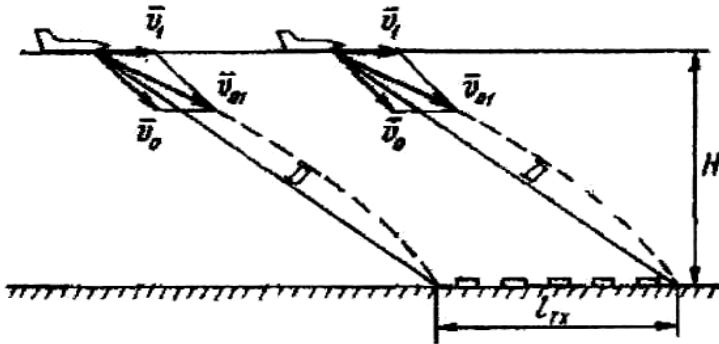


Рисунок 6.8 – Схема розосередженої стрільби по наземних цілях

При такому способі утворюється велика зона розривів снарядів на землі по лінії бойового шляху повітряного судна при відносно невеликій щільності снарядів у зоні. Розосереджена стрільба найбільш ефективна при дії по лінійно протяжних цілях, таких, як, наприклад, колона автомобілів, літаки на відкритій стоянці, залізничні ешелони.

При зосередженій стрільбі зброя до стрільби і у процесі стрільби стежить за ціллю (рис. 6.9).

При цьому підвищується щільність снарядів у зоні, але скорочуються розміри зони ураження. Такий вид стрільби може застосовуватися по одиночних цілях та компактних групових об'єктах.

Для підвищення ефективності можна здійснювати комбіновану (зосереджено-розосереджену) стрільбу як по одиночних, так і по групових цілях, вибираючи за програмою залежно від типу цілі та умов стрільби раціональні співвідношення між розмірами зони ураження та щільністю снарядів у ній.

Залежно від типу артилерійської установки відхилення зброї можливе тільки у вертикальній площині (установка СППУ-22) або в двох площинах за рахунок додаткового обертання відхиленої по вертикалі зброї відносно повздовжньої осі (установка СППУ-6).

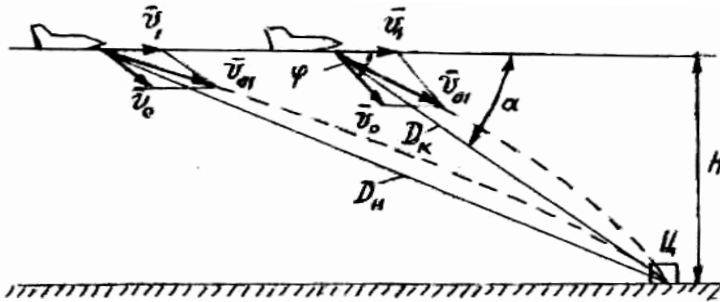


Рисунок 6.9 – Схема зосередженої стрільби по наземних цілях

Аналіз умов бойового застосування таких рухомих установок проводиться шляхом побудови зони можливої стрільби у вертикальній площині.

Зона можливої стрільби – це сукупність висот польоту повітряного судна і пов’язаних з ними дальностей до цілі, з яких можливе ведення стрільби при різних кутах відхилення зброї. Конфігурація і розміри цієї зони визначаються балістичними характеристиками зброї, льотними даними повітряного судна та максимальним кутом відхилення зброї.

Зона можливої стрільби, з одного боку, обмежена максимальною дальністю стрільби за умови надійного спрацювання підривача (або бронепробиттям снаряда), з іншого боку – мінімальною дальністю стрільби, яка визначається переважно безпекою по розльоту осколків власних снарядів або максимальним кутом відхилення зброї на установці.

Обмеження мінімальної дальності стрільби, пов’язане з виконанням протирикошетного маневру, може з’явитися тільки у вузькому діапазоні висот при забезпеченні великих кутів відхилення зброї на установці.

Конфігурація та розміри зони можливої стрільби мало залежать від швидкості польоту повітряного судна, але варто враховувати те, що при великій швидкості польоту змінюється час перебування повітряного судна арата в зоні, тобто час, який відводиться на виконання стрільби t_c .

Ближню границю зони можливої стрільби D_k , яка обумовлена обльотом зони розльоту осколків, приблизно можна розрахувати з використанням системи рівнянь, отриманої з геометричних і кінематичних співвідношень, наведених на рис. 6.10:

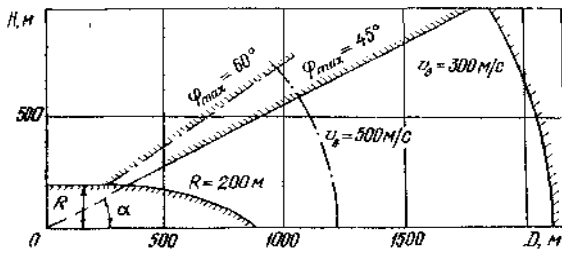


Рисунок 6.11 – Зона можливої стрільби по наземних цілях з рухомої зброї з горизонтального польоту

Лінію граничної дальності стрільби $D_{\text{гр}}$ зони можливої стрільби можна приблизно розрахувати з використанням рівняння (6.1).

Гранична дальність стрільби за умови надійного спрацювання підривачів снарядів незначно зменшується зі збільшенням висоти, головним чином, за рахунок зменшення абсолютної швидкості снаряда, яке пов'язане зі збільшенням кута відхилення зброї. При великих дальностях стрільби зі зміною висоти до 500 м необхідний кут відхилення зброї змінюється незначно (не більше 20°). Окрім того, зміна густини атмосфери зі зміною висоти на $D_{\text{гр}}$ діє в інший бік.

Тому дальню границю без великих похибок можна зобразити у вигляді дуги кола з центром, який знаходиться у початку координат. Радіус цього кола дорівнює граничній дальності для висоти $H = 0$ і розраховується за формулою

$$D_{\text{гр}}(0) = \frac{1}{K \cdot c} \ln \left(\frac{v_0 + v_1}{v_3} \right), \quad (6.9)$$

де v_3 – швидкість зіткнення снаряда з ціллю, що вимагається; c – балістичний коефіцієнт снаряда; K – коефіцієнт, що характеризує броню.

Зона можливої стрільби, наведена на рис. 6.11, розрахована і побудована за вказаною вище методикою з використанням таких початкових даних: $v_0 = 750$ м/с; $c = 2$; $\varphi_{\text{max}} = 45^\circ$; $v_1 = 250$ м/с; $n_y = 4,5$; $t_3 = 0,5$ с; $t_{\text{н}} = 2$ с; $R = 200$ м. Пунктирними лініями зображено межі зони при $\varphi_{\text{max}} = 60^\circ$, $v_3 = 500$ м/с і цих же початкових даних.

За допомогою зони можливої стрільби можна визначити також час, який відводиться на виконання стрільби, тобто час польоту повітряного судна при дозволених дальностях стрільби, а також раціональні висоти бойового застосування, на яких мають місце мінімальна дальність та максимальний час стрільби.

На мінімальних дальностях розосередженої стрільби необхідна швидкість обертання зброї в установці визначається за формулою

$$\Omega_{\max} = \frac{v_1 H^*}{D_{\min}^2}, \quad (6.10)$$

де D_{\min} – мінімально можлива дальність стрільби; H^* – ордината точки перетину ближньої і верхньої границь зони.

6.3.3 Стрільба по повітряних цілях

Під час ураження повітряних цілей застосовуються два способи стрільби: супроводжувальна та загороджувальна.

Супроводжувальною називається стрільба, яка виконується при супроводженні цілі маневром повітряного судна з утриманням осі зброї попереду цілі під розрахунковим кутом випередження, який відповідає умовам стрільби для кожного пострілу чергою, тобто при такій стрільбі прицілювання зі спостереженням за ціллю виконується безперервно, як до стрільби, так і у її процесі.

Загороджувальною називається стрільба, яка виконується без супроводження цілі маневром повітряного судна, тобто з прямолінійного польоту або довільного маневру. За такої стрільби зброя виноситься попереду цілі на кут, заздалегідь більший ніж розрахунковий кут випередження, тобто умови прицілювання виконуються тільки для одного моменту, зазвичай для середини черги. Ефективність такої стрільби значно нижче супроводжувальної.

Для підвищення ефективності вогню може застосовуватися супроводжувально-загороджувальний спосіб прицілювання та стрільби, при якому здійснюється рознесення черги пострілів. При такому рознесенні черги певним чином перекриваються похибки стрільби та зменшується перевантаження повітряного судна у процесі атаки.

Здатність ПС виконати атаку повітряної цілі з використанням артилерійської зброї оцінюється зоною можливих атак. Ту частину області можливих атак, з якої безпосередньо ведеться стрільба, називають зоною можливої стрільби. Зона можливої стрільби обмежується:

- мінімальною дальністю стрільби, яка обумовлена максимально допустимим перевантаженням, або безпекою повітряного судна, що атакує ціль, від зіткнення з ціллю;
- максимальною дальністю стрільби, яка обумовлена максимальним кутом відпрацювання прицілом кутів випередження (максимальним кутом огляду льотчика), або необхідною швидкістю зіткнення снаряда з ціллю.

Форма і розміри зони можливої стрільби визначаються маневреними характеристиками атакуючого повітряного судна та цілі, висотою бойового застосування, балістичними характеристиками зброї, способом прицілювання і максимальним кутом відпрацювання прицілу.

Вплив балістичних характеристик на розміри зони можливої стрільби показано на рис. 6.12, з якого видно, що збільшення початкової швидкості снаряда v_0 і зменшення його балістичного коефіцієнта c сприяють збільшенню зони можливої стрільби.

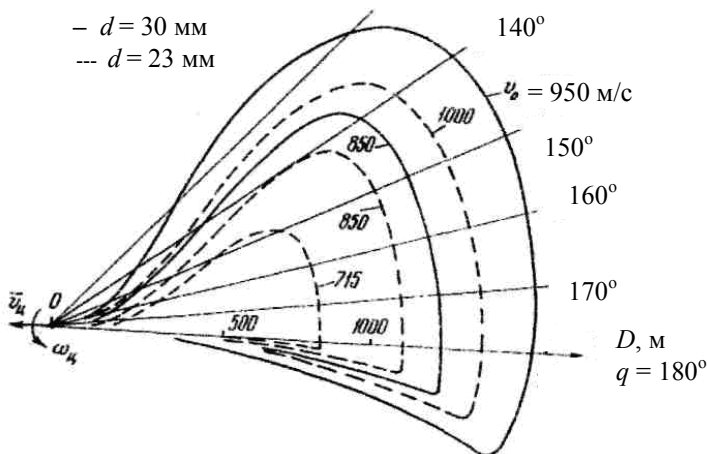


Рисунок 6.12 – Вплив балістичних характеристик зброї на зону можливої стрільби

Наприклад, для супроводжувальної стрільби балістичні характеристики 30-мм гармати ($v_0 = 850$ м/с, $c = 1,35$) забезпечують майже в три рази більшу зону у порівнянні з 23-мм гарматою ($v_0 = 715$ м/с, $c = 2,0$).

Вплив характеристик зброї на зону можливої стрільби зменшується при підвищенні точності прицілювання, врахуванні в прицільних системах маневру цілі та при веденні загороджувальної стрільби.

У розрахунках ефективності стрільби використовується, як правило, середня дальність стрільби, тому розрахунки максимально можливого діапазону дальностей стрільби по повітряних цілях проводять для неї. При цьому діапазон, що розраховують, обмежується тільки безпекою атакуючого повітряного судна від зіткнення з ціллю й умовами надійного спрацювання підривачів снарядів.

Цей діапазон дальностей стрільби справедливий лише для малих ракурсів стрільби ($\sin q < 0,375$, тобто до 30°). Фактичний діапазон дальності стрільби може зменшуватися за рахунок як збільшення мінімальної дальності по перевантаженню атакуючого повітряного судна, так і зменшення максимальної дальності по куту відпрацювання прицілу або недостатньої ефективності стрільби. Стрільба вважається малоефективною, якщо ймовірність ураження цілі менше 0,1.

Мінімальна дальність стрільби за умов безпеки від зіткнення атакуючого повітряного судна з ціллю при виході його з атаки $D_{\text{вих}}$ визначається за формулою

$$D_{\text{вих}} = (v_1 \cos \psi + v_{\text{ц}} \cos q) t_{\text{вих}}, \quad (6.11)$$

де v_1 , – швидкість атакуючого літального апарата; ψ – кут випередження; $v_{\text{ц}}$ – швидкість повітряної цілі; q – курсовий кут цілі; $t_{\text{вих}}$ – необхідний час на вихід з атаки атакуючого літального апарата, який приймається рівним 3 с; при цьому забезпечується дальність його прольоту від цілі на безпечній відстані (50 – 100 м).

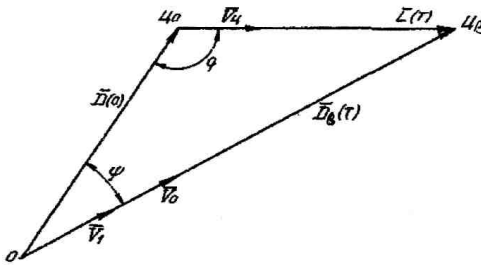


Рисунок 6.13 – Векторна схема прицілювання по повітряній цілі

$\bar{D}_b(T)$ – випереджена дальність; $\bar{V}_{\text{ц}}$ – швидкість цілі; \bar{V}_1 – швидкість атакуючого літального апарата; \bar{V}_0 – початкова швидкість снаряда; q – курсовий кут цілі, який відлічується від позитивного напрямку вектора швидкості цілі.

З наведеної вище векторної схеми кут випередження визначається за формулою

$$\cos \psi = \sqrt{1 - \left(\frac{v_{\text{ц}}}{v_{\text{сеп}}} \right)^2} \sin^2 q, \quad (6.12)$$

де $v_{\text{сеп}}$ – середня швидкість снаряда, яку можна визначити за допомогою спеціальних графіків функцій

$$v_{\text{сеп}} = \frac{v_{01}}{g_t(C_H, D)}$$

або за формулою

$$v_{\text{сеп}} = v_{01} - 0,14C_H D, \quad (6.13)$$

де v_{01} – абсолютна швидкість снаряда, яка складається з початкової швидкості снаряда v_0 та швидкості літального апарата v_1 .

Вираз $\sin^2 q$, (див. формулу 6.12), називається математичним виразом ракурсу цілі.

Мінімальна безпечна середня дальність для зони можливої стрільби по повітряних цілях визначається за формулою

$$D_{\text{мін сеп}} = (v_1 + v_{\text{ц}} \cos q) \left(t_{\text{вих}} + \frac{t_c}{2} \right), \quad (6.14)$$

де t_c – час стрільби; $t_{\text{вих}}$ – необхідний час для виходу повітряного судна з атаки; $v_{\text{ц}}$ і q – швидкість і курсовий кут цілі.

Максимальна дальність стрільби, яка визначається з умови забезпечення необхідної швидкості зіткнення снаряда з ціллю, називається граничною дальністю $D_{\text{гр}}$. Як зазначалося раніше, необхідна швидкість зіткнення снаряда з ціллю за умовами надійного спрацювання підривача приймається рівною 300 м/с.

Відносна швидкість зіткнення снаряда v_3 з рухомою повітряною ціллю визначається за формулою

$$v_3 = v_{01} g_u(v_{01}, c_H D_B) + v_{\text{ц}} \cos q, \quad (6.15)$$

де D_B – випереджена дальність стрільби; g_u – таблична балістична функція, яку можна апроксимувати формулою (6.2). Тоді залежність (6.15) буде мати такий вигляд:

$$v_3 = v_{01} e^{-kC_H D_B} + v_{\text{ц}} \cos q. \quad (6.16)$$

Прийнявши $v_3 = 300$ м/с, отримаємо таке значення для випереджувальної дальності:

$$D_B = \frac{1}{KC_H} \ln \left| \frac{v_{01}}{v_3 - v_{\text{ц}} \cos q} \right|, \quad (6.17)$$

яка залежить від значень v_0 , v_1 , C , q та H .

По випереджувальній дальності визначається гранична дальність стрільби за формулою

$$D_{\text{гр}} = D_{\text{в}} \sqrt{1 - \left(\frac{v_{\text{ц}} t_{\text{в}}}{D_{\text{в}}} \sin q \right)^2} + v_{\text{ц}} t_{\text{в}} \cos q, \quad (6.18)$$

де $t_{\text{в}}$ – час польоту снаряда на випереджувальну дальність.

Час польоту на випереджувальну дальність визначається за формулою

$$t_{\text{в}} = \frac{D_{\text{в}}}{v_{01}} g_t(v_{01}, C_H D), \quad (6.19)$$

де $g_t(v_{01}, C_H D_{\text{в}})$ – таблицна балістична функція зміни часу польоту снаряда на траєкторії.

Використавши вказані вище вирази, середню граничну дальність стрільби $D_{\text{сер.гр}}$ визначимо за формулою

$$D_{\text{сер.гр}} = \frac{D_{\text{гр}} - D_{\text{min сер}}}{2}. \quad (6.20)$$

Значення середніх дальностей стрільби, швидкостей повітряного судна та цілей, перевантажень і ракурсів цілей призначаються на підставі теоретичних досліджень зон можливої стрільби, динаміки та ефективності повітряного польоту, аналізу досвіду бойової підготовки льотного складу та досвіду бойового застосування авіації. Детальні рекомендації щодо застосування тих або інших тактичних прийомів для входження в зону можливих атак і зближення з ціллю на дальність ефективної стрільби, а також щодо бойового застосування артилерійської зброї в повітряному бою наводяться в методичних посібниках з бойового застосування відповідних типів повітряних суден.

Як показують статистичні дані, маневрений повітряний бій, в основному, відбувається на висотах 1000 – 6000 м і на дозвукових швидкостях 600 – 1000 км/год. Перевантаження атакуючого повітряного судна протягом 78 % часу повітряного бою зберігається більше двох одиниць, а протягом 46 % часу – більше трьох одиниць. Максимальні перевантаження 5 – 6 одиниць можливі лише короткочасно. Стрільба з артилерійської зброї ведеться, як правило, з середніх дальностей 400 – 500 м при перевазі у швидкості над ціллю не більше 100 км/год. Стабільне супроводження цілі і стрільба здійснюється на ракурсах $R_{\text{ц}} = 1/8 \dots 3/8$.

6.4 Початкові дані для визначення ймовірностей ураження типових цілей

Під час стрільби по наземних цілях переважним є розрахунок імовірностей ураження одиночних цілей W_1 за методикою, яка використовує поняття прямокутної зони розосередження снарядів. Така методика застосовується як при зосередженій, так і при розосередженій стрільбі. У ній приймається, що існує схема двох груп помилок при розсіюванні снарядів, але передбачається, що в загальному випадку кожний снаряд має свій центр індивідуального розсіювання (опорну точку), за рахунок чого і створюється статистично рівномірне розподілення снарядів у зоні прямокутної форми. Розміри зони розосередження снарядів визначаються з урахуванням способу прицілювання і стрільби, умов польоту повітряного судна та значень індивідуального розсіювання снарядів.

Формула, за якою вираховується значення W_1 , має вигляд

$$W_1 = P_{п.н} W_{у.п.н} + P_{ч.н} W_{у.ч.н} , \quad (6.21)$$

де $P_{п.н}$ – імовірність повного накриття цілі зоною розосередження снарядів з розмірами L_x, L_z ; $P_{ч.н}$ – імовірність часткового (неповного) накриття цілі тією ж зоною; $W_{у.п.н}$ – умовна ймовірність ураження цілі при повному її накритті зоною; $W_{у.ч.н}$ – умовна середня ймовірність ураження цілі при її частковому накритті зоною.

Для цілі у вигляді прямокутника зі сторонами Π_x, Π_z , що паралельні головним осям розсіювання, та за відсутності систематичних помилок стрільби значення $P_{п.н}$ і $P_{ч.н}$ розраховуються за такими формулами:

$$\left. \begin{aligned} P_{п.н} &= 4\Phi_0\left(\frac{L_x - \Pi_x}{\sigma_{rx}}\right)\Phi_0\left(\frac{L_z - \Pi_z}{\sigma_{rz}}\right) \\ P_{ч.н} &= 4\Phi_0\left(\frac{L_x - \Pi_x}{\sigma_{rx}}\right)\Phi_0\left(\frac{L_z - \Pi_z}{\sigma_{rz}}\right) - P_{п.н} \end{aligned} \right\} , \quad (6.22)$$

де $\Phi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-0,5t^2} dt$ – таблицна функція Лапласа.

Умовні ймовірності ураження цілей визначаються за формулами

$$\begin{aligned}
 W_{y.p.n} &= 1 - e^{-A} ; \\
 W_{y.c.n} &= 1 - \frac{e^{-A}}{A(1 - k_{н.н})} \left[e^{A(1 - k_{н.н})} - 1 \right],
 \end{aligned}
 \tag{6.23}$$

де A – параметр, що враховує характеристики цілі ($S_{ц}$), розміри зони розосередження снарядів ($L_x \times L_z$) та їх кількість у ній (N), тобто являє собою відношення сумарної площі ураження всіх снарядів до площі їх розосередження. Він розраховується за формулою

$$A = \frac{S_{ц} N}{\omega} = \frac{\Pi_x \Pi_z}{\omega L_x L_z} N.$$

Для проведення розрахунків ефективності застосування артилерійської зброї по малорозмірній наземній цілі необхідно знати значення коефіцієнта неповного накриття цілі снарядами $k_{н.н}$, який залежить від виду стрільби:

а) для розосередженої стрільби, коли зона розподілення снарядів завжди накриває ціль, $k_{н.н}$ дорівнює одиниці. Тоді другу складову у формулі (6.21) приймають $P_{ч.н} = 0$;

б) для зосередженої стрільби у більшості випадків зона розподілення снарядів не торкається контурів цілі і $k_{н.н}$ дорівнює нулю.

Коефіцієнт $k_{н.н}$ розраховується за такими імперичними формулами:

$$k_{н.н} = k_{н.нх} \cdot k_{н.нз};$$

$$k_{н.нх} = 1, \text{ при } L_x + \Pi_x - 6\sigma_{гх} > 1;$$

$$k_{н.нх} = \frac{L_x + \Pi_x - \sigma_{гх}}{2\Pi_x};$$

$$k_{н.нх} = 0, \text{ при } L_x + \Pi_x - 6\sigma_{гх} \leq 0.$$

Для визначення $k_{н.нз}$ застосовуються ті ж самі формули.

При визначенні розмірів зони розосередження снарядів L_x і L_z використовується поняття теоретичної довжини L_{Tx} та ширини L_{Tz} зони, тобто розміри площі, в якій розподілилися б снаряди за відсутності їх індивідуального розсіювання. Якщо б не було ніяких випадкових помилок, то кожний снаряд влучив би у певну точку на поверхні землі, положення якої можна визначити при заданому способі стрільби та траєкторії польоту повітряного судна.

Точки падіння снарядів у цьому випадку називаються опорними точками; їх структура постійна від стрільби до стрільби в однакових умовах. Різниця координат між крайніми опорними точками по головних осях x та z і є теоретичними розмірами зони розосередження снарядів. При груповому розсіюванні всі опорні точки як єдине ціле у вигляді жорсткої сітки зміщуються відносно точки прицілювання випадковим чином.

Опорні точки насамперед є центрами індивідуального розсіювання снарядів σ_i . Кожний снаряд відносно відповідної опорної точки розсіюється за рахунок індивідуальних помилок; при цьому утворюється зона з приблизно рівноймовірним розосередженням снарядів.

Розрахункові розміри зони розосередження снарядів більші її теоретичних розмірів. Для визначення розрахункових значень L_x і L_z можна скористатися формулою, що задає безрозмірну функцію

$$\frac{L}{\sigma_i} = F\left(\frac{l_T}{\sigma_i}\right),$$

де параметр $\frac{l_T}{\sigma_i} = 3 \sqrt{\ln \frac{2\left(\frac{l_T}{\sigma_i}\right) + N}{2\left[\left(\frac{l_T}{\sigma_i}\right) + 1\right]}} + \frac{l_T}{\sigma_i} - 1,5$ залежить насамперед від

безрозмірного аргумента $\frac{l_T}{\sigma_i}$ – теоретичної довжини (ширини) зони розосередження та кількості снарядів N .

Значення L_{Tx} при стрільбі з прямолінійного пікірування визначаються з геометричних і кінематичних співвідношень, наведених на рис. 6.14, за формулами

$$\begin{aligned} L_{Tx} &= X - (A_1 - A_k); \\ X &= v_1 t_c \cos \lambda; \\ A_1 &= D_n \cos \left(\lambda_1 + k_\alpha \frac{D_n}{v_{\text{сер.п}}} + \alpha_{\text{вст}} - \alpha_{\text{ат}} \right); \\ A_k &= D_k \cos \left(\lambda_k + k_\alpha \frac{D_k}{v_{\text{сер.к}}} + \alpha_{\text{вст}} - \alpha_{\text{ат}} \right), \end{aligned} \quad (6.24)$$

де X – проекція на горизонтальну площину лінії бойового шляху повітряного судна на ділянці стрільби; A_1 та A_k – віднесення відповідно

першого та останнього снарядів в черзі; $\alpha_{вст}$ – кут установлення зброї на літальному апараті; $\alpha_{ат}$ – кут атаки повітряного судна; $k_{\alpha} \frac{D_{п}}{v_{сер.п}} = \alpha_1$,

$k_{\alpha} \frac{D_{к}}{v_{сер.к}} = \alpha_2$ – кути положення першого та останнього снарядів; $k_{\alpha} = 0,28$;

$v_{сер.п}$ та $v_{сер.к}$ – швидкості польоту першого і останнього снарядів у черзі стрільби, які розраховуються методами зовнішньої балістики.

Кут установлення зброї на літальному апараті становить $1 - 2^{\circ}$, а кут атаки повітряного судна в процесі пікірування – $3 - 5^{\circ}$.

Під час розосередженої стрільби з горизонтального польоту з нерухомо встановленої під будь-яким кутом до осі повітряного судна зброї значення L_{Tx} дорівнюють довжині шляху повітряного судна за час стрільби, тобто

$$L_{Tx} = v_1 t_c.$$

Значення L_{Tx} для зосередженої стрільби з рухомої зброї, а також значення L_{Tz} у всіх випадках стрільби з одного зразка зброї по наземних цілях дорівнюють нулю. Якщо на повітряному судні встановлено декілька зразків зброї, то значення L_{Tz} приймаються рівними відстані (по осі z) між крайніми зразками зброї.

Для визначення ймовірностей ураження повітряних цілей під час зосередженої стрільби використовують формулу В. П. Кравченка

$$W_1 = kW_n + (1-k)W_{\phi}, \quad (6.25)$$

де W_n – ймовірність ураження цілі при незалежних пострілах ($\mu = 0$); W_{ϕ} – ймовірність ураження цілі при функціонально залежних пострілах ($\mu = 1$); k – коефіцієнт, який залежить від значень коефіцієнта кореляції μ та параметра $M = \frac{Np}{\omega}$. Параметр M залежить від кількості снарядів у черзі N , ймовірності

влучення снаряда в ціль p , що розраховується для середньої випередженої

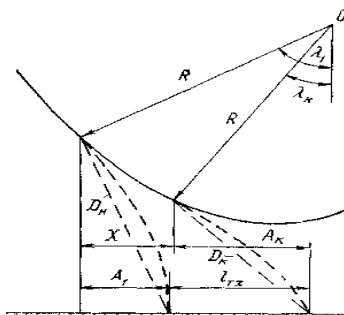


Рисунок 6.14 – Схема розосередженої стрільби на виводі з пікірування

дальності стрільби та середньої необхідної кількості влучень снарядів для ураження цілі ω .

Значення коефіцієнта k визначається з графіка, наведеного на рис. 6.15.

Імовірність влучень снарядів у ціль p розраховується для середньої випереджувальної дальності стрільби.

Для цілі прямокутної форми зі сторонами, що паралельні головним осям розсіювання, за відсутності систематичних помилок стрільби значення ймовірності p розраховується за формулою

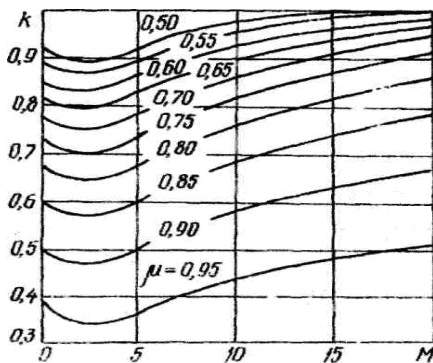


Рисунок 6.15 – Залежність коефіцієнта k від параметра M та коефіцієнта кореляції μ

$$p = 4\Phi_0\left(\frac{\Pi_x}{\sigma_x}\right)\Phi_0\left(\frac{\Pi_z}{\sigma_z}\right). \quad (6.26)$$

Для цілі з малими розмірами ($S_{\text{ц}} \leq \sigma_x \sigma_z$) за відсутності систематичних помилок стрільби значення ймовірності p розраховується за такою формулою:

$$p = \frac{S_{\text{ц}}}{2\pi\sigma_x\sigma_z}. \quad (6.27)$$

Умовні ймовірності ураження $W_{\text{н}}$ та $W_{\text{ф}}$ визначаються за формулами

$$W_{\text{н}} = 1 - \left(1 - \frac{p}{\omega}\right)^N; \quad (6.28)$$

$$W_{\text{ф}} = p \left[1 - \left(1 - \frac{1}{\omega}\right)^N\right].$$

Ці формули можна використовувати і за наявності систематичних помилок стрільби. При цьому ймовірність влучення снаряда в ціль розраховується з урахуванням систематичних помилок стрільби, а формули (6.26) та (6.27) мають такий вигляд:

$$p = \left[\Phi_0 \left(\frac{\Pi_x + 2a_x}{2\sigma_x} \right) + \Phi_0 \left(\frac{\Pi_x - 2a_x}{2\sigma_x} \right) \right] \cdot \left[\Phi_0 \left(\frac{\Pi_z + 2a_z}{2\sigma_z} \right) + \Phi_0 \left(\frac{\Pi_z - 2a_z}{2\sigma_z} \right) \right];$$

$$p = \frac{S_{\Pi}}{2\pi\sigma_x\sigma_z} e^{-\left[\left(\frac{a_x}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{a_z}{\sigma_z} \right)^2 \right]}.$$

Коефіцієнт k , що входить до формули (6.25), у цьому випадку визначається з урахуванням наведеного коефіцієнта кореляції $\tilde{\mu}$, який у свою чергу розраховується за такими залежностями:

$$\tilde{\mu} = \sqrt{1 - (1 - \mu^2) e^{\frac{\mu}{1+\mu}\beta}};$$

$$\beta = \left[\frac{a_x}{\sigma_x \left(1 + \frac{\Pi_x}{12\sigma_x} \right)} \right]^2 + \left[\frac{a_z}{\sigma_z \left(\frac{\Pi_z}{12\sigma_z} \right)} \right]^2.$$

Коефіцієнт приведеної кореляції $\tilde{\mu}$ можна визначити з графіка, наведеного на рис. 6.16.

При відомих величинах групового та індивідуального розсіювань значення середніх квадратичних відхилень сумарного розсіювання σ і коефіцієнта кореляції μ визначаються за такими формулами

$$\sigma = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_i^2};$$

$$\mu = \frac{\sigma_r^2}{\sigma^2}.$$

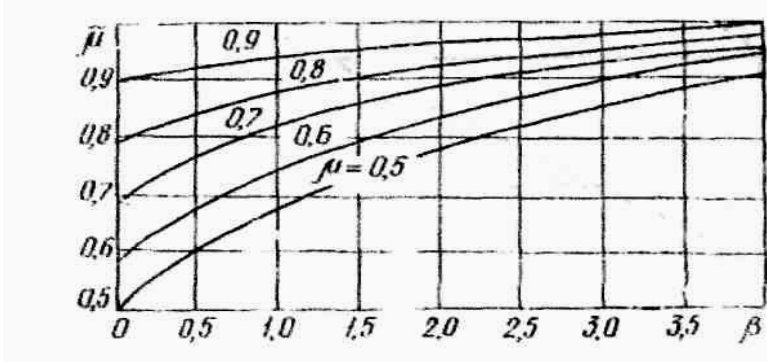


Рисунок 6.16 – Залежність наведеного коефіцієнта кореляції $\tilde{\mu}$ від β

Ці залежності справедливі для відповідних складових по осях, а також для характеристик розсіювання, які задаються в лінійних і кутових вимірюваннях.

Для переходу до лінійних вимірювань характеристик розсіювання при стрільбі по наземних цілях застосовується середня дальність стрільби $D_{\text{сер}}$, а по повітряних цілях – середня випереджальна дальність $D_{\text{в}}$. При цьому σ розраховується за формулою

$$\sigma = \sigma^T D,$$

де σ^T – значення характеристик розсіювання в тисячних. Дальність D під час стрільби по наземних цілях дорівнює середній дальності, тобто $D_{\text{сер}}$, а під час стрільби по повітряних цілях – випереджальній, тобто $D_{\text{в}}$.

При систематичних помилках у розрахунках ефективності стрільби по повітряних цілях зазвичай ураховують помилку на маневр цілі $a_{\text{м}}$ ($a_x = a_{\text{м}}$; $a_z = 0$):

$$a_{\text{м}} = \frac{gt_{\text{в}}^2 n_{\text{ц}}^*}{2},$$

де $n_{\text{ц}}^*$ – надлишкове перевантаження цілі, яке враховується прицільною системою; $t_{\text{в}}$ – час польоту снаряда на випереджальну середню дальність.

При рівномірному русі цілі за час польоту снаряда на випереджальну дальність для визначення $D_{\text{в}}$ та $t_{\text{в}}$ у прицільних системах застосовуються такі рівняння:

$$D_B = \frac{D_{\text{сер}} - t_B v_{\text{ц}} \sin q}{\cos \psi};$$

$$t_B = \frac{e^{k c_H D_B} - 1}{v_{01} k c_H};$$

$$\cos \psi = \sqrt{1 - \left(\frac{v_{\text{ц}}}{v_{\text{сер}}} \right)^2 \sin^2 q}$$

$$v_{\text{сер}} = \frac{D_B}{t_B}.$$

Розрахунковий час стрільби, що задається в прицільних системах, для стрільби по повітряних або наземних цілях не перевищує часу на виконання атаки цілі і, крім того, кількість пострілів не виходить за межі допустимої довжини черги для конкретного зразка зброї. Цей час знаходиться у межах 1 – 1,5 с. При відомому часі стрільби кількість снарядів у черзі визначається за формулою

$$N = \frac{n}{60} t_c,$$

де n – темп стрільби.

Тому для ураження наземних цілей в прицільних системах розраховуються такі початкові дані:

- середня необхідна кількість влучень ω ;
- площа цілі $S_{\text{ц}}$ або її розміри Π_x і Π_y ;
- кількість снарядів у черзі N ;
- точність прицілювання, яка оцінюється значенням середнього квадратичного відхилення групового (прицільного) розсіювання $\sigma_{\text{гх}}^T, \sigma_{\text{гз}}^T$ (у тисячних);
- середнє квадратичне відхилення індивідуального (технічного) розсіювання снарядів $\sigma_{\text{ix}}^T, \sigma_{\text{iz}}^T$ (у тисячних);
- середня дальність стрільби $D_{\text{сер}}$;
- швидкість польоту літального апарата v_1 та його перевантаження n_v на виході з пікірування;
- початкова швидкість v_0 та балістичний коефіцієнт снаряда c .

Для оцінки ефективності стрільби по повітряних цілях розраховуються висота бойового застосування H , швидкість цілі $v_{\text{ц}}$, її перевантаження $n_{\text{ц}}^*$ та курсовий кут q цілі.

7 ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ

7.1 Загальні положення

Основними експлуатаційними характеристиками авіаційного артилерійського озброєння є боєготовність, справність, надійність, ремонтпридатність та термін служби.

Артилерійська зброя на повітряному судні має бути завжди готовою до бойового застосування. Бойова готовність зброї визначається її справністю, запасом ресурсу і часом, необхідним на її підготовку до стрільби.

Справність зброї залежить від технічного стану, правильній експлуатації та підготовці до застосування. Зброя вважається справною, якщо на ній виконані всі роботи, які передбачені регламентом технічної експлуатації повітряного судна (технічним описом, інструкцією з експлуатації зброї), усунуті всі несправності, що виявлені в польоті і при оглядах, та має запас ресурсу.

Під запасом ресурсу зброї розуміється різниця між кількістю пострілів, які відповідають живучості зброї, і настрілом у процесі експлуатації. Запас ресурсу зброї має забезпечувати відстріл не менше одного боєкомплекту для літаків-бомбардувальників (військово-транспортних літаків) і двох-трьох боєкомплектів для винищувачів і винищувачів-бомбардувальників.

Висока надійність авіаційного артилерійського озброєння в частинах забезпечується:

- правильністю його експлуатації льотним та інженерно-технічним складом;
- своєчасним виконанням доробок і відновленням агрегатів у процесі експлуатації і ремонту;
- систематичним контролем технічного стану.

Для здійснення цих заходів у Правилах інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України (ПрІАЗ-2016) передбачені такі види підготовок авіаційної техніки:

- підготовка до польотів (попередня, передпольотна, до повторного польоту, та післяпольотна);
- періодичні роботи;
- регламентні роботи;
- контрольно-відновні роботи (КВР);
- контрольно-технічні огляди (далі – КТО);
- роботи з продовження (збільшення) встановлених показників АТ;

- цільові огляди та перевірки;
- сезонне обслуговування (підготовка до зимової (літньої) експлуатації);
- роботи під час зберігання;
- військовий ремонт;
- роботи за бюлетенями;
- інші роботи, передбачені регламентами технічного обслуговування ПС;

Попередня підготовка авіаційної артилерійської зброї включає: контрольний огляд; усунення виявлених несправностей; періодичні роботи відповідно до регламентів технічного обслуговування, підготовку боекомплектів; перевірку стану інструментів, контрольно-перевірочної апаратури й інших засобів наземного обслуговування; проведення тренувань з льотним складом; оформлення документації; контроль готовності авіаційної техніки (АТ) та інженерно-технічного складу (ІТС) до польотів.

Попередня підготовка є основним видом підготовки авіаційної техніки. Вона проводиться протягом повного робочого дня, не рідше одного разу за сім днів і дійсна на шість льотних змін. Скорочення обсягу попередньої підготовки повітряних суден **забороняється**.

Передполітна підготовка проводиться безпосередньо перед польотами відповідно із завданням льотної зміни і охоплює: передполітний огляд артилерійського озброєння (монтаж зброї на установці, надійність її закріплення, приєднання пневмо- та електроагрегатів до бортових систем); перевірку правильності укладання патронних стрічок; спорядження боекомплектами артилерійських установок; спорядження піротехнічними пристроями систем перезаряджання, приймання повітряного судна та озброєння льотним складом.

Підготовка до повторного польоту проводиться перед кожним новим польотом у період стартового часу відповідно до завдання на політ і охоплює: контроль працездатності зброї та дотримання правил її експлуатації за даними засобів об'єктивного контролю та доповідей льотного екіпажу, стартовий огляд (надійність закріплення зброї, стан електропроводки, повітропроводів, гільзо- і ланковідвідників, рукавів підведення патронів); усунення несправностей, виявлених у польоті і при оглядах; укладання або поповнення боекомплекту; заряджання зброї і за необхідності підвищування знімних установок.

Післяполітна підготовка проводиться наприкінці кожної льотної зміни та після закінчення бойового чергування і охоплює: післяполітний огляд; усунення несправностей, що виявлені в польоті і при огляді; чищення; змащення зброї і спорядження артилерійської установки боекомплектom.

Для забезпечення постійної готовності зброї до бойового застосування вона заряджається основним боекомплектом під одне перезарядження, а канали стволів змащуються тонким шаром мастила.

Контроль за станом АТ проводиться згідно з планом заступника командира авіаційної частини з ІАС керівним інженерно-технічним складом з метою контролю технічного стану авіаційної техніки і озброєння. Кожне повітряне судно має бути оглянуте не рідше одн раз на три місяці. При цьому виконується розрядження зброї, патронні стрічки відводяться від приймачів зброї і закріплюються від випадання в патронний ящик за допомогою контрольного дроту. Здійснюється також огляд і оцінка стану зброї, основного боекомплекту, вбудованих і знімних артилерійських установок. З використанням контрольно-перевірочної апаратури перевіряються справність кіл стрільби і перезарядження. Перевіряється під напругою працездатність системи управління наведенням зброї (на рухомих установках).

Регламентні роботи проводяться для перевірки технічного стану зброї і приведення її технічних параметрів у відповідність до вимог діючої експлуатаційної документації.

Ці роботи проводяться в єдині терміни, які визначаються нальотом повітряного судна, по технологічних картках, в яких вказується зміст робіт, їх послідовність, технічні умови і параметри, інструмент і контрольно-вимірвальна апаратура, час, відведений на виконання робіт, а також роботи, які підлягають контролю.

Військовий ремонт – це комплекс робіт, які проводяться в авіаційних частинах, по відновленню або забезпеченню справності і працездатності авіаційної техніки і полягає в заміні або відновленні її окремих складових частин. Військовий ремонт АТ виконується в місцях розміщення чи базування авіаційних військових частин/установ або розташування несправної АТ силами і засобами авіаційних військових частин/установ із можливим залученням виїзних ремонтних бригад підприємств авіаційної галузі. В авіаційних частинах проводиться поточний ремонт.

Цільові огляди і перевірки проводяться для детального контролю окремих агрегатів, систем і механізмів.

У *паркові дні* виконуються найбільш складні та трудомісткі цільові огляди і роботи на авіаційній техніці, роботи по догляду за боекомплектами, знімними агрегатами озброєння, огляди авіаційної техніки льотним складом, тренажі з льотним та інженерно-технічним складом, роботи з догляду за контрольно-вимірюючою апаратурою тощо. Паркові дні проводяться через 15±3 днів, але не менше ніж два рази на місяць.

Під час *сезонного обслуговування* (підготовки до зимової (літньої) експлуатації) проводиться певний перелік робіт з підготовки авіаційної техніки і особового складу до нових умов експлуатації.

Контрольно-відновні роботи виконуються на виробі АТ ДА для переведення його на експлуатацію за технічним станом.

Роботи з продовження (збільшення) встановлених показників АТ та контрольно-технічні огляди виконуються силами авіаційних частин із залученням спеціалістів науково-дослідних установ та промисловості відповідно до чинних наказів Міністерства оборони України.

Періодичні роботи є видом періодичного ТО ПС, компонентів та обладнання і проводяться за напрацюванням або календарними строками у міжрегламентний період. Виконуються ІТС авіаційної ескадрильї із залученням за необхідності спеціалістів ТЕЧ АТ і окремих груп в обсязі та строки, встановлені РТО.

Особливості технічної експлуатації авіаційної артилерійської зброї та установок.

1. Періодичність чищення, змащування авіаційної артилерійської зброї та їх установок, а також види чищення встановлюються керівництвом з технічної експлуатації конкретного зразка зброї чи установки та регламента технічного обслуговування повітряного судна, на якому вони встановлені.

2. Заряджання (розряджання, чищення, змащування) зброї рухомих та нерухомих артилерійських установок, а також чищення та змащування боєкомплекту до них, поповнення боєкомплекту на багатомісних ПС військово-транспортної авіації, ВМС і транспортно-бойових вертольотах виконують члени льотного екіпажу. На ПС тактичної авіації чищення артилерійської зброї після виконання польотів, пов'язаних з її застосуванням, повинно виконуватися після закінчення льотного дня (зміни). Для забезпечення своєчасного чищення артилерійської зброї залучається необхідна кількість персоналу підрозділів іншої спеціальності. Виконання зазначених робіт контролюють спеціалісти з АОЗ.

3. Канали стволів авіаційної артилерійської зброї на повітряному судні з метою захисту від корозії повинні бути змащені тонким шаром мастила. Під час польотів на навчальні стрільби стволи необхідно протирати. По тривозі дозволяється випускати повітряне судно у політ без видалення мастила зі стволів зброї.

Перед протиранням стволів необхідно переконатися в тому, що зброя розряджена та в каналі ствола немає патронів.

4. Для попередження корозії патронних стрічок у боєкомплектах артилерійської зброї патрони та ланки необхідно змащувати тонким шаром мастила, яке застосовується для цього типу зброї.

5. На повітряних суднах, підготовлених до польоту із застосуванням артилерійської зброї, вона має бути готова до стрільби після одного перезаряджання у польоті. Зброя, перезаряджання якої у повітрі не передбачено, заряджається на землі “під постріл”.

6. Облік настрів авіаційної артилерійської зброї ведеться після кожного льотного дня (ночі) з бойовим застосуванням і заноситься до графіка чищення авіаційної артилерійської зброї, а підсумковий настріл за місяць – у формуляр авіаційного озброєння повітряного судна.

7. Графік чищення авіаційної артилерійської зброї, в якому також передбачений облік ресурсу, настрілу і профілактичної заміни деталей з настрілу, ведеться в підрозділі начальником обслуги обслуговування АОЗ.

8. У паспорти авіаційної артилерійської зброї підсумкові відомості про настріл заносяться в разі:

- відмови авіаційної артилерійської зброї;
- заміни деталей авіаційної артилерійської зброї з настрілу;
- зняття авіаційної артилерійської зброї з експлуатації;
- передачі авіаційної артилерійської зброї з однієї частини в іншу.

7.2 Загальні правила роботи з артилерійською зброєю на повітряному судні. Заходи безпеки

Під час поводження з авіаційною артилерійською зброєю і боеприпасами необхідно суворо дотримуватися правил і заходів безпеки та вимог інструкцій з експлуатації конкретних зразків зброї. Винні в порушенні вимог безпеки несуть відповідальність згідно з вимогами чинного законодавства.

Організація заходів безпеки під час виконання робіт на АТ та засобах технічного обслуговування в авіаційних частинах регламентується статутами Збройних сил України, наказами Міністерства оборони України, вказівками посадових осіб органів управління авіацією центральних органів виконавчої влади (ОУА ЦОВВ) та ЗСУ, регламентами технічного обслуговування, технологічними картами, збірниками заходів безпеки під час експлуатації та військового ремонту АТ та іншими чинними нормативно-правовими актами.

Усі роботи на повітряному судні (ПС), пов’язані з підготовкою та перевіркою системи керування зброєю до бойового застосування, заряджанням (розряджанням) і підвіскою (зняттям) АЗУ проводяться з дозволу та в присутності старшого авіаційного техника (авіаційного

техніка) ПС. Старший авіаційний технік (авіаційний технік) ПС не повинен дозволити виконання робіт, не переконавшись особисто в належній організації заходів безпеки на повітряному судні. До роботи зі зброєю і патронами допускаються особи, які добре засвоїли її конструкцію, правила роботи, заходи безпеки, склали залік і проведені наказом по частині.

За дотримання заходів безпеки під час виконання робіт на АТ є **відповідальним особисто кожен виконавець.**

Кожен спеціаліст з авіаційного озброєння має твердо знати і виконувати порядок дії при заряджанні та розряджанні зброї, порядок роботи з боеприпасами.

Основні вимоги, щодо заходів безпеки під час роботи з авіаційною артилерійською зброєю викладені у випуску № 1092 "Збірник вимог безпеки при експлуатації та військовому ремонту авіаційної техніки".

Місця роботи зі зброєю (технічні позиції, ангари, укриття, робочі приміщення) мають бути обладнані щитами, плакатами з коротким викладом правил безпеки.

Під час роботи зі зброєю на повітряному судні необхідно дотримуватись таких заходів безпеки:

- перед початком робіт переконатися, що всі автомати захисту мережі (АЗМ), вимикачі керування зброєю в кабіні повітряного судна та запобіжні вимикачі на установках вимкнуті, а бойова кнопка закрита запобіжною скобкою;

- усі роботи мають виконуватися з використанням штатного інструмента, пристосувань і контрольно-виміральної апаратури, призначених для робіт на такому типі повітряного судна; інструмент має містити маркування і клеймо;

- під час перевірки справності кіл системи управління стрільбою та перезаряджанням особисто переконатися, що зброя розряджена, а патронна стрічка зафіксована в руках підведення;

- забороняється протирати канали стволів зброї за наявності патронів у патронниках і екстракторах затворів;

- забороняється перевірка справності зброї за допомогою механізмів піротехнічного перезаряджання та стартерів;

- у разі відмови зброї забороняється наносити удари по її корпусу і рухомих частинах;

- забороняється обертати блок стволів багатоствольної зброї без вимкнення ударного механізму або переводити рухомі частини гармати ГШ-23 після стрільби без вмикання блокувального механізму;

– забороняється усувати заклинення рухомих частин зброї ударами шомпола через ствол, якщо в екстракторах затвора є гільза, тому що замість гільзи в стволі може знаходитися бойовий патрон;

– забороняється усувати відмови зброї в залізобетонних укриттях повітряних суден.

Перед заряджанням та розряджанням зброї повітряне судно устанавлюється у напрямку безпечної зони, який виключає нанесення будь-яких збитків людям, техніці і будівлям при випадковому пострілі. На відстані 3 – 5 м перед стволами зброї встановлюються попереджувальні знаки: вдень – червоні прапорці, вночі – червоні ліхтарі. Перед стволами зброї забороняється переміщення людей та транспорту. При появі в небезпечному секторі людей, транспортних засобів тощо старший розрахунку зобов'язаний дати команду на тимчасове припинення робіт.

Заряджання зброї в укриттях проводиться, як правило, при відкритих стулках воріт укриттів, а в особливий період, за рішенням командира частини – при закритих стулках воріт.

Під час робіт із закритими стулками воріт попереджувальні знаки поза укриттями не виставляються. На період заряджання зброї можуть встановлюватися спеціальні уловлювачі снарядів.

Заряджання та розряджання зброї необхідно проводити у точній відповідності з вказівками, які приводяться в інструкціях з експлуатації конкретних зразків зброї.

Споряджати повітряне судно боєприпасами та заряджати зброю при знаходженні будь-кого в кабіні забороняється (окрім випадків, що оговорені в інструкціях та регламентах технічної експлуатації).

Після заряджання зброї виконувати будь-які роботи на ній, а також виконувати роботи в кабіні, які пов'язані з вмиканням або перевіркою кіл стрільби, перезаряджання, бойового та аварійного скидання забороняється.

Особливої уваги вимагають роботи, що пов'язані з оглядом та розряджанням зброї після польоту зі стрільбою. Руління та буксирування повітряного судна на стоянку без попереднього огляду зброї складом технічного поста забороняється.

Технічний пост огляду зброї формується на кожному льотну зміну із спеціалістів з авіаційного озброєння. Цей пост забезпечує контроль стану зброї шляхом візуального огляду без вмикання двигунів повітряного судна. Якщо при огляді виявляються відмови зброї, то технічний пост ніяких дій з їхнього усунення не виконує, а спрямовує повітряне судно на спеціальний майданчик розряджання зброї, який має знаходитися на невеликій відстані від майданчика огляду.

На майданчику розряджання зброї роботи виконує технічний пост розряджання на чолі з начальником обслуговування обслуговування авіаційного озброєння.

На майданчиках огляду і розряджання зброї мають бути суворо позначені місця розташування особового складу поста, інструмента та пристроїв, сектор безпечного напрямку та лінія зупинки повітряного судна.

Для правильної оцінки стану зброї після стрільби необхідно знати ознаки її справного стану, які в основному визначаються положенням рухомих частин, таких, як ствол, затвор, наявністю або відсутністю патронів і гільз в екстракторах затворів й ін. При повному або неповному відстрілюванні боекомплекту без затримок рухомі частини зброї знаходяться у початковому положенні для стрільби. Під час оглядів також необхідно звертати увагу на правильне розташування патронів (гільз) у екстракторах затворів, відсутність заклинення патронної стрічки, гільз та ланок. Огляд зброї технічним постом є єдиною об'єктивною оцінкою її стану після стрільби.

При справному стані зброї і неповному відстрілюванні боекомплекту технічний пост розряджання повинен привести зброю в безпечний стан. Ця робота виконується у такій послідовності:

1. Виконуються операції, які виключають можливість випадкового пострілу (фіксація ударника, вимикання ударного механізму, кіл електропуску й ін.);

2. Патронна стрічка відводиться від приймача і закріплюється в рукаві живлення артилерійської установки;

3. Зброя розряджається.

Тільки після цього дозволяється зарулювання повітряного судна на стоянку.

У разі відмови зброї старший технічного поста розряджання дає команду на вимикання двигуна і уточнює у льотчика (стрільця) особливості роботи зброї у повітрі.

При виявленні причини відмови необхідно переконатися, що всі вимикачі системи управління зброєю та запобіжні вимикачі на установці вимкнені і зовнішнім оглядом установити спосіб усунення затримки. У більшості випадків вдається привести зброю в безпечний стан її розряджанням у послідовності, яка вказана вище. Якщо через відмову зброї розрядити її на повітряному судні не вдається, то, виключивши можливість випадкового пострілу, необхідно зняти зброю з повітряного судна і розрядити її (в тому числі неповним розбиранням), дотримуючись заходів безпеки.

Зброя на повітряному судні розряджається також у таких випадках: при необхідності виконання її чищення, ремонтних робіт на зброї та установках; при перевірці справності дії системи управління зброєю і артилерійськими установками. Під час підготовки зброї до стрільби за планом навчально-бойової підготовки (із заміною основного боєкомплекту на учбовий) і при передачі повітряного судна в ТЕЧ для виконання регламентних робіт, окрім розряджання зброї, з повітряного судна знімається також і боєкомплект.

7.3 Підготовка зброї до бойового застосування

Однією з основних умов справної роботи зброї в межах її живучості є своєчасні огляди, чищення і змащення та профілактична заміна деталей.

Огляд, чищення та змащення зброї виконується:

- після польотів на стрільбу;
- після польотів без стрільби – по технічному стану, але не рідше одного разу на місяць;
- у разі потрапляння на зброю атмосферних опадів;
- при виконанні регламентних робіт;
- при розконсервації;
- за вказівками старших начальників.

Чищення зброї виконується для вилучення з поверхонь деталей нагару, бруду, вологи, корозії металу та консерваційного мастила. На сьогодні встановлені такі види чищення зброї: без розбирання і зняття з артилерійської установки, з неповним розбиранням та з повним розбиранням.

Чищення зброї без розбирання виконується після польотів без стрільби та у бойових умовах між польотами. Тривалість польотів без перечищення зброї для більшості сучасних зразків зброї становить 48 годин, при цьому кількість настрілів між чищеннями не повинна перевищувати 500 пострілів.

Окремі деталі гармат ГШ-23 змащуються через 500 – 600 пострілів без розбирання.

Чищення зброї з неповним розбиранням виконується:

- після стрільби – в день стрільби або у виключних випадках не пізніше наступного дня;
- після 30 днів стоянки повітряного судна або його польотів без виконання стрільб;
- після висотних польотів та потраплянні на зброю атмосферних опадів, пилу, піску;
- при певному настрілі в одному або декількох польотах.

Чищення зброї з повним розбиранням виконується при розконсервуванні, при профілактичних оглядах після певного настрілу і в терміни, встановлені регламентом технічної експлуатації повітряного судна.

Розбирання зброї необхідно виконувати у тому порядку, який вказаний у відповідному керівництві з експлуатації конкретного зразка зброї або регламенті технічної експлуатації повітряного судна. Під час розбирання варто використовувати спеціальні стояки, які додаються до конкретних зразків зброї разом з комплектом інструментів та запасних частин на зброю. У польових умовах дозволяється зброєю розбирати без використання стояка але обов'язково з застосуванням фанерного щита чи брезенту, які укладаються на тверду рівну поверхню. Під час розбирання деталі викладаються на столі, щиті чи брезенті в порядку їх зняття зі зброї.

Забороняється проводити на одному робочому місці одночасно розбирання декількох зразків зброї або навчальної і бойової зброї з метою виключення переплутування деталей.

Під час розбирання зброї необхідно:

1. Користуватися лише тим інструментом та приладдям, що надаються до зброї згідно з відомістю ЗП.
2. Використовуючи молоток, ударяти по деталях зброї тільки його м'яким кінцем.
3. При вийманні штифтів та осей користуватися вибивалкою відповідного діаметра.
4. Окремі механізми розбирати та збирати у відповідній послідовності.
5. Не розбирати склепані та запресовані збірні одиниці.
6. Розбирати зброю спочатку на складові частини, а потім кожен окремо, дотримуючись черговості.
7. Переконатися в правильності збирання окремих механізмів і тільки потім встановлювати їх на зброю.

Під час збирання зброї потрібно ураховувати, що в деяких зразках деталі маркуються заводським (технологічним) номером, який визначає їх належність до того або іншого зразка.

При правильному збиранні зброї надписи на деталях мають читатися, а риси збігатися.

Під час чищення зброї вузли та деталі промиваються в гасі або авіаційному паливі і потім протираються насухо ганчіркою. Забороняється промивати в гасі та паливі електроспуски, контактні колодки й інші деталі зі струмоізоляційними матеріалами. Указані деталі протирають сухою ганчіркою до повного вилучення бруду та мастила.

Для вилучення нагару та продуктів корозії з поверхонь деталей зброї найбільшого поширення набув механічний метод. Продукти корозії і нагар на точно оброблених деталях, які не мають захисних покриттів, вилучають відтиранням ганчіркою, фетром, войлоком, дерев'яними палицями з застосуванням гасу, пасти ГОІ, подрібленого вугілля, нанесених на промашену ганчірку.

Для вилучення продуктів корозії і нагару з інших деталей, які не мають захисних покриттів, застосовуються металеві щітки. Забороняється для чищення зброї застосовувати абразивні матеріали, лужні та мінеральні розчини й інші матеріали, які не передбачені інструкціями з експлуатації зброї.

Для протирання і чищення каналів стволів, патронників та каналів газових вузлів застосовуються шомполи, протирки, йоржики, банники. Для циліндрів двигунів і каналів піростартерів можуть застосовуватися спеціальні розгортки.

Чищення каналу ствола проводиться з дульної частини, при цьому чисту ганчірку обмотують навколо протирки, змочують її в паливі або гасі та проштовхують шомпол у каналі ствола з деяким зусиллям до патронника і назад. Змінюючи ганчірку, повторюють операцію доти, доки ганчірка, витягнута зі ствола, не буде чистою.

Після чищення деталі зброї змащують тонким шаром універсального мастила № 9 за допомогою йоржика, змоченого в мастилі і віджатого. Канали стволів змащуються тонким шаром за допомогою спеціального йоржа, нагвинченого на шомпол. Якщо повітряне судно деякий час не виконує польотів, то оновлення змащення каналів стволів зброї виконується за рішенням вищого начальника, але не рідше одного разу на місяць. При польоті по тривозі канали стволів, що змащені тонким шаром мастила, дозволяється не протирати. При польотах на навчальні стрільби канали стволів мають протиратися обов'язково.

Необхідно пам'ятати, що після чищення не змащуються канали пірокасет, клапани, пробки, шторки, поршні, циліндри газових двигунів та піророзбивачі.

Одночасно з чищенням проводиться ретельний огляд стану деталей з метою своєчасного виявлення та усунення їх дефектів.

У процесі огляду зброї визначається стан деталей, вузлів і механізмів, виявляються та усуваються несправності, а також установлюється обсяг ремонту для забезпечення надійної й безвідмовної її роботи.

У процесі експлуатації зброї допускаються:

- потертості кадмієвого і фосфатно-лакового покриття на робочих поверхнях до основного металу;
- незначні тріщини та викривлювання ізоляції струмопідвідних контактів і розбивачів;
- відколи і затемнення хрому на початку нарізів і в зоні газовідвідних отворів;
- сліди оплавлення та вимивання металу на краях газовідвідних отворів і поршнях.

Необхідно пам'ятати, що утворені нагорання металу в місцях зіткнення деталей при роботі значно зміцнюють поверхню металу і тому не повинні зачищатися, зайві зачистки прискорюють процес зношення.

Для уникнення самовільного випадання штифтів і осей вони мають фіксуватися.

Деталі, що закріплені на осях, мають вільно обертатися і під дією своїх пружин енергійно повертатися в початкове положення. Рухомі деталі мають переміщуватися вільно, без затирань.

При огляді внутрішніх частини зброї потрібно звертати увагу на стан пазів для затворів, відбивача, козирка, газових штоків і відсікачів, а також на бойові виступи, шляхи проходження патрона при досиланні в патронник і шляхи проходження гільз при їхньому відбитті.

Дзуття металу, задирки, забоїни та надири на деталях зачищаються терпужком і зашліфовуються наждачним папером на рівень з основною поверхнею деталей.

Профілактична заміна деталей зброї виконується з індивідуального комплекту запасних частин або групового комплекту ЗП, який постачається на декілька одиниць і навіть десятків зразків зброї, що призначений для заміни деталей у разі їх загублення або випадкового пошкодження.

При відкриванні заправочної горловини системи охолодження ствола після стрільби зі зброї, необхідно прийняти заходи безпеки від можливого викидання гарячої рідини з горловини в сторону обличчя. Дозаправлення охолодної рідини проводиться перед кожним заряджанням зброї.

Допускається виконувати не більше одного дозаправлення системи без зливу з системи залишків охолодної рідини.

У літній та зимовий період експлуатації авіаційної зброї у систему охолодження заливається питна вода.

7.4 Підготовка боєприпасів, спорядження патронних стрічок

Під *боєприпасами* до артилерійської зброї розуміють патрони до авіаційних гармат і кулеметів та постріли до авіаційних гранатометів. Боєприпаси до авіаційної зброї можуть зберігатися спорядженими в патронні стрічки і укладеними в спеціальні ящики.

Для забезпечення потреби частини боєприпасами створюється їх запас, до складу якого входять перший, другий, третій і так далі боєкомплекти. Під боєкомплексом розуміється кількість патронів, яка необхідна для повного завантаження всіх повітряних суден частини відповідно до їх тактико-технічних даних.

До боєкомплекту включаються патрони різних типів. Норми комплектування боєкомплекту залежать від їх призначення і типу зброї.

Боєкомплект патронів споряджається в стрічки та встановлюється на ПС. За необхідності зняття боєкомплекту патронів з ПС зберігання його має бути організоване в спеціально обладнаних приміщеннях авіаційних підрозділів або на складі ТППР (складу АЗУ служби АОЗ) в ящиках для кожного ПС окремо. Доступ сторонніх осіб до цих приміщень має бути унеможливлений.

На кожному ящику зазначаються бортовий номер ПС, тип набойв, кількість, партія, рік виготовлення, завод-виробник, дата розкриття герметичної упаковки та дата чергової заміни. Ящики повинні бути опечатані печаткою начальника обслуги обслуговування АОЗ.

Залежно від призначення боєприпаси до авіаційної зброї розділяються на три основні групи: патрони зі снарядами і кулями *основного, спеціального і допоміжного призначення*.

Патрони зі снарядами основного призначення застосовуються для ураження повітряних і наземних цілей і залежно від характеру уражальної дії поділяються на такі типи: *фугасно-запалювальні, осколково-запалювально-трасувальні, осколково-фугасно-запалювальні, осколково-фугасно-запалювально-трасувальні, бронейійно-запалювальні, бронейійно-запалювально-трасувальні і бронейійно-розривні*.

Кулі класифікуються за уражальною дією на *бронейійно-запалювальні, бронейійно-запалювально-трасувальні і запалювально-розривні*.

Авіаційні патрони зі снарядами спеціального призначення застосовуються для створення перешкод системам наведення ракет і їх неконтактним підривачам та створення перешкод повітряним та наземним радіолокаційним станціям.

Існують такі типи снарядів спеціального призначення: *перешкодні протирадіолокаційні (ПРЛ), перешкодні інфрачервоні (ПІЧС) та маркувальні (М)*.

Боєприпаси допоміжного призначення застосовуються для вирішення навчально-практичних задач. До них належать *навчальні, практичні і системопробні боєприпаси*. Як навчальний патрон розглядається макет патрона, призначений для вивчення його будови і навчання правилам та прийомам поводження з ним. Практичні патрони призначені для навчально-бойових стрільб, а системопробні – для випробувань артилерійської зброї і установок.

Для авіаційного гранатомета як боєприпас застосовується постріл (патрон) ВОГ-17А основного призначення з осколковою гранатою ОГ-17 і спеціального призначення з навчальною гранатою УГ-17 або осколковою гранатою в інертному спорядженні ОГ-17МІН.

Ступінь небезпеки роботи з боєприпасами до авіаційної зброї визначається чутливістю окремих елементів патрона до механічної, теплової або електричної дії. До чутливих елементів патрона відносяться капсуль, підривач і пороховий заряд. Тому під час роботи з боєприпасами **забороняється**:

- кидати ящики з патронами, ударяти один об одний, спускати їх з трапа без підтримки;
- ударяти по патронах, утримувати їх навалом на робочих місцях, переносити на руках без вкладання в тару, складати на землю, бетон без тари і навалом в тарі;
- утримувати боєприпаси біля обігрівальних пристроїв і під прямими сонячними променями в спекотну погоду;
- зберігати патрони в приміщеннях штабів, класах, житлових та побутових приміщеннях;
- знищувати боєприпаси шляхом закопування їх в землю або затоплення в водоймах;
- палити, підпалювати сірники і користуватися відкритим вогнем у місцях розміщення боєприпасів;
- виконувати роботи з боєприпасами в грозу.

При роботі з патронами, які мають електрокапсульну втулку, окрім того, необхідно виконуватитакі правила техніки безпеки:

- усі роботи з патронами і патронним стрічками виконувати на столах (стелажах) з заземленим металевим покриттям;
- при поводженні з патронами і патронними стрічками застосовувати заходи, які запобігають можливості випадкового потрапляння на них напруги;
- особи, які працюють з патронами, зобов'язані періодично, не рідше ніж через одну годину, знімати з себе заряди статичної електрики шляхом дотикання руками до заземлених струмопровідних предметів.

Категорично забороняється виконувати ремонт та розбирання, в тому числі й холостих патронів, використовувати патрони не за прямим призначенням, а також у навчальних цілях.

Спорядження патронних стрічок є заключним етапом підготовки боєкомплекту та здійснюється з вимогами *випуску № 1066 "Методичний посібник з організації виконання робіт із спорядження набойових стрічок до авіаційних гармат, кулеметів на пунктах їх набивки"*.

Цей методичний посібник встановлює порядок розміщення, експлуатації пунктів набивки набойових стрічок, та організацію спорядження набойових стрічок до авіаційного гарматного озброєння літаків, вертольотів в авіаційних частинах авіації Збройних сил України.

Пункт спорядження набойових стрічок (ПС НС) – це обладнане автономно-мобільне робоче місце по спорядженню набойових стрічок боєкомплектів гарматних установок повітряних суден.

ПС НС розгортаються, як правило по одному в кожній АЕ авіаційних частин та 1 на ТППР, обліковуються та закріплюються за обслуговування АОЗ АЕ і групою підготовки та зберігання некерованих АЗУ на ТППР, в яких вони закріплюються за відповідальними особами. За кожен ПС НС заводиться формуляр.

Підготовка авіаційних патронів та спорядження ними набойових стрічок виконується позаштатними спеціально підготовленими технічними обслуговуваннями, що складаються з технічного складу авіаційних ескадрилій у авіаційних бригадах, особового складу ТППР в службі авіаційного озброєння, які пройшли відповідну підготовку, вміють користуватись необхідним інструментом і приладдям, здали заліки та допущені наказом по частині.

Склад обслуг (як правило, 6-10 осіб), їх допуск до роботи визначається наказом по частині і уточнюється разом з уточненням бойових розрахунків.

Спорядження набойових стрічок дозволяється виконувати тільки у спеціально відведених для цього місцях під безпосереднім керівництвом спеціаліста з авіаційного озброєння. Місця набивки набойових стрічок повинні бути обладнані щитами, плакатами із коротким викладом правил безпеки.

Боєприпаси доставляються в АЕ силами ТППР та засобами служби авіаційного озброєння вивантажуються на спеціальному майданчику, при цьому звертається увага:

- на цілісність тари;
- відповідність кількості гермоукупорок записам в пакувальній відомості;

- відповідність партій на гермоукупорках партіям на ящиках з ними;
- відсутність заборонених до застосування партій.

Передача боєприпасів здійснюється посадовою особою ТППР, прийом начальником обслуги обслуговування АОЗ АЕ з обов'язковим оформленням накладної.

Перед спорядженням патронних стрічок необхідно провести огляд патронів і ланок на відсутність дефектів, що недопускають їхнього застосування та засобів спорядження патронних стрічок.

Не допускаються до спорядження патрони, які мають такі дефекти:

- кругове вільне обертання або повздовжнє хитання снарядів, куль, гранат відносно гільз;
- вм'ятини на гільзах;
- тріщини на дульцях гільз, які видно неозброєним оком;
- пошкодження або обертання мембран підривачів;
- корозія підшивачів у місці запресовки (завальцовки) мембран;
- корозія капсулів – запалювачів або невірна їх заправка;
- хитання балістичних наконечників снарядів.

Патрони з однотипними снарядами в патронній стрічці мають бути виготовлені на одному заводі, одного року і належати до однієї партії. Як виняток, допускається застосування патронів двох партій.

Ланки, як правило, розраховані на їх використання декілька разів. Ланки авіаційних кулеметів і гранатометів допускають трикратне використання при нормальних умовах. Підсилені ланки (гармата ГШ-23 і кулемет ЯкБ-12,7) допускають п'ятикратне використання. Використання двох типів ланок в одній патронній стрічці не допускається.

Нові ланки мають бути розконсервовані, а ланки, які використовуються повторно, – промиті в авіаційному паливі або обезводненому гасі. Ланки підлягають також ретельному огляду. З них вибраковуюються ті, що мають тріщини, погнутості, сліди корозії та мають люфт патронів у лапках ланки.

Патрони та ланки, що мають дефекти, а також патрони, які пройшли крізь автоматику гармат (кулеметів, гранатометів) та доставлені без технічної документації з боєкомплектів вилучаються і здаються в ТППР (склад АЗУ служби АОЗ) для подальшого знищення.

Спорядження патронних стрічок виконується за допомогою агрегату механізованої підготовки боєкомплектів 9-А1-303 або різноманітних машинок.

До комплекту агрегату 9-А1-303 входять:

- універсальна електрифікована машинка УЕМС-62 з приставкою 9-ГД-303 (2Б-М-50М) для спорядження і розспорядження патронних стрічок до зброї калібру 23 та 30 мм;
- розконсервовувач ланок;
- моторний підігрівач з джерелом електроенергії.

Продуктивність машинки становить від 3 до 5 тисяч патронів за годину залежно від типу зброї.

Для спорядження та розспорядження патронних стрічок в польових і стаціонарних умовах використовуються набивні машинки:

- а) 9-ГД-303М продуктивністю 2 000 патронів за годину для спорядження патронів калібру 23 мм;
- б) 9-ГД-623 продуктивністю до 3 500 патронів за годину для спорядження патронів калібру 30 мм;
- в) 9-ГД-624 продуктивністю до 4 000 патронів за годину для спорядження патронів калібру 12,7 мм;
- г) 9-ГД-016 з ручним приводом для спорядження патронів калібру 12,7 мм;
- д) 9-ГД-622 для спорядження патронів калібру 7,62 мм;
- е) 6Ю13 для спорядження патронних стрічок для гранатомета.

За необхідності спорядження або розспорядження патронних стрічок з невеликою кількістю патронів і для з'єднання окремих частин патронних стрічок використовуються спеціальні пристрої натискного типу (рис. 7.1), які входять до комплекту інструмента зброї.

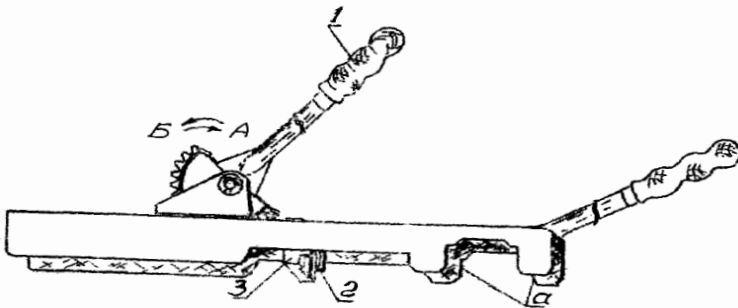


Рисунок 7.1 – Розчеплювач патронної стрічки

Для з'єднання частин патронної стрічки необхідно:

- повернути ручку l із сегментом по стрілці А до упора;
- завести петлю (гачок) вільної ланки в зачеплення з гачком (петлею) ланки з патроном і завести патрон у вільну ланку вручну;
- установити вільну ланку з патроном у пази a розчеплювача таким чином, щоб патрон розташовувався вздовж нього (снарядом у бік від ручки з сегментом);
- повертаючи ручку l із сегментом по стрілці Б, дослати остаточно патрон у ланку до необхідного положення.

Для роз'єднання патронної стрічки за допомогою розчеплювача необхідно:

- повернути ручку l із сегментом по стрілці Б до упора;
- помістити ланку з патроном (снарядом у бік від ручки з сегментом) уздовж пристрою і зафіксувати ланку в пазах a таким чином, щоб закраїна гільзи ввійшла в спеціальні зачепи 2 на рухомій рейці 3 пристрою;
- повертаючи ручку l з сегментом по стрілці А, відокремити патрон від ланки і роз'єднати патронну стрічку.

Спорядження патронної стрічки закінчується ретельним оглядом. При цьому контролю підлягають:

- характеристики патронної стрічки (віяльність, скручуваність, крок і шарнірність);
- положення патронів відносно ланок;
- правильність комплектації патронної стрічки та її чистота.

Віяльність – деформація патронної стрічки в її площині, що характеризується радіусом r внутрішнього або зовнішнього кільця (рис. 7.2, a) і визначається для двох випадків: якщо снаряди направлені до центра кільця і якщо снаряди направлені від центра кільця.

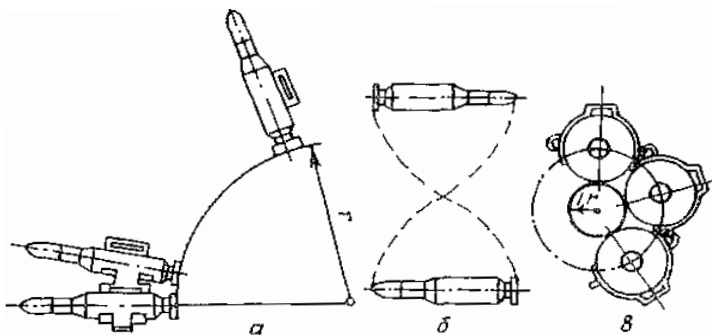


Рисунок 7.2 – Визначення характеристик патронної стрічки

Скручуваність – деформація патронної стрічки, що вільно висить (рис. 7.2, б), відносно своєї осі (по довжині) характеризується довжиною або кількістю патронів, необхідних для скручування на 90 або 180°. Ланки мають допускати скручуваність стрічки на 180° на ділянці 15 її кроків.

Крок стрічки – відстань між подовжніми осями сусідніх патронів розтягнутої стрічки.

У ході проведення огляду патронної стрічки її крок контролюється по величині проміжку між гачком ланки і гільзою патрона в сусідній ланці. Якщо ланка, розтягнута по кроку в патронній стрічці більше 1,5 мм, то вона заміняється.

Шарнірність – деформація патронної стрічки відносно осей патронів (рис. 7.2, в), яка визначається радіусом внутрішнього кола, що утворюється при згортанні стрічки. Шарнірність визначається для двох положень стрічки: ланки знаходяться всередині і ланки знаходяться назовні.

Величини зазначених вище характеристик указані в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Характеристики патронних стрічок	ГШ-30-1 (ГШ-30)	ГШ-23	ГШ-6-23	ЯкБ-12,7	ГШГ-7,62	АГ-17А
Крок, мм	52	36,8	37,3	31,0	18,3	43
Радіус віяльності, мм:						
– снарядами всередину	110	145	135	50	40	370
– снарядами назовні	400	260	225	150	100	400
Довжина стрічки для скручування на 180°, кількість патронів	14	17	16	24	–	21
Радіус шарнірності, мм:						
– ланками всередину	15	12	–	–	–	–
– ланками назовні	15	7,5	7,0	–	–	–

Положення патронів відносно ланок перевіряється візуально:

а) для виробів типу АО-18 та 9-А-621 хвостовик 2 (рис. 7.3, а) ланки 1 має заходити в кільцеву проточку 3 гільзи 4;

б) для виробів типу 9-А-472 та 9-А-4071К передні лапки 6 (рис. 7.3, б) ланки 1 мають упиратися в скат 5 гільзи 4.

Для виробів 9-А-623 та 9-А-4071К положення патронів у ланках визначається за допомогою калібру 9-ІЗ-623.007, що входить до комплекту інструмента зброї.

Розмір від торця 8 (рис. 7.3, в) гільзи до переднього хвостовика 9 ланки не повинен виходити за поле допуску калібру 7.

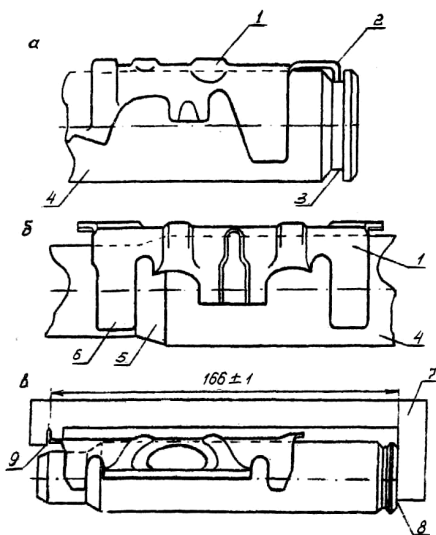


Рисунок 7.3 – Контроль положення патронів відносно ланок

Вирівнювання патронної стрічки виконується за допомогою розчеплювачів з комплекту інструментів зброї (див. рис. 7.1). Допускається вирівнювання патронів легкими ударами м'якої частини молотка по хвостовику ланки. Споряджати і розспоряджати патронну стрічку за допомогою металевого молотка забороняється.

При контролі комплектації патронної стрічки перевіряється процентне відношення типів патронів та рівномірність їх розміщення у стрічці.

Патрони з розміднювачем у патронній стрічці мають розміщуватися рівномірно по довжині стрічки групами послідовно один за одним у кількості, яка відповідає кількості стволів зброї, таким чином, щоб кожна група забезпечувала проходження по одному патрону з розміднювачем

через патронники всіх стволів. Загальна кількість патронів з розміднювачами в боекомплекті визначається інструкціями з експлуатації конкретних зразків зброї.

Кількість патронів у стрічці для двоствольних гармат ГШ-23 і ГШ-30 має бути парною, інакше останній патрон не дострілюється і залишається в автоматичній зброї (зниженим в екстракторі затвора з боку, протилежного напрямку подачі стрічки).

Патрони і ланки в боекомплекті дозволяється змащувати тонким шаром мастила, яке використовується для даного типу зброї.

Відомості про боекомплект повітряного судна вказуються у журналі підготовки повітряного судна до польоту і в книзі обліку боєприпасів у начальника обслуги обслуговування авіаційного озброєння.

7.5 Засоби механізації для спорядження патронних стрічок

Набивна машинка 9-ГД-623 (рис. 7.4) складається з живильника *I*, механізму спорядження і розпорядження *II*, привода *III*, лічильника патронів *IV* та механізму процентування *V* (рис. 7.5).

Живильник забезпечує накопичення патронів перед спорядженням і почергову їх видачу в механізм спорядження і розпорядження, який забезпечує втискання патронів у ланки, що з'єднуються у стрічку, або їх вилучення з ланок при розпорядженні.

Механізм процентування машинки забезпечує подачу патронів з живильника в ланки для спорядження стрічок трьома типами патронів у необхідних співвідношеннях.

Лічильник здійснює лічення патронів, споряджених у стрічку.

Привод забезпечує приведення в дію механізмів і вузлів машинки. Він складається з електродвигуна *I4* та редуктора.

Набивні машинки 9-ГД-303М та 9-ГД-623 мають як електричний, так і ручний привод від рукоятки *I2*, а машинки 9-ГД-624, 9-ГД-622 і 6Ю13 – тільки ручний привод.

При спорядженні патронних стрічок ланки *20*, попередньо з'єднані в стрічку, розміщуються на лотку *18* і упорі *21* та за допомогою спеціальної шашки з комплекту машинки заводяться під дві зірки *26* механізму спорядження і розпорядження *II*.

У лотки *2* живильника вкладаються патрони, які під дією власної ваги потрапляють у впадини зірок *26*.

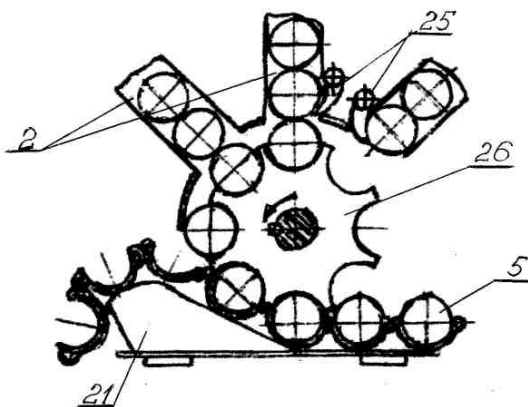
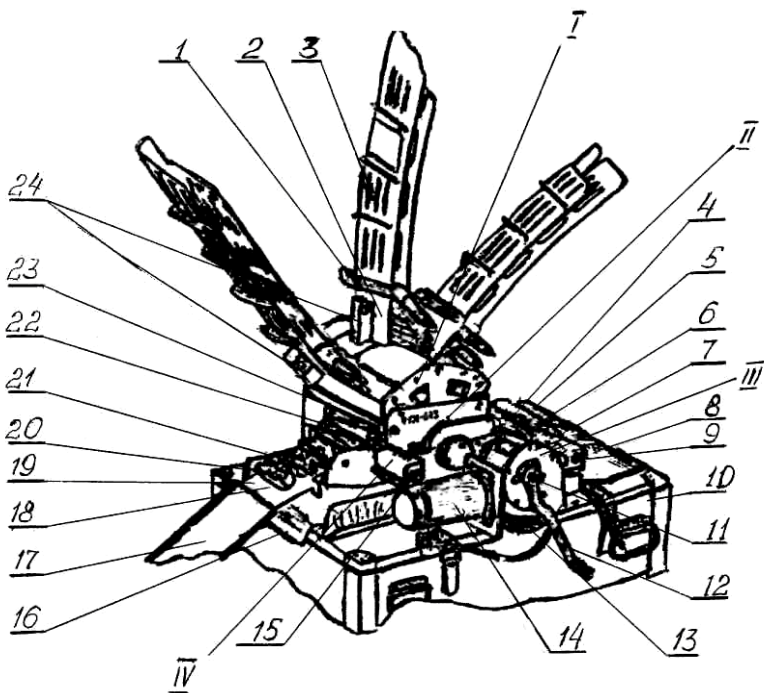
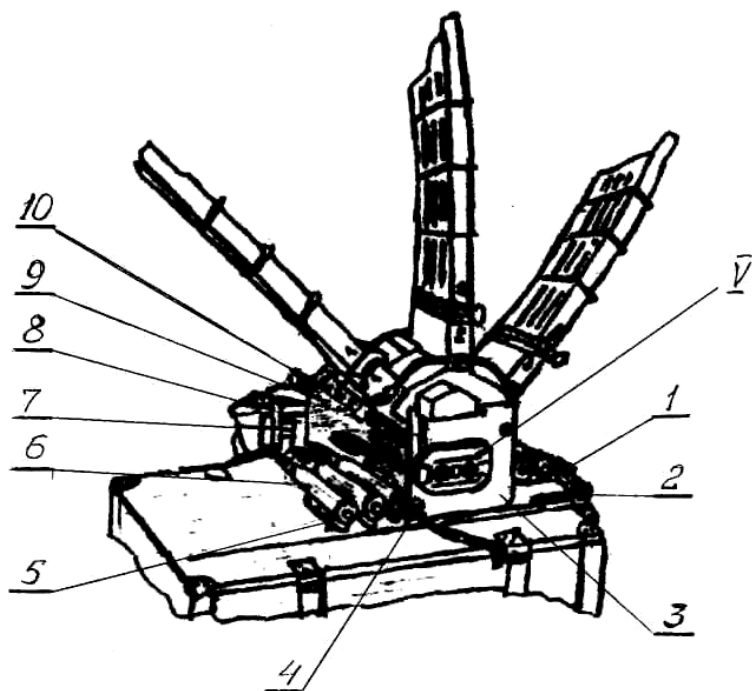
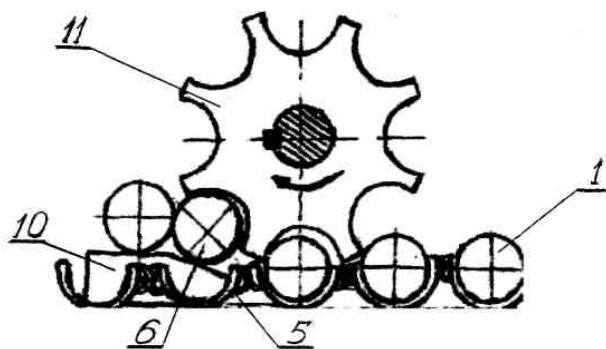


Рисунок 7.4 – Набивна машинка 9-ГД-623
(вид спереду)



a



б

Рисунок 7.5 – Набивна машинка 9-ГД-623
(вид ззаду)

Зірки 26, обертаючись під дією привода III, перемішують патрони в напрямку до ланок, втискають їх в ланки і виводять споряджену стрічку 5 з механізму спорядження та розспорядження, а патрони з латунними гільзами типу АО-18 і 9-А-621 у ході виведення стрічки з машинки ще переміщуються вздовж ланки до необхідного положення.

Кількість споряджених в стрічку патронів відображається лічильником IV, що приводиться в дію чотирипроменевою зіркою 22, яка обертається патронами, що подаються в зону спорядження.

Співвідношення патронів в ланковій стрічці забезпечується встановленням на набивну машинку відповідного (одного з трьох) механізму процентування V (рис. 7.5, а), який керує роботою відсікачів 25 (рис. 7.4).

При розспорядженні патронна стрічка 1 (рис. 7.5, а) підводиться до зубців зірочок 11, які обертаючись, переміщують патронну стрічку по знімачу 10. Клинові частини знімача входять в проміжки між патроном і ланкою в передній і задній їх частині та забезпечують зняття ланки з патрона.

Розспоряджена патронна стрічка 5 і звільнені від ланок патрони 6 по знімачу виводяться з машинки.

Решта складових частин на рис. 7.4 означають: 1, 19 – шомпол; 3 – подовжувач лотка живлення; 4 – кронштейн; 6 – гайка; 7 – колодка привода; 8 – кнопка «ПУСК»; 9 – кнопка «СТОП»; 10 – упаковочний ящик; 11 – пружинна защіпка; 13 – пази привода; 15 – прапорець онулення лічильника; 16 – направляючий лоток; 17 – лоток для ланок; 23 – сектор.

На рис. 7.5 позначено: 2 – шомпол; 3 – направляючий лоток; 4 – гвинт заземлення; 7, 8 – електричні вилки; 9 – гачок.

Машинка для спорядження патронів калібру 12,7 мм з ручним приводом 9-ГД-016 призначена для спорядження і розспорядження патронних стрічок до кулеметів калібру 12,7 мм. Машинка складається (рис. 7.6, а) з лотка ланок I, механізму спорядження і розспорядження II та живильника III.

Під час підготовки машинки до спорядження патронних стрічок необхідно:

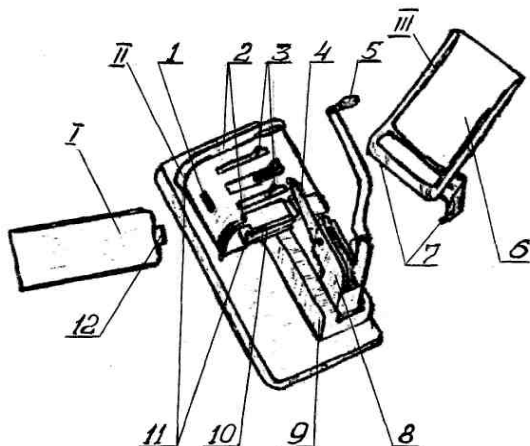
- провести розконсервацію її складових частин;
- установити і закріпити механізм спорядження і розспорядження II на упаковальному ящику 2 (рис. 7.6, б) або стелажі;
- зібрати штовхач 8 (рис. 7.6, а), розвернувши його поворотну частину 4 на 180° навколо осі 9;
- обертанням рукоятки 5 відвести штовхач 8 у крайнє ліве положення (якщо дивитися з боку рукоятки 5);
- приєднати живильник III до механізму спорядження і розспорядження II, вводячи його напрямні 7 в напрямні 11 і зафіксувати підпружинним стопором 10;

– під'єднати лоток ланок *I* до механізму спорядження і розспорядження *II*, вводячи язичок *12* лотка у відповідний проріз *1* основи механізму.

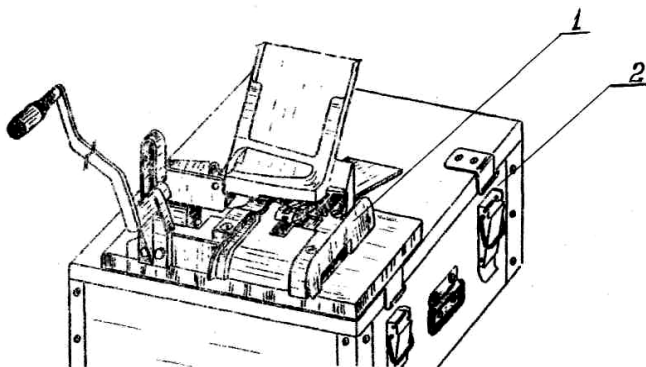
Під час переведення машинки на розспорядження патронних стрічок необхідно:

– зняти живильник *III*, втопивши вибивалкою підпружинений стопор *10* і зсунувши його по напрямних *11*;

– розкласти штовхач *8* на повну довжину, розгорнувши його поворотну частину *4* на 180° відносно осі *9*.



a



б

Рисунок 7.6 – Машинка для спорядження патронів калібру 12,7 мм

7.6 Зберігання, консервація і розконсервація артилерійської зброї та боєприпасів

На зберігання постачаються справні й укомплектовані зразки зброї. Зброя, знята з повітряного судна для чищення і огляду, має зберігатися у сухому приміщенні на спеціальних полицях в пакувальній тарі. Зброя, яка не знаходиться в експлуатації, консервується і разом з індивідуальним комплектом запасних деталей та інструментів зберігається окремо, оскільки деякі деталі, що надаються в запас, невзаємозамінні і є невід'ємною частиною даної зброї. Щоб уникнути осідання пружин, рухомі частини зброї завжди мають стояти у крайньому положенні.

Перший боєкомплект зберігається безпосередньо на повітряних судах або в спеціально обладнаних приміщеннях, у тому числі в автопричепках, що транспортуються, в підрозділах. Огляд, чищення і змащення першого боєкомплекту виконується не рідше одного разу на місяць. Усі інші боєкомплекти зберігаються на складах.

Після виготовлення артилерійської зброї і ланок вони консервуються заводами-постачальниками. У частинах консервація зброї і ланок виконується при постановці на тривале зберігання у підрозділах, а також при здачі зброї і ланок, які ще мають запас ресурсу, на склад.

Консервацією називається підготовка зброї і ланок для тривалого зберігання шляхом нанесення шару захисного мастила або запобігання корозії шляхом загортання його в інгібіторний папір з подальшою герметизацією.

У першому випадку для консервації застосовують спеціальні мастила та технічний вазелін (мастило універсальне низькоплавке УН). Мастило не завжди є абсолютно непроникним для вологи і газів. Це залежить від структури мастила, методу нанесення захисного покриття і ступеня насиченості мастила бульбашками повітря. При консервації застосовуються два основні способи нанесення захисного мастила: гарячий та холодний.

Гарячий спосіб консервації застосовується в основному на заводах, базах і складах частин. Деталі, вузли та ланки у цьому випадку занурюються у ванну, заправлену розплавленим гарматним мастилом з додаванням у нього десяти відсотків збройового мастила.

Електроспуски, гідрогальма й інші вузли, які мають шкіряні ущільнювачі, консервувати гарячим способом забороняється.

При холодному способі консервації шар захисного мастила на поверхні деталей наноситься у холодному стані. Дрібні запасні деталі після консервації загортаються в промащений папір.

З метою уникнення появи корозії на вузлах та деталях, що підлягають консервації, застосовується інгібіторний папір, який одержують зі звичайного шляхом насичення спеціальними розчинами-уповільнювачами корозії (інгібіторами), що можуть бути як летючими, так і нелетючими.

Інгібітори мають токсичну дію, тому роботи при консервації (розконсервації) з використанням інгібіторного паперу мають проводитися з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог, а саме:

- до роботи не допускаються особи, які схильні до шкіряних захворювань, а також особи, які мають ураження шкіри на відкритих ділянках тіла;
- приміщення, в яких проводяться роботи, повинні мати примусову вентиляцію;
- для захисту органів дихання роботи мають проводитися з використанням протипилових респіраторів або марлевих пов'язок;
- особи, які працюють з інгібіторами і інгібіторним папером, повинні користуватися халатами, прогумованими фартухами, тканевими рукавицями, головними уборами;
- інгібітори мають зберігатися в герметичній тарі, а інгібіторний папір – у рулонах, загорнутих у три шари нерафінованого паперу;
- відходи інгібіторного паперу, обтиральні матеріали, що забруднені інгібіторами, прибирають в ящик з подальшим їх спаленням. Особовий склад повинен бути ознайомленим щодо ступеня шкідливості застосовуваних інгібіторів.

Зброя обгортається інгібіторним папером так, щоб інгібіторний бік паперу був звернений до зброї. На гострі кути та деталі, що виступають, накладаються смужки інгібіторного паперу в декілька шарів. Інгібіторний папір береться з таким розрахунком, щоб після обгортання зброї напуск країв паперу в стиках становив не менше 100 мм.

Обгорнені в інгібіторний папір зразки зброї та деталі комплектів запасних частин обв'язуються шпагатом і вкладаються в поліетиленові чохла, з яких потім вручну видаляється надлишок повітря. У чохла разом з деталями вкладають і друковані ярлики текстом назовні. Останній шов чохла заварюється або заклеюється липкою поліетиленовою плівкою. Чохли з вкладеними у них деталями запасних і знімних частин ще загортаються зверху в обгортковий папір.

Законсервовані таким чином зброя і деталі вкладаються в пакувальний ящик, дно і бічні стінки якого обкладаються парафінованим папером.

Інструмент та належності для зброї, що знаходяться у сумці, загортаються в інгібіторний папір, а їх дерев'яні частини – у парафінований папір. Сумка вкладається в поліетиленовий чохол, який заварюється або заклеюється липкою плівкою.

Зверху сумка з інструментом обгортається обгортковим папером і поміщується в пакувальний ящик разом зі зброєю. У пакувальний ящик разом зі зброєю в поліетиленовий мішок укладається паспорт на зброю та інша документація.

Після укладання зброї, комплектів запасних і знімних частин, сумки з інструментом і належностями та документації пакувальний ящик закривається парафінованим папером, потім кришкою. Після цього кришка замикається замком і пломбується.

На торцевий бік пакувального ящика наноситься маркування: позначення інгібітора (МГБИ), способу переконсервації (індивідуальний – І) та дата чергової переконсервації (місяць, рік).

Перед початком експлуатації артилерійська зброя і ланки мають бути ретельно розконсервованими. Для вилучення консерваційних мастил проводиться повне розбирання і виварювання у ванні з гарячим мастилом або водою, що кипить, з подальшим промиванням деталей у гасі або авіаційному паливі і протиранням ганчірками до повного вилучення консерваційного мастила.

Категорично забороняється виварювати деталі зброї в лужних розчинах.

Під час розконсервації зброї особливу увагу потрібно приділяти чистоті каналів стволів, газовідвідних каналів, деталей газопорохового двигуна.

Електроспуски, контактори та інші деталі, які мають струмоізоляційні втулки, розконсервовуються протиранням ганчіркою до повного вилучення мастила.

Розконсервація ланок після гарячої консервації виконується з використанням розконсерватора та моторного підігрівача, який входить до комплекту агрегату механізованої підготовки боєкомплектів 9-А1-303. Розконсервація ланок проводиться шляхом їх обдування в камері розконсерватора гарячим повітрям від підігрівача з подальшим промиванням у бензині Б-70, який містить у своєму складі п'ять відсотків збройового мастила. На виході з ванни стрічка з ланок обдувається гарячим повітрям для просушування.

Зі складів боєкомплекти можуть надходити спорядженими в патронні стрічки або у заводській упаковці.

Заводська упаковка патронів складається з дерев'яного ящика 1 (рис. 7.7), в який вкладаються три герметичні зварно-закатні металеві коробки 2. До корпусу ящика на двох петлях 5 прикріплена кришка 4, яка замикається двома замками 8. Ящик має дві дерев'яні ручки 7 для його перенесення. Одна з трьох коробок перев'язана шпагатом 3 для зручності її вилучення з ящика.

Для розкриття коробок на кожну пару ящиків додається один спеціальний ніж, обгорнутий у папір і вкладений у виріз 6 дерев'яної перегородки.

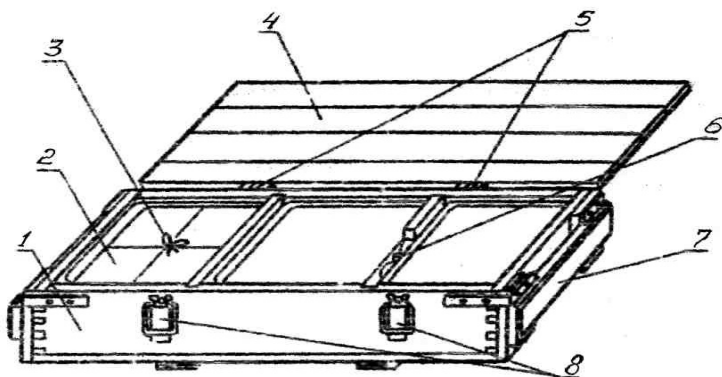


Рисунок 7.7 – Упаковка патронів

У кожну коробку поміщено 44 патрони зі снарядами калібру 23 мм або 18 патронів зі снарядами калібру 30 мм. Патрони вкладені горизонтально у 4 або 3 ряди відповідно з чергуванням за напрямом і відділені один від одного паперовою стрічкою. При цьому ряд від ряду відокремлюється картонною прокладкою, що забезпечує щільність укладання патронів у коробці.

Якщо коробка неповна у зв'язку із закінченням партії випуску патронів, на ній та на дерев'яному ящику наносяться похила смуга жовтого кольору і напис НЕПОВНИЙ, а також указується кількість патронів у коробці і ящику.

Такі ящики при зберіганні в штабелях укладаються найверхнішими і найпершими.

Ящик з укладеними у нього коробками шинується металевою стрічкою і пломбується.

Ланки і патрони, не споряджені в стрічки, мають зберігатися окремо. Надійність і безпека патронів під час стрільби залежать від термінів їх зберігання. По термінах зберігання їм встановлюється гарантійний і технічний ресурс. Гарантійний ресурс зберігання патронів в герметичній укупорці становить 10 років або в межах цього терміну три роки поза укупоркою, в тому числі в боєкомплектах на борту повітряного судна. Технічний ресурс патронів становить 15 років зберігання в гермоукупорці і 10 років поза гермоукупоркою.

7.7 Маркування і розпізнавальне забарвлення патронів

З метою правильного визначення призначення, типу, року виготовлення й інших характеристик патронів в умовах їх експлуатації на елементи патронів наносяться маркування й розпізнавальне забарвлення.

Маркування патронів зображено на рис. 7.8.

Маркування патронів до авіаційної артилерійської зброї означає:

а) на корпусі снаряда – шифр підприємства-виробника та рік виготовлення корпусу;

б) на підривачі – марка підривача, шифр підприємства-виробника, номер партії та рік виготовлення підривача;

в) на гільзі – номер партії, рік виготовлення і шифр підприємства-виробника.

Розпізнавальне забарвлення снарядів означає:

– осколково-фугасно-запалювальні снаряди мають червону кільцеву смугу перед мідним ведучим пояском, головна частина підривача забарвлена в червоний колір;

– фугасно-запалювальні (ФЗ) снаряди забарвлення не мають;

– бронебійно-запалювальні (БЗ) та бронебійно-розривні (БР) снаряди не забарвлюються і мають балістичний наконечник;

– снаряди типу БЗА мають на вершині балістичного наконечника кільцеву смугу червоного кольору;

– снаряди з трасерами мають кільцеву смугу зеленого кольору перед мідним ведучим пояском;

– головна частина лафетопробних (ЛП) снарядів забарвлена в білий колір;

– за наявності розміднювача в патроні на циліндровій частині снаряда нанесена кільцева смуга жовтого кольору;

– протирадіолокаційні (ПРЛ) снаряди мають напис жовтого кольору відповідно до типу дипольних відбивачів;

– головна частина перешкодних інфрачервоних снарядів (ПІЧС) забарвлена у зелений колір;

– головна частина снарядів до гармати ГШ-23 має додаткову кільцеву смужку білого кольору.

Розпізнавальне забарвлення кулі таке:

– вершина кулі Б-32 – чорного кольору, нижче неї – кільцева смуга червоного кольору;

– вершина кулі БЗТ-44 – фіолетового кольору, нижче неї – кільцева смуга червоного кольору;

- вершини куль ФЗ – червоного кольору;
- вершини куль ЛПС – білого кольору;
- вершини куль Т-46 – зеленого кольору.

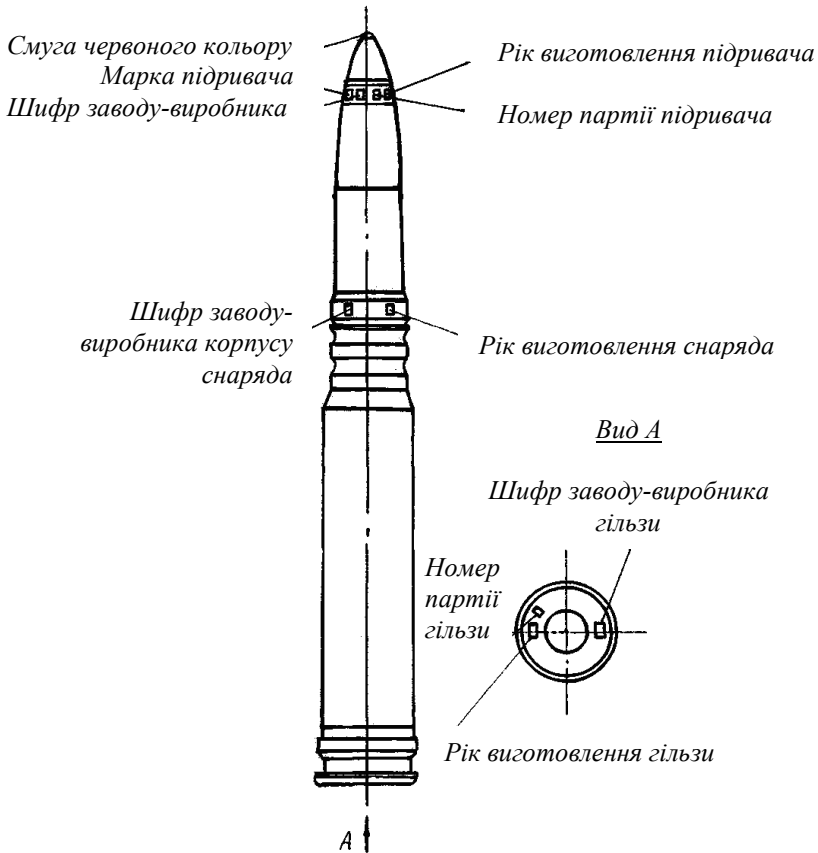


Рисунок 7.8 – Клеймування, маркування і забарвлення патронів

Навчальні патрони всіх типів мають містити отвір у гільзі, розбитий капсуль, а снаряди (кулі) – забарвлені в білий колір.

Маркування упаковки патронів зображено на рис. 7.9.

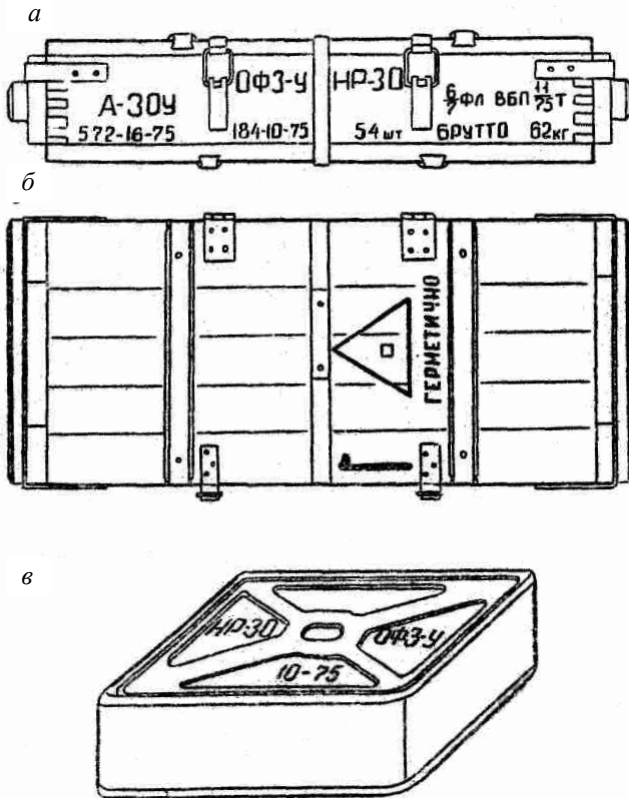


Рисунок 7.9 – Маркування упаковки патронів

На передній стінці ящика (рис. 7.9, *a*) вказуються:

- на лівій частині – марка підривача (А-30), нижче – шифр підприємства-виробника, номер партії і рік виготовлення підривачів (572-16-75);
- на лівій частині ближче до середини – тип снаряда (ОФЗ-У), нижче – шифр підприємства-виробника, номер партії і рік виготовлення патронів (184-10-75);
- на правій частині ближче до середини – шифр системи зброї і її калібр (НР-30), нижче – кількість патронів у ящику (54 шт.);

– на правій частині – марка пороху $\left(\frac{6}{7}\Phi_{ЛВБП}\right)$, номер партії, рік виготовлення та шифр підприємства-виробника пороху $\left(\frac{11}{75}Г\right)$, нижче – вага ящика з патронами (брутто 62 кг).

На кришці ящика (рис. 7.9, б) нанесено:

– на правій частині ближче до середини – трикутник, усередині якого вказаний розряд вантажу відповідно до діючих правил його перевезення;

– слово ГЕРМЕТИЧНО, яке вказує герметичність упаковки патронів у металевих коробках;

– умовне зображення ножа, яке вказує на те, що ніж для відкриття металевих коробок з патронами знаходиться у цьому ящику.

На кришці металеві коробки (рис. 7.10, в) наносяться найменування системи зброї (НР-30), тип снаряда (ОФЗ-У), номер партії і рік виготовлення патронів (10-75).

ВИСНОВКИ

Сучасний стан авіаційної артилерійської зброї визначається великою кількістю зразків зброї різних типів, схем і калібрів: гармати, кулемети і гранатомети; звичайна, барабанна, двоствольна і багатоствольна схеми зброї; калібри 7,62; 12,7; 23; 30 мм. У широких діапазонах змінюється темп стрільби, балістичні, масові і габаритні характеристики цих зразків. Насамперед, це пов'язано з великим об'ємом задач, які вирішуються по ефективному ураженню різних цілей у широкому діапазоні умов бойового застосування авіації, і виконанням особливих вимог до зброї та її розміщенням на рухомих і нерухомих, убудованих і знімних артилерійських установках повітряних суден різних типів.

Під час розроблення зразків авіаційної артилерійської зброї велика увага приділяється питанням уніфікації і стандартизації. З цією метою всі авіаційні зразки зброї розроблюються на основі системи єдиних типів боеприпасів. Так, на основі патронів типу АМ-ГШ розроблені гармати ГШ-23, ГШ-6-23, на основі патронів типу АО-18А – гармати ГШ-6-30А, ГШ-30, ГШ-30-1. Окремі базові типи патронів і зразки авіаційної зброї уніфіковані по елементах з відповідними наземними і корабельними зразками. Наприклад, авіаційна гармата ГШ-6-30А розроблена на основі корабельної гармати. Патрони до цих гармат мають уніфіковану гільзу, корпус снаряда та електрокапсульну втулку і є взаємозамінними за умовами нормального функціонування в автоматичі цих гармат. Для стрільби з кулемета ГШГ-7,62 використовуються гвинтівочні патрони, як і для кулеметів сухопутних військ ПК та ПКТ.

У післявоєнні роки у розвитку авіаційної артилерійської зброї визначилися напрямки, основними з яких є:

- широке застосування багатоствольної і двоствольної зброї та розробка нових схем зброї;
- розробка і широке використання кулеметів і гармат для озброєння вертольотів; застосування в авіації гранатометів, тобто нових типів озброєння;
- розробка (або модернізація) зразків, які мають механізми селективного живлення патронами з двох патронних ящиків;
- розробка зразків для розв'язання спеціальних задач, наприклад активно-реактивних гармат і патронів до них;
- розширення номенклатури типів снарядів, наприклад прийняті на озброєння бронебійно-розривні снаряди калібру 23 мм і багатоелементні снаряди калібру 30 мм.

На сьогодні продовжується пошук нових схем зброї таких, як багатоствольних гармат з нерухомими стволами, зброї з «відкритим» патронником, зброї з рідинною металюною речовиною, а також більш потужних металюних речовин для застосування в патронах. Розробляються можливості надання великих швидкостей снарядам з використанням нових фізичних принципів, наприклад за рахунок використання більш потужних вибухових речовин або електромагнітної енергії.

Разом зі створенням нових систем авіаційної артилерійської зброї відбувається і удосконалення боєприпасів до неї. Продовжується освоєння виробництва авіаційних снарядів з пластмасовими ведучими поясками (що дозволяє суттєво підвищити живучість артилерійської зброї). В інтересах зниження ваги боскомплекту авіаційних гармат почали розробляти патрони з алюмінієвими гільзами, що стало можливим завдяки розробці низькомолекулярних висококалорійних «холодних» порохів, та гільз, що згорають.

У деяких державах ведуться розробки так званих «телескопічних» патронів, в яких снаряд розміщується всередині гільзи, стінки якої виконані з металюної вибухової речовини. У ході проведення стрільб з використанням таких патронів була досягнута початкова швидкість снаряда понад 1 500 м/с.

Таким чином, на сьогодні подальший розвиток і удосконалення авіаційної артилерійської зброї інтенсивно продовжується. Разом з цим з впровадженням нових зразків зброї суттєво розширилося коло теоретичних питань і об'єм необхідних знань з основ розрахунків і проектувань цих зразків. Зокрема, сучасні зразки достатньо складні за конструкцією і вимагають більш високого рівня організації їхньої експлуатації, виконання додаткових, характерних тільки для цих зразків правил техніки безпеки.

Усі відмічені фактори зобов'язують кожного спеціаліста з авіаційного озброєння досконало знати сучасні зразки зброї, особливості її експлуатації та бойового застосування, правильно експлуатувати і суворо виконувати правила безпеки при роботах зі зброєю та патронами. Тільки у цих випадках можуть бути виконані вимоги Міністра оборони України, Командувача Повітряних Сил України та Управління регулювання діяльності державної авіації України щодо безаварійної роботи в авіаційних частинах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авиационное артиллерийское оружие / Под ред. Б. П. Александрова. – М. : ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1985.
2. Авиационное артиллерийское вооружение / Под ред. А. Е. Кувеко. – К. : КВВАИУ, 1980.
3. Барбарин А. М. Основы теории воздушной стрельбы и бомбометания / Барбарин А. М. – Х. : ХВВАУЛ, 1993.
4. Гладков Д. И. Авиационное вооружение / Д. И. Гладков, Ю. П. Пономарев. – Р. : РВВАИУ, 1983.
5. Гришин В. И. Боевое применение и боевая эффективность комплексов авиационного вооружения / В. И. Гришин, И. С. Попов. – М. : ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1977.
6. Правила інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України (ПрІАЗ-2016). – МО України, 2016.
7. Подтергера В. Н. Авиационное артиллерийское оружие летательных аппаратов фронтовой и армейской авиации / Подтергера В. Н. – Х. : ХВВАИУ, 1988.
8. Подтергера В. Н. Патроны к авиационному артиллерийскому оружию летательных аппаратов фронтовой и армейской авиации / Подтергера В. Н. – Х. : ХВВАИУ, 1989.
9. Водчиць О. Г. 30-мм авіаційна гармата ГШ-301 : навчальний посібник / О. Г. Водчиць, Я. В. Кондауров. – К. : КІВПС, 1999.
10. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція гармати ГШ-301 та інструкція по експлуатації 9-А-4071К.
11. 23-мм авіаційна гармата ГШ-23. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція гармати ГШ-23 та інструкція по експлуатації 9-А-472.
12. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція гармати ГШ-6-23 та інструкція по експлуатації 9-А-620.
13. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція гармати ГШ-30 та інструкція по експлуатації 9-А-623.
14. Березанський В. Г. Конструкція та експлуатація авіаційного кулемета ЯкБ-12,7: навчальний посібник / Березанський В. Г., Березанський О. Г., Васильченко Д. О. – Х. : ХУПС, 2013.
15. Авіаційний кулемет ГШГ-7,62. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція кулемета ГШГ-7,62 та інструкція по експлуатації 9-А-622.
16. Авіаційний гранатомет АГ-17А. Технічний опис та інструкція по експлуатації. Ч. 2. Конструкція гранатомет АГ-17А та інструкція по експлуатації 9-А-800.

*Електронне навчальне видання
комбінованого використання.
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

Андрій Павлович Поляков
Олександр Миколайович Зарубін
Олександр Григорович Березанський
Володимир Григорович Березанський
Олексій Миколайович Баранік

АВІАЦІЙНА АРТИЛЕРІЙСЬКА ЗБРОЯ

Навчальний посібник
(2-е видання)

Рукопис оформив *В. Березанський*

Редактори: *О. Ткачук, Т. Старічек, В. Дружиніна*

Оригінал-макет підготувала *Т. Криклива*

Підписано до видання 16.12.2022.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2022-086.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: irvc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.