

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

Е. В. Проскуряков, А. А. Пушкарев

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ
ОСНОВЫ ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ
(КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ)**

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для обучающихся по специальности 17.05.01
Боеприпасы и взрыватели (уровень специалитета)

Новосибирск
СГУГиТ
2026

УДК 623.4(075)

П824

Рецензенты: доктор физико-математических наук, доцент, СГУГиТ
И. Б. Палымский

кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин Новосибирского ВВКУ
М. В. Сорокин

Проскураков, Е. В.

П824 Технология производства средств поражения. Основы патронов стрелкового оружия (конструкторская часть) : учебное пособие / Е. В. Проскураков, А. А. Пушкарев. – Новосибирск : СГУГиТ, 2026. – 188 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907998-68-1

Учебное пособие подготовлено кандидатом технических наук, доцентом Е. В. Проскураковым на кафедре специальных устройств, инноватики и метрологии СГУГиТ и главным технологом – главным конструктором АО «Новосибирский патронный завод» А. А. Пушкаревым.

Учебное пособие содержит вопросы второго раздела рабочей программы дисциплины «Технология производства средств поражения» и включает в себя сведения об основах конструкции патронов к стрелковому оружию. Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели (уровень специалитета).

Рекомендовано к изданию кафедрой специальных устройств, инноватики и метрологии СГУГиТ, Ученым советом Института оптики и технологий информационной безопасности СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 623.4(075)

ISBN 978-5-907998-68-1

© СГУГиТ, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Патроны к стрелковому оружию: классификация и требования	9
1.1. Пистолетные патроны	12
1.2. Автоматные патроны	13
1.4. Крупнокалиберные патроны	17
1.5. Образцовые патроны	20
1.6. Патроны с усиленным зарядом и патроны высокого давления	22
1.7. Холостые и учебные патроны	25
2. Конструкция гильз патронов стрелкового оружия	31
2.1. Общие сведения о гильзах	31
2.2. Материалы, применяемые для изготовления гильз	33
2.3. Бутылочность гильз	36
2.4. Размеры элементов гильз	39
2.5. Крепление капсюля в капсюльном гнезде и пули в дульце гильзы	44
3. Конструкция пуль патронов стрелкового оружия	50
3.1. Общие сведения о пулях	50
3.2. Классификация пуль	52
3.3. Материалы обыкновенных пуль	54
3.4. Бронебойные пули	56
3.5. Трассирующие пули	62
3.6. Зажигательные пули	67
3.7. Пули комбинированного действия	74
3.8. Некоторые патроны зарубежного производства	78
3.9. Пример пуль российского производства	83

3.10. Пули повышенной точности: российские и зарубежные образцы.....	87
4. Действие пуль по целям.....	93
4.1. Общие понятия о действии пуль по целям.....	93
4.2. Факторы, влияющие на убойное действие пуль	94
4.3. Характеристики убойного действия пуль.....	96
4.4. Сопряжение траектории пуль	98
4.5. Характеристики рассеивания пуль	101
5. Пороха патронов стрелкового оружия.....	106
5.1. Общие понятия о порохам	106
5.2. Физико-химические свойства порохов	108
5.3. Энергетические свойства порохов	112
5.4. Баллистические свойства порохов	116
5.5. Марки порохов.....	121
5.5.1. Основные марки и их характеристики	121
5.5.2. Ключевые принципы обозначений	126
6. Капсюли-воспламенители	127
6.1. Общие сведения о капсюлях-воспламенителях	127
6.2. Схемы патронных капсюлей-воспламенителей.....	131
6.3. Металлические материалы капсюлей	135
6.4. Ударные (накольные) составы	137
6.5. Чувствительность капсюлей к удару и наколу	140
7. Порядок выполнения работ по модернизации или созданию патронов	144
7.1. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ	148
7.2. Разработка технических условий на изготовление (модернизацию) патрона	151
7.3. Разработка технических требований к патронам.....	155
7.4. Разработка технического задания на проектирование патрона	159
8. Контроль качества и приемка патронов к стрелковому оружию.....	164

8.1. Приемо-сдаточные испытания.....	169
Заключение.....	183
Глоссарий	184
Библиографический список.....	187

ВВЕДЕНИЕ

Патроны для стрелкового оружия представляют собой унитарные боеприпасы – комплексные изделия, предназначенные для выстрела. Их ключевая задача – обеспечить поражение живой силы или боевой техники противника. Механизм действия таков: при воспламенении порохового заряда образуются пороховые газы; под их давлением пуля разгоняется в канале ствола и на выходе приобретает скорость, достаточную для поражения цели на значительном расстоянии.

На протяжении всей истории развития огнестрельного оружия прослеживались устойчивые тенденции: стрелковую систему стремились сделать эффективнее (повысить дальность, меткость, скорострельность и действие пули по цели) и одновременно улучшить ее маневренные качества при минимальных затратах на производство и эксплуатацию. В результате сформировалась разветвленная система стрелкового оружия и патронов, различающихся калибром, конструкцией и иными характеристиками.

Важным этапом стало появление бездымного пироксилинового пороха – его разработал российский пиротехник Г. Г. Сухачёв в 1887 г. Еще один прорыв связан с именем Д. И. Менделеева: в 1890 г. он изобрел пирокolloдий – особую форму пироксилина – и создал на его основе наиболее совершенный на тот момент пирокolloдийный порох, а также отработал технологию его производства [1].

Существенные изменения коснулись и конструкции пуль. Долгое время использовались тупоконечные пули, не отличавшиеся высокими баллистическими качествами. В 1894 г. капитан Г. П. Киснемский предложил остроконечную, более обтекаемую пулю. Лишь в 1906 г. была создана специальная комиссия для ее разработки, а в 1908 г. остроконечная пуля была принята на вооружение русской армии. Впоследствии появились тяжелые и специальные пули, менялись материалы и технологии изготовления – все это позволяло поддерживать винтовочный патрон (основной для винтовок, карабинов и пулеметов) в соответствии с актуальными требованиями.

Во время Второй мировой войны широкое распространение получили пистолеты-пулеметы (автоматы под пистолетные патроны). Для увеличения дальности эффективной стрельбы возникла потребность в специальном автоматном патроне – более мощном, чем пистолетный, но менее мощном, чем винтовочный. Эту задачу в СССР решили Б. В. Семин, П. В. Рязанов и Н. М. Елизаров (руководитель коллектива): в 1943 г. они разработали 7,62-миллиметровый патрон с номенклатурой специальных пуль. За вклад в совершенствование стрелкового оружия конструкторы были удостоены Государственной премии [3].

Сегодня на вооружении армий состоят не только винтовочные и автоматные патроны, но и револьверные, пистолетные, крупнокалиберные, а также вспомогательные и специальные – для учебных, тренировочных, сигнальных и иных задач.

При этом патрон остается наиболее «консервативным» элементом стрелковой системы. Его конструкция не может меняться произвольно: любое изменение формы или размеров, делающее патрон несовместимым с уже существующим оружием, фактически означает принятие нового патрона. Это чревато серьезными сложностями в снабжении армии: ведь придется одновременно поддерживать производство двух не взаимозаменяемых типов патронов и соответствующего оружия. Поэтому допустимы лишь такие модификации патрона, которые сохраняют его наружные размеры и форму и не нарушают совместимость с ранее изготовленным оружием.

Разработка нового патрона – редкий и ответственный процесс. Ему предшествуют глубокие теоретические исследования: необходимо обосновать оптимальные параметры будущего изделия. Затем проводятся опытно-конструкторские работы – проверяют, насколько реально воплотить патрон с заданными характеристиками и каковы его практические возможности. По итогам формируется документ с тактико-техническими требованиями (ТТТ) – на его основе патрон и изготавливают [3].

Главные качества патрона – это, с одной стороны, его баллистические возможности (эффективность действия по целям), а с другой – габариты и вес (они влияют на емкость магазинов и размеры боевых комплектов). Основная задача разработчиков – найти оптимальное сочетание высоких боевых характеристик с минимальными массо-габаритными параметрами.

Таким образом, развитие стрелкового оружия идет под влиянием тактических требований и необходимости решать конкретные огневые задачи. Новые задачи решают либо путем усовершенствования существующего оружия под уже имеющийся патрон, либо разработкой нового оружия с новыми боеприпасами. При этом создание нового патрона связано с наиболее существенными, качественными изменениями в системе стрелкового вооружения – и потому принимается лишь тогда, когда преимущества новой системы явно оправдывают сопутствующие ей сложности.

1. ПАТРОНЫ К СТРЕЛКОВОМУ ОРУЖИЮ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ

Для стрельбы из современного стрелкового оружия применяются унитарные патроны – комплексные боеприпасы, в которых пуля, пороховой заряд и капсюль-воспламенитель объединены в единое целое с помощью гильзы (рис. 1).



Рис. 1. Схема унитарного патрона:

а) винтовочный; *б)* пистолетный; 1 – пуля; 2 – порох; 3 – гильза; 4 – капсюль-воспламенитель

Классификация патронов по назначению

Патроны стрелкового оружия делятся на две основные группы.

Боевые – предназначены для поражения живой силы или боевой техники противника.

Вспомогательные – служат для вспомогательных целей, не связанных напрямую с поражением целей.

Боевые патроны

В зависимости от вида оружия боевые патроны подразделяют:

- на револьверные – для револьверов;
- пистолетные – для пистолетов и пистолетов-пулеметов (автоматов под пистолетный патрон);
- автоматные – для автоматов, карабинов и легких ручных пулеметов;
- винтовочные – для винтовок (карабинов), ручных и станковых пулеметов;
- крупнокалиберные – для крупнокалиберных пулеметов.

По конструкции и назначению пули боевые патроны бывают:

- с обыкновенными пулями (например, патрон с пулей со стальным сердечником);
- со специальными пулями (трассирующие, бронебойные, зажигательные и др.).

Вспомогательные патроны

К этой группе относятся:

- спортивные – для спортивно-тренировочной стрельбы;
- холостые – для безопасной стрельбы во время учений, маневров и салютов;
- учебные – для безопасных тренировок по заряданию и разряжению оружия;
- с усиленным зарядом – для испытания оружия (проверка прочности узла запираения);
- высокого давления – для проверки прочности стволов;
- образцовые (эталонные) – для проверки баллистической аппаратуры, паспортизации оружия и испытаний порохов;
- смазывающие – для смазывания канала ствола выстрелом, чтобы размягчить пороховой нагар или предотвратить отложение металла оболочки на стенках ствола.

Классификация по форме и конструкции гильзы

По форме гильзы патроны бывают:

- цилиндрические – без резких переходов в очертании наружной поверхности;
- трехгранные – для оружия с открытым патронником;
- бутылочные – с уширением зарядной камеры и конусным скатом в переходе от корпуса к дульцу гильзы.

По типу фланца гильзы различают:

- с выступающим фланцем – фланец полностью выступает за боковую поверхность гильзы;
- с невыступающим фланцем – фланец образован кольцевой проточкой донной части гильзы и не выступает за ее боковую поверхность;
- с частично выступающим фланцем – фланец образован кольцевой проточкой, но частично выступает за боковую поверхность гильзы;
- с уступающим фланцем – фланец образован кольцевой проточкой и имеет значительно меньший диаметр, чем корпус гильзы;
- с кольцевым выступом на корпусе гильзы.

Фиксация патрона в патроннике

Способ фиксации патрона при досылании в патронник зависит от его конструкции:

- упором дульца гильзы в уступ патронника – у цилиндрических патронов с невыступающим фланцем;
- упором ската гильзы в скат патронника – у бутылочных патронов с невыступающим фланцем;
- упором фланца в казенный срез ствола – у патронов с выступающим и частично выступающим фланцем.

Основное требование к патронам

Главное требование к патронам – эффективность действия по цели [3]. Убойное действие пули определяется:

- глубиной проникания в мышечную (мягкую) ткань;

– реализацией бокового действия – образованием зоны некроза (частичного или полного омертвления тканей) и зоны молекулярного сотрясения как результата гидродинамического удара.

Таким образом, унитарный патрон – это сложноустроенное изделие, чья конструкция и классификация отражают многообразие задач стрелкового оружия: от боевого применения до обучения и технического обслуживания.

1.1. Пистолетные патроны

Пистолетные патроны (рис. 2) в подавляющем большинстве имеют цилиндрическую форму и невыступающий фланец гильзы, образованный кольцевой проточкой [5]. Фиксация патрона в патроннике происходит одним из двух способов:

- торцом цилиндрической гильзы;
- скатом бутылочной гильзы (у отдельных моделей).

Ключевые параметры

Калибр. Хотя диапазон калибров широк, наиболее распространенный у военных пистолетов – 9 мм. Этот калибр обеспечивает оптимальное сочетание убойного (останавливающего) действия пули и умеренного веса оружия.



Рис. 2. Пистолетные патроны

Длина патрона. Типичная длина – 25–35 мм, возможны небольшие отклонения.

Масса патрона. В большинстве случаев составляет 10,5–12,5 г, за исключением:

- патронов калибра 11,43–11,56 мм (более тяжелые);
- некоторых маломощных патронов калибра менее 9 мм (легче стандартных).

Масса пули и ее плотность. Коэффициент веса пуль обычно находится в пределах 8,5–10 г/см³, варьируясь в зависимости от калибра [5].

Конструктивные особенности пули

Форма головной части пистолетных пуль ориентирована на максимальное останавливающее действие. Для этого:

- пули делают тупоконечными;
- длина головной части составляет 0,5–1,0 калибра.

Такая форма баллистически оправдана, поскольку эффективная дальность стрельбы из пистолетов невелика – до 50 м.

Баллистические и эксплуатационные характеристики

Максимальное давление пороховых газов обычно не превышает 2 200 кгс/см².

Благодаря относительно низкому давлению газов и короткой гильзе пистолетные патроны подходят для оружия с отдачей свободного затвора. Этот принцип автоматики широко используется:

- в автоматических пистолетах;
- пистолетах-пулеметах.

Таким образом, конструкция и параметры пистолетных патронов сбалансированы для решения ключевых задач: обеспечения достаточного поражающего действия на коротких дистанциях при совместимости с компактным и легким оружием.

1.2. Автоматные патроны

Автоматные патроны (рис. 3) появились как ответ на потребность увеличить дальность эффективной стрельбы из пистолетов-пулеметов (автоматов), широко применявшихся во Второй мировой войне. Их ключевое преимущество – высокая скорострельность, позволяющая создавать высокую плотность огня. Однако стандартные пистолетные патроны не обеспечивали достаточной дальности и точности.

Суть проблемы и пути решения

Требовался патрон, который:

– был бы мощнее пистолетного – для увеличения дальности и настильности траектории;

– оставался менее мощным, чем винтовочный – чтобы сохранить управляемость оружия при автоматической стрельбе.

Первоначально задачу пытались решить двумя путями:

Усиление пистолетного патрона – за счет увеличения массы порохового заряда и объема гильзы (при сохранении цилиндрической формы).

Ослабление винтовочного патрона – путем уменьшения заряда и укорачивания гильзы.



Рис. 3. Автоматные патроны калибра 7,62 мм

Послевоенное развитие

В послевоенный период автоматные патроны оформились как самостоятельный класс с характерными особенностями:

– оптимальный баланс мощности: достаточная энергия пули для поражения на 300–400 м, но умеренная отдача (импульс порядка 0,5–0,6 кгс/с);

– баллистически совершенная форма пули – обеспечивает дальность прямого выстрела по грудной мишени (0,5 м высотой) на 300–400 м;

– универсальность – применяются не только в автоматах, но и в ручных пулеметах, а также оснащаются пулями специального действия:

а) трассирующими;

б) зажигательными;

- в) зажигательно-трассирующими;
- г) бронебойно-зажигательными и др.

Современные тенденции: малокалиберные патроны

В последние десятилетия акцент сместился на уменьшение калибра (например, 5,45 мм, 5,56 мм).

Это позволило:

- улучшить настильность траектории – пуля летит дальше и точнее;
- снизить импульс отдачи – оружие остается управляемым при автоматической стрельбе;
- увеличить эффективную дальность – за счет высокой начальной скорости пули.

Необходимое поражающее действие малокалиберных пуль достигается:

- высокой скоростью полета – увеличивает кинетическую энергию;
- нарушением устойчивости при попадании в преграду – пуля начинает кувыркаться, нанося более тяжелые ранения.

Таким образом, автоматные патроны стали компромиссом между пистолетными и винтовочными, объединив:

- достаточную мощность для поражения на средних дистанциях (300–400 м);
- умеренную отдачу, позволяющую вести контролируемый автоматический огонь;
- гибкость применения – от автоматов до ручных пулеметов, с пулями разного назначения.

Их эволюция продолжается: современные малокалиберные патроны демонстрируют, как технологические решения позволяют улучшать баллистику и эффективность без роста массы и отдачи оружия.

1.3. Винтовочные патроны

Винтовочные патроны (рис. 4) отличаются от других типов боеприпасов рядом конструктивных и баллистических особенностей. Их ключевые признаки:

- бутылочная форма гильзы – обеспечивает оптимальное размещение порохового заряда и надежную фиксацию в патроннике;

- баллистически совершенные пули – рассчитаны на эффективную стрельбу на значительные дистанции;
- высокая мощность – существенно превосходят автоматные патроны по энергетике и дальности поражения.



Рис. 4. Винтовочные патроны

Основные параметры

Калибр: 6,5–8 мм.

Длина патрона: преимущественно 75–80 мм (исключения – американские и датские винтовочные патроны, которые позднее были заменены патроном НАТО).

Масса патрона: 23–28 г.

Масса пули: 9–13 г (в зависимости от калибра).

Масса порохового заряда: 2,2–3,2 г.

Объем зарядной камеры: 3–4 см³.

Плотность заряжания: 0,8–0,9 г/см³ – относительно высокая, что способствует эффективному сгоранию пороха.

Максимальное давление пороховых газов: 2 700–3 200 кгс/см².

Начальная скорость пули: 700–870 м/с – обеспечивает настильную траекторию и высокую пробивную способность.

Конструкция гильзы и фиксация в патроннике

Винтовочные патроны выпускаются с двумя типами фланцев гильзы:

- *с выступающим фланцем* – фланец полностью выступает за боковую поверхность гильзы;

– с невыступающим фланцем – фланец образован кольцевой проточкой и не выступает за боковую поверхность.

Патроны с невыступающим фланцем предпочтительнее для автоматического оружия, поскольку лучше соответствуют требованиям к проектированию механизмов подачи и запираания, а также обеспечивают более надежную и стабильную работу автоматики.

Номенклатура пуль

Винтовочные патроны имеют широкую гамму специальных пуль, включая:

- *трассирующие* – для корректировки огня;
- *зажигательные* – для поражения легковоспламеняющихся целей;
- *бронебойные* – для пробития легких бронепреград;
- *бронебойно-зажигательные* – комбинированное действие;
- *снайперские* – повышенная точность и кучность стрельбы;
- другие специализированные типы.

Таким образом, винтовочные патроны – это высокоэнергетические боеприпасы, предназначенные для стрельбы из винтовок, карабинов и пулеметов. Их конструктивные и баллистические характеристики обеспечивают:

- большую дальность эффективного огня;
- высокую пробивную способность;
- возможность использования разнообразных типов пуль для решения тактических задач.

Благодаря оптимальному сочетанию калибра, массы пули, заряда и формы гильзы они остаются важным элементом стрелкового вооружения, несмотря на распространение малокалиберных автоматных патронов.

1.4. Крупнокалиберные патроны

Крупнокалиберные патроны (рис. 5) – это боеприпасы повышенной мощности, существенно превосходящие по энергетике другие типы патронов стрелкового оружия. Они предназначены для поражения:

- наземных целей (легкобронированная техника, огневые точки, живая сила за укрытиями);

– низколетящих воздушных целей (вертолеты, БПЛА, низколетящие самолеты).

Основные характеристики

Калибр: 12,7–14,5 мм.

Форма гильзы преимущественно бутылочная, с невыступающим фланцем – это обеспечивает надежную фиксацию в патроннике и совместимость с автоматическими системами подачи. Исключение: английский патрон к пулемету «Виккерс» имеет гильзу с частично выступающим фланцем.



Рис. 5. Крупнокалиберные патроны

Конструктивные и баллистические особенности

Большой калибр обеспечивает высокую кинетическую энергию пули, достаточную для пробития легкой брони и поражения целей за преградами.

Специальные пули – применяются пули различного назначения:

- бронебойные (пробивают броню толщиной до 20 мм на дистанции 500 м);
- зажигательные (поджигают легковоспламеняющиеся материалы);
- трассирующие (позволяют корректировать огонь);
- бронебойно-зажигательно-трассирующие (комбинированное действие);
- снайперские (обеспечивают высокую кучность на дистанциях до 1 500 м).

Высокая начальная скорость пули: благодаря мощному пороховому заряду и оптимизированной баллистике пуля сохраняет убойное действие на значительных дистанциях.

Применение

Крупнокалиберные патроны используются в:

- в крупнокалиберных пулеметах (например, ДШКМ, НСВ-12,7 «Утес», КОРД);
- крупнокалиберных снайперских винтовках (АСВК, АСВКМ, ОСВ-96);
- зенитных пулеметных установках (для поражения воздушных целей).

Преимущества и ограничения

Преимущества:

- высокая пробивная способность;
- большая дальность эффективного огня (до 1 500–2 000 м в зависимости от типа оружия и патрона);
- возможность поражения широкого спектра целей – от живой силы до легкой бронетехники.

Ограничения:

- значительный вес боеприпасов (масса патрона 124–147 г для 12,7×108 мм);
- сильная отдача, требующая массивных станков или сошек для пулеметов;
- ограниченная мобильность стрелков при переноске боекомплекта.

Таким образом, крупнокалиберные патроны – это мощный и универсальный боеприпас, сочетающий высокую энергетику, дальность стрельбы и разнообразие поражающих эффектов. Их конструкция (бутылочная гильза, невыступающий фланец, специальные пули) оптимизирована для применения в автоматическом оружии и снайперских системах, что делает их ключевым элементом современного стрелкового вооружения.

1.5. Образцовые патроны

Образцовые (эталонные) патроны (рис. 6) – специализированные боеприпасы, предназначенные:

- для калибровки и поверки баллистической аппаратуры (в том числе хронографов);
- паспортизации баллистического оружия (фиксации его базовых характеристик);
- проведения баллистических испытаний порохов и серийных патронов.



Рис. 6. Общий вид и пуля образцовых патронов

Образцовые патроны изготавливаются по более строгим технологическим регламентам, чем серийные (валовые) партии. Основные требования:

1) *порох* производится по регламенту для валовых порохов, но с дополнительными мерами для обеспечения стабильности характеристик:

- тщательный отбор исходных материалов;
- ужесточенный контроль параметров технологического процесса;
- перед испытаниями порох должен храниться в заводской укупорке не менее 6 месяцев (для стабилизации свойств);

2) *гильзы*:

- берутся из одной валовой партии;

- изготавливаются с использованием специально отобранного, исправного инструмента;
- проверяются на соответствие техническим условиям с трехкратным размером выборки;
- 3) *капсюли-воспламенители* также должны быть из одной валовой партии;
- 4) *пули*:
 - соответствуют чертежам, но с половинными допусками на диаметр ведущей части и массу (отсчитываются от середины поля допуска);
 - каждая пуля проверяется по диаметру и массе;
 - контроль проводится с трехкратной выборкой.

Порядок изготовления и утверждения партии

Производство осуществляется на одном из патронных заводов.

После изготовления партия проходит баллистические испытания.

По итогам испытаний партия утверждается и рассылается потребителям в герметичной укупорке.

Срок годности образцовых патронов – обычно 5 лет (может быть пересмотрен по результатам проверки баллистических характеристик и химической стойкости пороха).

Методика баллистических испытаний

Испытания проводятся в нескольких организациях по особому указанию. Процедура включает трехдневную стрельбу:

- из трех скоростных экземпляров баллистического оружия;
- трех крешерных экземпляров (один из них – контрольный).

Ежедневно из каждого экземпляра выполняется одна баллистическая группа выстрелов.

При стрельбе определяются:

- максимальное давление пороховых газов $P_{\max \text{ ср}}$ – из крешерного оружия¹;
- скорость пули $v_{x \text{ ср}}$ – из скоростного и крешерного оружия (для пистолетных патронов скорость не определяется).

¹ Вид баллистического оружия, которое используется для измерения максимального, промежуточного и дульного давлений пороховых газов. Во время выстрела пороховые газы через стальной поршень осаживают калиброванный медный столбик (крешер), по изменению высоты которого и определяется давление.

Баллистические характеристики партии

Основными параметрами, фиксируемыми для партии, являются:

- среднее значение скорости пуль v_x ср – рассчитывается по всем выстрелам из скоростного и крешерного оружия;
- среднее значение максимального давления газов P_{\max} ср – по всем выстрелам из крешерного оружия;

Наибольшая разность между максимальным и минимальным значениями скорости пуль фиксирует разброс скоростей в серии выстрелов.

Наибольшая разность между максимальным и минимальным значениями давления газов показывает стабильность давления в серии выстрелов.

Утверждение партии

Окончательная оценка баллистических характеристик дается полигоном на основании обобщения результатов стрельб, проведенных во всех установленных организациях. Именно полигон утверждает партию образцовых патронов.

Маркировка и требования

Для отличия от других патронов вершинки пуль образцовых патронов окрашиваются в белый цвет.

К каждой партии предъявляются конкретные требования:

- по баллистическим характеристикам;
- допустимым отклонениям параметров;
- условиям определения характеристик;
- иным параметрам, оговоренным в технических условиях.

1.6. Патроны с усиленным зарядом и патроны высокого давления

Патроны с усиленным зарядом («УЗ») (рис. 7, б).

Назначение: проверка прочности и осадки узла запираения стрелкового оружия на этапе производства.

Ключевые характеристики

Максимальное давление газов выше, чем у валовых (серийных) патронов.

Выпускаются ограниченными партиями:

- до 100 000 шт. – для нормального калибра;
- до 20 000 шт. – для крупного калибра.

Рассчитаны на применение при температуре +50 °С (учитывается тепловой рост давления).

Как достигается повышенное давление:

- увеличение массы порохового заряда;
- при ограниченном объеме камеры – замена марки пороха (более энергичный);
- возможно увеличение массы пули.

Меры безопасности. Смазка корпуса гильзы ружейной смазкой (предотвращает тугую экстракцию).

Стрельба из-за укрытия (риск разрыва гильзы или повреждения оружия).

Маркировка. Пуля окрашена в черный цвет до дульца гильзы.

На ящиках и коробках – надпись «усиленный заряд» черной краской.



Рис. 7. Патроны и пули:

а) высокого давления 7ЩЗ; *б)* с усиленным зарядом «УЗ» 7Щ4

Патроны высокого давления («ВД») (рис. 7, а).

Назначение: проверка прочности стволов оружия в процессе производства.

Ключевые характеристики

Выше максимальное и дульное давление по сравнению с валовыми патронами.

Выпускаются ограниченными партиями.

Нормативы устанавливаются на основе испытаний валовых патронов при экстремальных температурах: +70 °С и –50 °С.

Параметры контроля:

– средний уровень максимального давления: $P_{r \max \text{ ср}}$;

– нижний уровень среднего дульного давления: $P_{д \text{ ср}}$.

Особенности конструкции. Пуля часто имеет специальную форму (например, коническую полость в хвостовой части) для усиленного воздействия на стенки ствола.

Маркировка пули – желтый цвет (в отличие от черных пуль «УЗ»).

Разница между «УЗ» и «ВД». «УЗ» – проверяют узел запирания (затвор, запирающие рычаги, ствольную коробку).

«ВД» – проверяют ствол (устойчивость к высокому давлению по всей длине).

Общее. Оба типа – испытательные патроны, не предназначены для штатного применения.

Используются только на заводах или в лабораториях.

Требуют особых мер безопасности.

Практическое значение

Для производителей: гарантируют, что оружие выдержит предельные нагрузки.

Для военных/спецподразделений: подтверждают надежность партии оружия перед поставкой.

Для стрелков: использование таких патронов в обычном оружии запрещено – это приведет к поломке или аварии.

Таким образом, патроны «УЗ» и «ВД» – узкоспециализированные изделия для контроля качества оружия. Их отличает повышенная энергетика, строгая маркировка и ограниченные партии выпуска.

1.7. Холостые и учебные патроны

Холостые патроны (рис. 8, 9) предназначены:

- для безопасной стрельбы во время учений и маневров (отработка действий без поражения целей);
- проведения салютов (звуковой эффект без баллистического воздействия);
- выбрасывания ружейных гранат из гранатометов (передача энергии пороховых газов);
- проверки работоспособности автоматики оружия (без расхода боевых патронов).



Рис. 8. Холостые патроны

Ключевые требования к холостым патронам

Звук выстрела. Должен быть идентичен звуку боевого патрона того же калибра. Достигается подбором быстрогорящего пороха и точной дозировкой заряда.

Безопасность. Отсутствие или минимальное воздействие вылетающих элементов. Реализуется двумя способами:

- без пули (классический вариант: дульце гильзы обжато «звездочкой»);

– с разрушаемой пулей (слабая конструкция, распадающаяся в стволе).

Геометрическая совместимость. Форма и размеры должны соответствовать боевому патрону.

Обеспечивают нормальную подачу в оружии без доработок механизмов.

Пригодность для автоматической стрельбы.

Требуют усилителей действия газов (специальные втулки) для надежной работы автоматики.

Конструктивные особенности

1. Патроны малого калибра (например, 7,62 мм образца 1943 г.):

– обжатие дульца «звездочкой» – удерживает порох и имитирует форму боевого патрона;

– отсутствие пули – безопасность при выстреле;

– стандартный размер гильзы – совместимость с магазинами и затворами.

2. Крупнокалиберные холостые патроны (см. рис. 9):

– картонный колпачок – закрывает пороховой заряд, удерживается загнутым краем дульца;

– повышенный объем пороха – для создания звукового эффекта и работы автоматики.



Рис. 9. Деталь конструкции холостого патрона

Обеспечение работы автоматики

Без дополнительных устройств холостые патроны не обеспечивают надежную перезарядку в автоматическом оружии. Решения:

1) для систем с отдачей ствола:

– замена или установка втулки надульника с уменьшенным внутренним диаметром;

– увеличивает давление газов, передаваемое на затвор;

2) для систем с газоотводом:

– монтаж втулки для холостой стрельбы на дульную часть ствола;

– сужает канал, повышая давление в газовой камере.

Внешнее отличие и маркировка

Холостые патроны визуально отличаются от боевых (отсутствие пули, обжатое дульце, картонный колпачок).

Специальные знаки маркировки не требуются – их форма и конструкция уже служат идентификатором.

Преимущества и ограничения

Преимущества:

– безопасность тренировок и салютов;

– экономия боевых патронов при проверке оружия;

– простота конструкции (для базовых вариантов).

Ограничения:

– требуют доработок оружия для автоматической стрельбы;

– не подходят для поражения целей (очевидно, но важно подчеркнуть);

– ограниченная дальность звукового эффекта (в сравнении с боевыми патронами).

Вывод: холостые патроны – специализированные боеприпасы для имитации стрельбы без баллистического воздействия. Их конструкция балансирует:

– между достоверностью звука и работы оружия;

– безопасностью персонала;

– совместимостью с существующими системами.

Ключевой нюанс: для автоматического оружия обязательны дополнительные устройства (втулки), иначе перезарядка будет ненадежной.

Учебный патрон – это специальный вид патрона, полностью лишенный порохового заряда и иницирующего заряда капсюля. Его единственная задача – обеспечить безопасное обучение военнослужащих обращению с оружием.

Основное назначение

Учебные патроны используют для отработки:

- приемов заряжания и разряжания оружия;
- снаряжения магазинов и лент;
- манипуляций с оружием без риска случайного выстрела;
- демонстрации работы механизмов оружия.

Ключевые требования к учебным патронам

К ним предъявляют комплекс строгих требований, к которым относятся следующие.

Сходство с боевыми патронами:

- по форме и габаритным размерам;
- массе (должна быть максимально близка к массе боевого патрона, чтобы не нарушать баланс оружия и динамику его работы).

Прочность и долговечность:

- должны выдерживать многократное использование (заряжание, экстракцию, подачу из магазина);
- не должны вызывать повышенного износа деталей оружия.

Надежное отличие от боевых патронов:

- визуально;
- на ощупь (чтобы исключить ошибку даже в темноте или при ограниченной видимости).

Функциональность:

- удобство наполнения магазинов;
- правильная подача из магазина в патронник;

– корректная работа всех механизмов оружия при использовании учебных патронов.

Экономичность:

- простота изготовления;
- невысокая стоимость.

Внешние отличительные признаки (на примере отечественных патронов)

Главный визуальный и тактильный маркер – четыре продольные канавки на боковой поверхности гильзы (рис. 10).



Рис. 10. Учебные патроны

Эти канавки:

- четко различимы на ощупь;
- увеличивают жесткость гильзы, повышая ее долговечность;
- однозначно сигнализируют, что патрон учебный.

Ранее применялись и другие маркировки:

- две поперечные кольцевые канавки (ранние образцы);
- шесть продольных канавок (промежуточный вариант).

Особенности конструкции и производства

Пуля. Часто используют дешевые и безопасные варианты:

- легкую пулю образца 1908 г.;
- пулю ЛПС (с 1953 г.);
- пустые оболочки пуль (в 1930-х – начале 1940-х гг.).

Материалы и элементы. Допускается использование деталей, не соответствующих техническим условиям (ТУ) на боевые патроны, если это не нарушает функциональность и безопасность.

Изготовление. Современные учебные патроны производят из элементов боевых патронов. Также встречается (хотя это и запрещено) кустарная переделка боевых патронов в учебные:

- сверление отверстия в гильзе;
- удаление пороха;
- разрушение капсюля.

Такой способ опасен: выхолощенный патрон легко спутать с боевым, что может привести к трагедии.

Таким образом, учебный патрон – это безопасный, долговечный и четко идентифицируемый аналог боевого патрона, специально разработанный для обучения. Его главные черты:

- отсутствие порохового и инициирующего зарядов;
- максимальное сходство с боевым патроном по массе и габаритам;
- надежные визуальные и тактильные отличия (канавки на гильзе);
- способность корректно работать в оружии без износа механизмов.

2. КОНСТРУКЦИЯ ГИЛЬЗ ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

2.1. Общие сведения о гильзах

Назначение гильзы

Гильза – важнейший элемент унитарного патрона.

Ее ключевые функции:

- объединение компонентов патрона: пули, порохового заряда и капсюля-воспламенителя в единую конструкцию;
- obturation (hermeticization) пороховых газов в казенной части ствола при выстреле – предотвращает прорыв газов назад и направляет их на выталкивание пули;
- изоляция порохового заряда, трассирующего и капсюльного составов от внешней среды (влаги, пыли, механических воздействий);
- облегчение заряжания оружия – обеспечивает быстрый и надежный ввод патрона в патронник;
- обеспечение автоматизации перезарядки в автоматическом и самозарядном оружии;
- сохранение боеприпаса – гарантирует длительное хранение патронов в различных условиях (на складах, в полевых условиях).

Конструкция гильзы

Основные элементы гильзы (рис. 11) перечислены ниже.

Дульце – передняя часть гильзы, в которой закрепляется пуля.

Скат – переходная часть от дульца к корпусу. Гильзы со скатом называют бутылочными, без ската – цилиндрическими.

Корпус – основная часть гильзы, вмещающая пороховой заряд.

Донная часть включает:

- фланец – выступ по краю дна, за который выбрасыватель извлекает гильзу из патронника после выстрела;

- капсюльное гнездо – углубление для капсюля-воспламенителя;
- запальные отверстия – каналы, соединяющие капсюльное гнездо с камерой (внутренней полостью) гильзы;
- наковальню – выступающую часть дна капсюльного гнезда (обычно полусферической формы), на которой разбивается ударный состав капсюля при ударе бойка [5].



Рис. 11. Патроны в разрезе

Материалы для изготовления гильз

Латунь – традиционный материал, обладающий хорошей пластичностью и коррозионной стойкостью. Ранее широко применялась, но сегодня используется реже из-за высокой стоимости.

Малоуглеродистая сталь – основной современный материал. Дешевле латуни, достаточно прочна и пластична для штамповки гильз. Часто покрывается защитными слоями (лаком, медью, цинком) для предотвращения коррозии.

Бумага – применялась на ранних этапах развития патронного оружия. Сегодня используется ограниченно: в охотничьих патронах и некоторых сигнальных системах (ракетницах, минометах).

Пластические массы и горючие материалы – неоднократно испытывались в истории, но не получили широкого распространения в армейских патронах из-за недостаточной прочности, надежности и стабильности свойств.

Таким образом, гильза – это многофункциональный элемент патрона, обеспечивающий:

- надежную работу оружия (обтюрацию, подачу, экстракцию);
- сохранность боеприпаса (изоляцию заряда, защиту от внешних воздействий);
- удобство обращения с патронами (быстрое зарядание, автоматизацию перезарядки).

Современные гильзы изготавливаются преимущественно из малоуглеродистой стали, реже – из латуни. Конструктивно они делятся на бутылочные (со скатом) и цилиндрические (без ската), а их донная часть всегда включает фланец, капсюльное гнездо и наковальню для надежного воспламенения заряда.

2.2. Материалы, применяемые для изготовления гильз

К материалам для гильз предъявляют комплекс жестких требований.

Высокая пластичность – необходима для обработки давлением в холодном состоянии и деформации гильзы при выстреле без разрушения.

Прочность – требуется для операций вытяжки и обеспечения жесткости тонкостенной гильзы.

Склонность к упрочнению при обработке давлением и высокая упругость – обеспечивает легкую экстракцию гильзы из патронника после выстрела.

Стабильность свойств со временем – стойкость против старения и самопроизвольного растрескивания.

Антикоррозийная стойкость – важна на всех этапах: от производства до хранения готовых изделий.

Термостойкость – устойчивость к высоким температурам при выстреле.

Химическая нейтральность – отсутствие взаимодействия с пороховым зарядом.

Хорошая обрабатываемость давлением – обеспечивает стойкость инструмента и пригодность к механической обработке резанием.

Основные материалы и их характеристики

Латунь (марки Л68, Л70)².

Преимущества:

- отлично удовлетворяет всем требованиям к пластичности, прочности, упругости;
- хорошая обрабатываемость давлением;
- достаточная коррозионная стойкость.

Недостатки:

- высокая стоимость и дефицитность;
- склонность к самопроизвольному растрескиванию при длительном хранении (требуется специальные меры для замедления этого процесса).

Малоуглеродистая сталь³.

Преимущества:

- низкая стоимость и доступность;
- отсутствие склонности к самопроизвольному растрескиванию.

Недостатки:

- меньшая упругость по сравнению с латуной;
- повышенная склонность к коррозии (требует антикоррозийного покрытия);
- худшая обрабатываемость давлением (снижает стойкость инструмента).

Биметалл (сталь, плакированная томпаком).

Конструкция: стальной лист, покрытый с одной или двух сторон

²Марки двойной (простой) латуни (медно-цинкового сплава). Расшифровка маркировки: «Л» – указывает на принадлежность сплава к категории латуней, «68» – содержит примерно 68 % меди, «70» – обозначает среднее процентное содержание меди в сплаве (70 %).

³Сплав железа с низким содержанием углерода (обычно от 0,05 до 0,25 %). К этой категории относится большинство марок общего назначения и некоторые конструкционные. Примеры марок: в России – Ст3, Ст2, в США – AISI 1010, 1020.

томпаком⁴ (слой 4–6 % от толщины стали).

Преимущества:

- томпак служит твердой смазкой при вытяжке гильзы;
- обеспечивает антикоррозийную защиту.

Недостатки:

- расход дорогого томпака (включая безвозвратные потери при производстве);
- нарушение сплошности покрытия при штамповке: томпак сгоняется с основного слоя, оставляя участки стали незащищенными (требуется дополнительное антикоррозийное покрытие) [7].

Холоднокатаная малоуглеродистая сталь с лаковым покрытием.

Тенденция: все шире применяется как компромиссный вариант.

Преимущества:

- экономичность (дешевизна стали);
- простота технологии (лаковое покрытие наносится после изготовления гильзы).

Недостатки:

- требует тщательного контроля качества покрытия для защиты от коррозии.

Прочие материалы (опытные и нишевые варианты).

Алюминий: использовался в опытных образцах (рис. 12, поз. 4), но склонен к усталостным дефектам уже после первого выстрела. Небезопасен для перезарядки.

Никель и полимерные покрытия: применяются в коммерческих и специальных патронах (рис. 12, поз. 5, 6) для улучшения коррозионной стойкости и снижения трения [7].

Вывод

Латунь – эталон по эксплуатационным свойствам, но дорога и дефицитна.

Сталь – основной материал современности благодаря экономичности, хотя и требует защиты от коррозии.

⁴Разновидность латуни. Содержит 88–97 % меди и до 10 % цинка. Сплавы меди с содержанием цинка 10–30 % называют полутомпаками.

Биметалл – компромисс с ограничениями из-за потерь томпака и нарушения покрытия.



Рис. 12. Гильзы патронов калибра 7,62 мм образца 1943 г. 7,62×39 мм:
1 – ГЖ (сталь плакированная латунью); 2 – ГЖ (сталь плакированная томпаком); 3 – ГС (сталь лакированная); 4 – опытная алюминиевая; 5 – стальная никелированная (коммерческая); 6 – стальная с полимерным покрытием

Лакированная сталь – перспективное направление, сочетающее дешевизну и достаточную надежность.

Специальные покрытия (никель, полимеры) используются для узких задач или в коммерческих патронах.

Важное замечание: для оценки качества гильз часто используют твердость по Виккерсу⁵ (нагрузка 5 кгс), так как испытание на растяжение образцов из стенок гильзы затруднительно.

2.3. Бутылочность гильз

Бутылочность (или коэффициент бутылочности) – геометрический параметр гильзы, характеризующий степень сужения ее передней части (дульца) относительно корпуса.

Количественно она выражается как отношение диаметра корпуса гильзы к диаметру дульца:

⁵Показатель твердости металлов и сплавов, который определяется вдавливанием в испытуемый материал правильной четырехгранной алмазной пирамиды с углом 136° между противоположными гранями.

$$K_{\text{бут}} = \frac{D_{\text{корпуса}}}{D_{\text{дульца}}}. \quad (1)$$

Гильзы со значением $K_{\text{бут}} > 1$ называют бутылочными (рис. 13, а), с $K_{\text{бут}} \approx 1$ – цилиндрическими (рис. 13, б).



Рис. 13. Гильзы:
а) бутылочные; б) цилиндрические

Влияние бутылочности на патрон

С ростом коэффициента бутылочности:

- увеличивается масса гильзы и патрона главным образом за счет утолщения дна и усиления зоны перехода (ската), которые испытывают высокие нагрузки при выстреле;
- требуются дополнительные технологические операции – обжим дульца и его отжиг (для снятия напряжений и восстановления пластичности после деформации);
- уменьшается длина стенок гильзы – сокращается число операций вытяжки при производстве;
- снижается количество отжигов стенок благодаря меньшей высоте стенок и иной схеме деформации.

Влияние бутылочности на оружие

Положительные эффекты:

- сокращается длина продольного хода частей автоматики из-за уменьшения общей длины патрона;

– уменьшается общая длина оружия, что особенно важно для ручного стрелкового оружия (автоматов, винтовок).

Отрицательные эффекты:

– растут поперечные размеры казенной части ствола, затвора и ствольной коробки из-за большего диаметра корпуса гильзы;

– увеличивается шаг подачи ленты в системах с ленточным питанием, поскольку патрон становится «шире»;

– возрастают нагрузки в механизмах подачи из-за повышенного трения и необходимости перемещать более массивный патрон;

– может потребоваться увеличение длины хода автоматики, чтобы компенсировать возросшие усилия и обеспечить надежную работу.

Оптимальная бутылочность

Для каждой конструкции оружия существует оптимальное значение $K_{\text{бут}}$, при котором достигаются:

– минимальные габариты и масса оружия;

– надежная работа автоматики;

– технологичность производства патронов;

– приемлемая масса боеприпаса.

Исключения. В оружии под маломощные патроны (пистолеты-пулеметы, станковые пулеметы) габариты и масса чаще лимитируются не формой патрона, а другими факторами:

– требованиями к мобильности;

– особенностями системы автоматики (например, свободным затвором);

– необходимостью обеспечить высокую скорострельность и емкость магазина/ленты.

Проблема универсальности патрона

Один и тот же патрон с разными пулями часто используется в оружии с различными принципами действия (отдача ствола, отвод газов, свободный затвор) и разной конструкцией. Это создает противоречие:

– оптимальная бутылочность для автомата может быть неоптимальной для пулемета;

– патрон, идеально подходящий для компактного оружия, может плохо работать в системе с ленточным питанием.

Вывод: выбрать единый «идеальный» коэффициент бутылочности для всех образцов оружия невозможно. При проектировании патрона ищут компромисс, учитывающий:

- целевое назначение оружия;
- требования к габаритам и массе;
- особенности автоматике;
- технологичность производства;
- условия эксплуатации.

2.4. Размеры элементов гильз

Дульце гильзы

Длина дульца обеспечивает надежное крепление пули. Обычно составляет 1–1,25 калибра (где калибр – диаметр ведущей части пули).

Внутренний диаметр дульца $d_{0д}$ определяется диаметром ведущей части пули $d_{п}$ и натягом посадки $q_{пс}$:

$$d_{0д} = \frac{d_{п}}{1 + q_{пс}}. \quad (2)$$

Натяг $q_{пс}$ – относительная величина, выражающая разницу между диаметром пули и внутренним диаметром дульца [5].

Наружный диаметр дульца $d_{д}$ зависит от внутреннего диаметра и толщины стенки дульца $t_{д}$:

$$d_{д} = d_{0д} + 2t_{д} = \frac{d_{п}}{1 + q_{пс}} + 2t_{д}. \quad (3)$$

Скат гильзы

Угол конусности α . У гильз с фиксацией патрона скатом $\alpha = 30\text{--}50^\circ$.

У гильз с иной фиксацией (фланец, выступ) угол меньше – скат не влияет на точность фиксации.

Длина ската $l_{\text{ск}}$ рассчитывается по формуле

$$l_{\text{ск}} = \frac{1}{2}(d_{\text{ск}} - d_{\text{д}}) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

Где $d_{\text{ск}}$ – диаметр ската;

$d_{\text{д}}$ – наружный диаметр дульца.

Дно гильзы

Толщина дна $d_{\text{дн}}$.

Для гильз с *невыступающим/частично выступающим фланцем*:

$$h_{\text{дн}} = (0,40 \dots 0,45) d_{\text{дн}}, \quad (5)$$

где $d_{\text{дн}}$ – диаметр дна.

Для гильз с *выступающим фланцем*:

$$h_{\text{дн}} = (0,32 \dots 0,37) d_{\text{дн}}. \quad (6)$$

Толщина дна должна перекрывать вырезы на казенном срезе ствола под извлекающие устройства.

Радиус перехода дна в стенки:

– для нормального калибра: 1–2 мм;

– для крупного калибра: 3–4 мм.

Форма внутренней поверхности дна обычно плоская с закруглением.

Форма наружной поверхности дна чаще плоская со знаками клеймения (рис. 14). Фигурные формы (рис. 15) нежелательны: могут вызывать местные напряжения и деформации при выстреле.

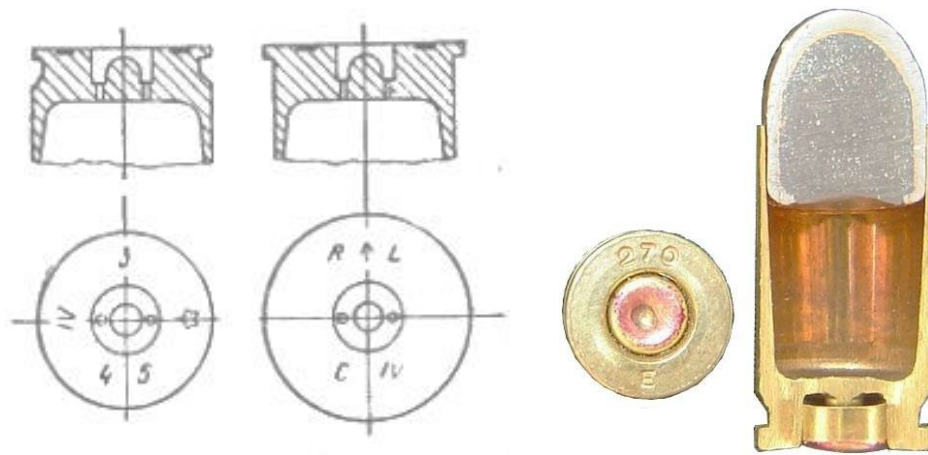


Рис. 14. Плоская форма наружной поверхности дна гильзы

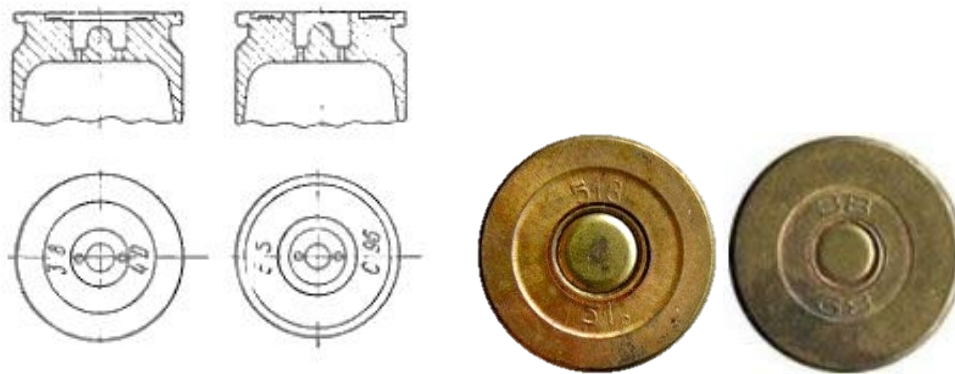


Рис. 15. Фигурная форма наружной поверхности дна гильзы

Капсюльное гнездо

Диаметр капсюльного гнезда $d_{к.г}$ связан с диаметром капсюля $d_к$ и натягом $q_к$:

$$d_{к.г} = \frac{d_к}{1 + q_к}. \quad (7)$$

Натяг $q_к$ обычно 0,02–0,025 (номинальный), минимальный – 0,002–0,003.

Глубина капсюльного гнезда $h_{к.г \min}$ определяется высотой капсюля $h_к$ и глубиной его посадки:

$$h_{к.г \min} = h_{к \max} + e_{1\min} + e_{2\max}, \quad (8)$$

где e_1 – зазор между торцом колпачка капсюля и дном гнезда ($\geq 0,2-0,3$ мм);
 e_2 – глубина посадки капсюля ($0,2-0,4$ мм).

Фаска по кромке гнезда $0,5$ мм под углом 30° – для облегчения вставки капсюля (рис. 16).

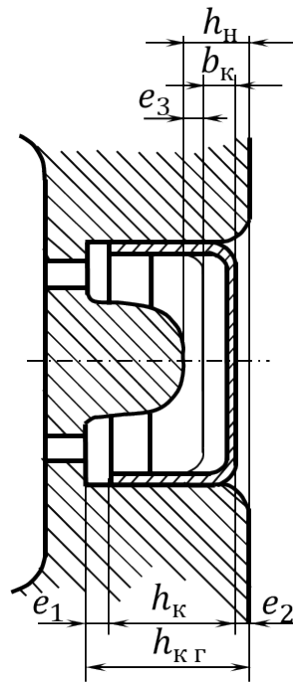


Рис. 16. Схема капсюльного гнезда с капсюлем

Наковальня

Высота наковальни $h_{н \min}$, измеряемая от наружной поверхности дна гильзы, определяется аналогично глубине капсюльного гнезда

$$h_{н \min} = b_{к \max} + e_{3\min} + e_{2\max}, \quad (9)$$

где b_k – параметр капсюля;

e_3 – поджим ударного состава (от $+0,67$ до $-0,30$ мм).

Диаметр наковальни d_n : $0,4-0,5$ от $d_{к.г}$. Вершина – сферическая.

Если используется электрокапсюль или капсюль с собственной наковальней, наковальня в гнезде не делается.

Запальные отверстия

Диаметр отверстий $d_{з.о}$:

- при двух отверстиях: 0,13–0,18 от $d_{к.г}$;
- при одном отверстии: 0,2–0,25 от $d_{к.г}$ (чтобы площадь сечения была эквивалентна двум отверстиям).

Толщина перегородки. Зависит от толщины дна и глубины гнезда. Минимальная толщина $\geq 0,2 d_{к.г}$ (во избежание провала наковальни при ударе) [5].

Фланец

Толщина фланца $h_{фл}$ 0,09–0,13 от $d_{дн}$ (где $d_{дн}$ – диаметр гильзы у фланца или проточки).

Ширина фланца $b_{фл}$: 0,6–0,9 от $h_{фл}$. Сопряжение с корпусом/дном – по радиусу $\sim 0,5$ мм для прочности (рис. 17).

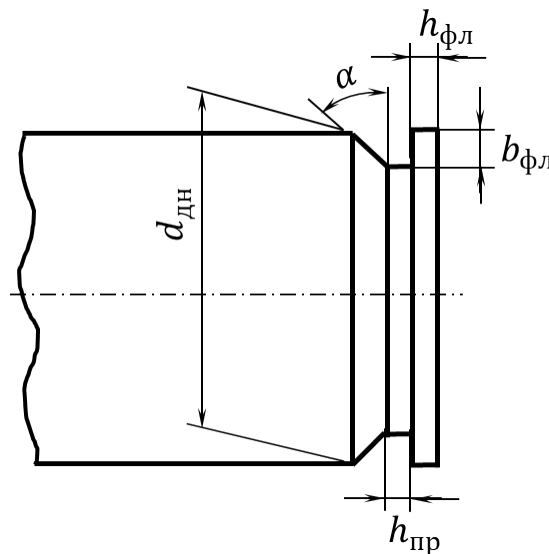


Рис. 17. Размеры фланца гильзы

Ширина проточки $h_{пр}$ 1,0–1,5 от $h_{фл}$. Передняя стенка проточки – наклонная под 45° [5].

Таким образом, размеры гильзы – это компромисс:

- между надежностью крепления пули (длина и диаметр дульца);

- точностью фиксации в патроннике (угол и длина ската);
- прочностью дна и фланца (толщина, радиусы перехода);
- эффективностью воспламенения (размеры капсюльного гнезда, наковальни, запальных отверстий);
- технологичностью производства (фаски, допуски на натяг).

Каждый параметр строго нормируется, чтобы обеспечить:

- герметичность при выстреле;
- легкую экстракцию гильзы;
- совместимость с разными системами оружия;
- долговечность хранения патронов.

2.5. Крепление капсюля в капсюльном гнезде и пули в дульце гильзы

Требования к креплению элементов патрона

Ключевое требование к патрону для скорострельного автоматического оружия – надежное удержание капсюля и пули:

- при высоких темпах стрельбы;
- вибрациях и ударных нагрузках;
- многократном перемещении патрона в магазине и патроннике.

Цель – исключить:

- самопроизвольное выпадение капсюля/пули;
- преждевременное срабатывание капсюля;
- нарушение герметичности заряда;
- заклинивание автоматики из-за деформированного патрона.

Крепление капсюля в капсюльном гнезде

Основные методы (рис. 18).

Точечное кернение (3 точки) – простой способ, достаточный для умеренных нагрузок.

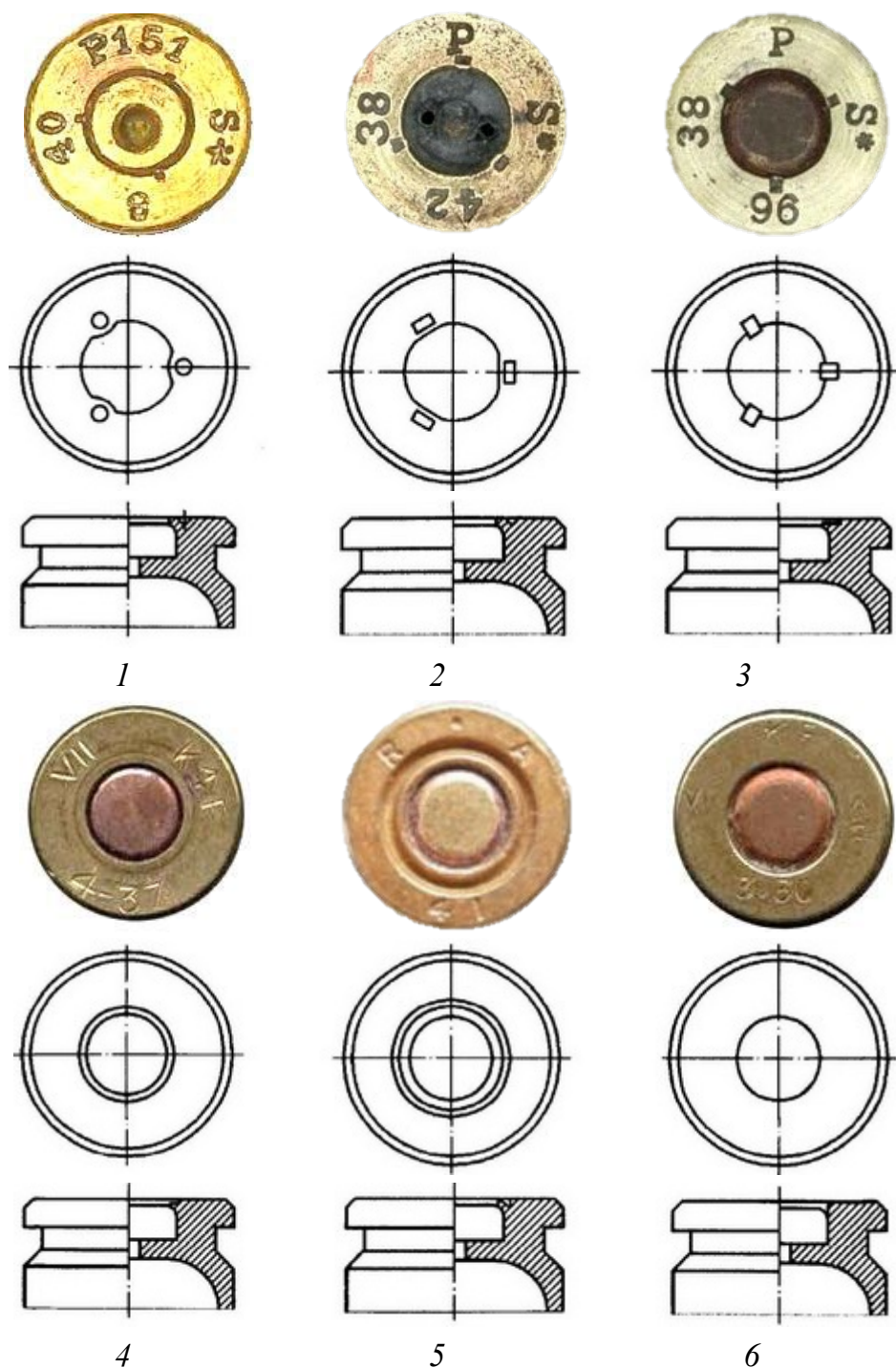


Рис. 18. Кернение капсуля в трех точках и по окружности капсульного гнезда:

1 – точечным кернением круглым керном; 2 – точечным кернением плоским керном; 3 – точечным кернением с образованием лапки; 4 – кольцевым кернением круговой лапкой; 5 – кольцевым кернением с образованием кругового наплыва; 6 – плотной посадкой (посадкой с натягом)

Кольцевое кернение – наиболее надежный метод: создает сплошной пояс вокруг капсюля, исключая его смещение.

Посадка с натягом – капсюль вставляется в гнездо с минимальным зазором, обеспечивающим фрикционную фиксацию.

Преимущества кольцевого кернения:

- равномерное распределение нагрузки;
- устойчивость к вибрациям и ударам;
- совместимость с высокими темпами стрельбы [3].

Крепление пули в дульце гильзы

Варианты исполнения представлены ниже.

Кернение дульца (3 точки) (рис. 19).

Плюсы: просто, дешево, достаточно для пистолетных патронов.

Недостатки: малое усилие извлечения (20–40 кгс), не подходит для высокотемпного оружия.

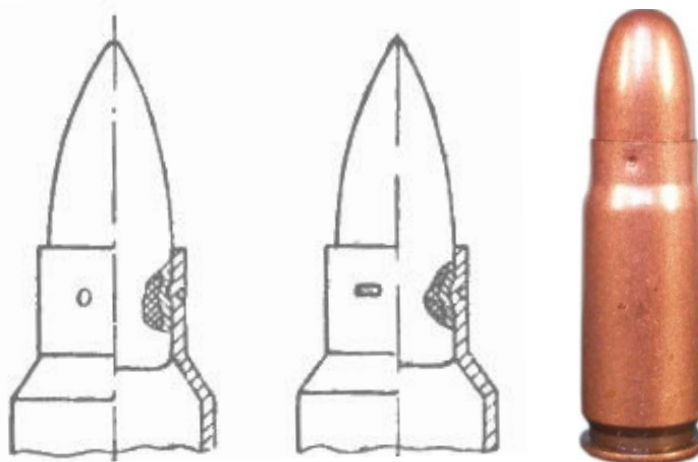


Рис. 19. Крепление пули кернением дульца

Завальцовка дульца в кольцевую канавку пули (рис. 20).

Преимущества: усилие извлечения до 120 кгс, надежность при любом темпе стрельбы.

Недостатки: требует точной геометрии канавки и дульца.

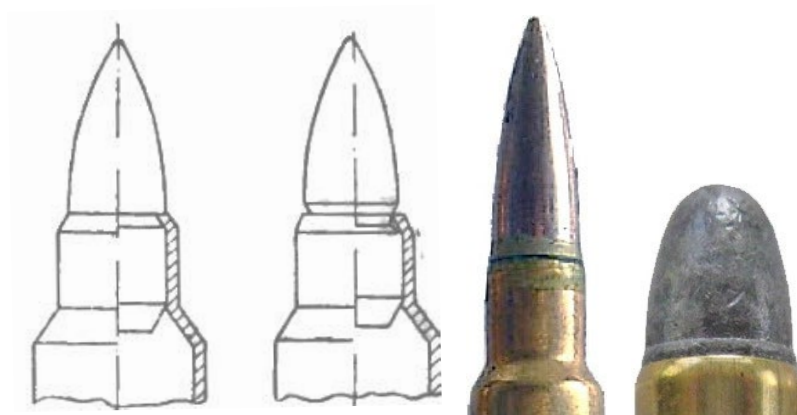


Рис. 20. Крепление пули завальцовкой дульца

Обжим дульца в канавку пули (рис. 21).

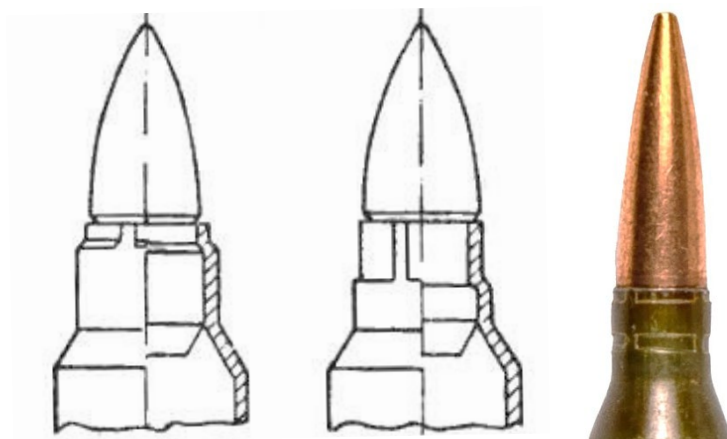


Рис. 21. Крепление пули обжимом дульца

Преимущества: схоже с завальцовкой, но проще в массовом производстве.

Недостатки: чуть меньшее усилие фиксации, чем при завальцовке.

Двойной/тройной обжим (для зенитных и авиационных пулеметов) (рис. 22).

Преимущества: максимальное усилие извлечения, стойкость к экстремальным нагрузкам.

Недостатки: усложнение технологии, рост себестоимости [5].



Рис. 22. Крепление пули двойным/тройным обжимом дульца

Посадка с натягом (без дополнительного крепления) (рис. 23).



Рис. 23. Крепление пули посадкой с натягом

Применяется: в пистолетных патронах (например, 9×18 ПМ).

Условие: натяг обеспечивает трение, достаточное для штатных режимов стрельбы.

Критерии выбора метода крепления

Темп стрельбы: чем выше, тем надежнее крепление (приоритет: кольцевой обжим > завальцовка > кернение).

Тип оружия:

– пистолеты/пистолеты-пулеметы: достаточно посадки с натягом или кернения;

– автоматы/пулеметы: завальцовка или обжим;

– зенитные/авиационные системы: двойной/тройной обжим.

Усилие извлечения пули:

– минимальное для автоматики: ≥ 20 кгс;

– оптимальное для высокотемпного оружия: 80–120 кгс.

Технологичность: кернение проще, но менее надежно; завальцовка требует точного инструмента.

Риски чрезмерного крепления

Слишком большое усилие извлечения пули приводит:

– к росту максимального давления газов в стволе;

– увеличению разброса давления (снижение кучности);

– перегрузке механизмов экстракции (риск разрыва гильзы);

– деформации пули при подаче (ухудшение баллистики).

Вывод: оптимальный метод крепления – тот, что обеспечивает необходимое усилие извлечения при минимальном избытке. Для большинства автоматических систем это завальцовка или обжим дульца в канавку пули.

3. КОНСТРУКЦИЯ ПУЛЬ ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

3.1. Общие сведения о пулях

Исторические различия (XIX – начало XX в.)

В классический период четко прослеживались три ключевых отличия.

Наличие снаряжения. Снаряд содержал внутреннее наполнение: взрывчатое вещество (фугасное), зажигательный состав, дымообразующий реагент и т. п.

Пуля была сплошной, без полости и внутреннего снаряжения. Ее действие основывалось исключительно на кинетической энергии.

Калибр. Снаряды применялись в артиллерийских системах, калибры начинались примерно от 76 мм и выше.

Пули использовались в стрелковом оружии, калибры обычно лежали в диапазоне 5,45–12,7 мм.

Система вооружения. Снаряды – стрельба из пушек, гаубиц, мортир.

Пули – стрельба из винтовок, пистолетов, пулеметов.

Стирание границ (XX–XXI вв.)

Со временем различия стали размываться.

Снаряжение пуль. Появились специальные пули с внутренним наполнением:

- зажигательные (фосфор, термит);
- разрывные (малый заряд взрывчатого вещества);
- трассирующие (пиротехнический состав для видимого следа).

Таким образом, пуля перестала быть обязательно «сплошной».

Перекрытие калибров. Развитие стрелкового оружия привело к появлению крупнокалиберных винтовок (например, 12,7 мм, 14,5 мм, 15,2 мм).

Одновременно артиллерия освоила малые калибры (например, 20-миллиметровые автоматические пушки).

В результате образовался непрерывный диапазон калибров без четкого разрыва.

Современный критерий различия

Сегодня единственный надежный признак – способ взаимодействия с нарезами ствола.

Пуля. Врезается в нарезы непосредственно своей оболочкой (или корпусом, если оболочка отсутствует).

Оболочка пули выполняет две функции:

- обеспечивает обтюрацию (герметизацию канала ствола);
- служит ведущим элементом, передающим крутящий момент от нарезов.

Снаряд. Имеет специальный ведущий поясок – кольцо из мягкого металла (медь, латунь), запрессованное в канавку на корпусе.

Поясок:

- гарантирует обтюрацию;
- врезается в нарезы, направляя снаряд по каналу ствола;
- защищает основной корпус снаряда от износа.

Почему этот критерий устойчив?

Технологическая необходимость:

– снаряды часто имеют сложную внутреннюю конструкцию (взрывчатое вещество, датчики, стабилизаторы). Их корпус не всегда достаточно пластичен для врезания в нарезы;

– пули, даже со стальным сердечником, сохраняют оболочку из пластичного металла (томпак, биметалл), способную деформироваться в нарезах.

Баллистические требования:

– для снарядов критично точное направление и стабильность полета – ведущий поясок обеспечивает надежное сцепление с нарезами;

– для пуль достаточно простого вращения, создаваемого оболочкой.

Примеры для наглядности

Пуля:

– 7,62×54 мм (винтовка Мосина, пулемет ПКМ) – оболочечная пуля, врезается оболочкой;

– 5,45×39 мм (АК-74) – оболочечная с стальным сердечником, ведет себя аналогично.

Снаряд:

– 30-миллиметровый снаряд для пушки 2А42 (БМП-2) – медный ведущий поясок;

– 122-миллиметровый гаубичный снаряд – поясок обеспечивает обтюрацию и направление в стволе.

Вывод

Исторически пуля и снаряд различались содержимым, калибром и типом оружия. Сегодня эти признаки ненадежны. Единственный устойчивый критерий – способ врезания в нарезы:

– пуля – оболочкой/корпусом;

– снаряд – ведущим пояском.

Это различие обусловлено технологическими и баллистическими требованиями к каждому типу боеприпасов.

3.2. Классификация пуль

Современные пули принято делить на два основных класса.

Обыкновенные (рис. 24) предназначены для поражения живой силы противника. Отличаются простой конструкцией и используются в пистолетных и винтовочных патронах [3].



Рис. 24. Обыкновенные пули:

a) безоболочечная; *б)* оболочечная со свинцовым сердечником; *в)* оболочечная со стальным сердечником

Специальные рассчитаны на борьбу с боевой техникой и обладают особым действием.

Специальные пули: градация по функционалу

В зависимости от числа реализуемых специальных эффектов такие пули классифицируют следующим образом [5].

Пули одинарного действия выполняют одну специальную задачу:

- бронебойные (пробивают броню);
- зажигательные (поджигают цели);
- трассирующие (оставляют видимый след для корректировки огня);
- разрывные или пристрелочные (взрываются при ударе или с задержкой).

Двойного действия – сочетают два эффекта:

- бронебойно-трассирующие;
- бронебойно-зажигательные;
- зажигательно-трассирующие;
- зажигательно-разрывные и др.

Тройного действия – объединяют три эффекта, например, бронебойно-зажигательно-трассирующие пули.

Обыкновенные пули: требования и разновидности

Это основной тип пуль для стрельбы из винтовок и пулеметов по живым целям. К ним предъявляют два главных требования:

- баллистически выгодная форма – обеспечивает настильную траекторию в сочетании с массой и скоростью пули;
- достаточная прочность – позволяет пробивать преграды без деформации и сохранять пробивное действие.

По конструкции различают следующие виды пуль.

Безоболочечные (сплошные) пули.

Наиболее простая конструкция. Материал должен сочетать пластичность, умеренную твердость и прочность – этим условиям частично отвечает свинец. Сегодня они применяются преимущественно в спортивном малокалиберном оружии. В боевом оружии не используются: при высоких

скоростях свинцовые пули срываются с нарезов из-за недостаточной прочности.

Оболочечные пули со свинцовым сердечником.

Состоят из мягкого свинцового сердечника и более прочной оболочки.

Преимущества:

- легко входят в нарезной канал ствола;
- хорошо заполняют нарезы;
- надежно ведутся по нарезаю без срывов.

Толщина оболочки обычно составляет $t_0 = (0,06 \div 0,08)d$, где d – калибр пули.

Оболочечные пули со стальным сердечником.

Имеют трехэлементную конструкцию: оболочка, свинцовая рубашка, стальной сердечник.

Достоинства:

- экономия свинца (заменяется сталью);
- повышенная стойкость к деформации при пробитии преград;
- даже при разрушении пули сердечник сохраняет пробивное действие.

Получили распространение со времен Второй мировой войны.

Историческая справка

В прошлом сплошные свинцовые пули использовались в боевом стрелковом оружии. Во Франции в Первую мировую войну применяли 8-миллиметровую сплошную томпаковую пулю (из сплава меди и цинка). Позже ее заменили на оболочечную как более дешевую и технологичную [7].

3.3. Материалы обыкновенных пуль

Требования к материалу оболочек

Оболочка пули выполняет критически важные функции: обеспечивает obturation (герметизацию канала ствола), врезается в нарезы для придания вращения и направляет пулю по каналу ствола. Поэтому к материалу оболочки предъявляют комплекс требований:

– *высокая пластичность* – необходима для изготовления методом штамповки (вытяжки) и надежного врезания в нарезы;

- *достаточная прочность* – предотвращает срыв пули с нарезов при выстреле;
- *низкое истирающее действие* – снижает износ ствола, повышает его живучесть;
- *хорошая антикоррозийная стойкость* – важна на этапах производства оболочек и длительного хранения патронов;
- *невысокая стоимость и недефицитность* – обеспечивает масштабное производство и доступность сырья.

Основные материалы для оболочек [5]

Мельхиор⁶.

Один из лучших материалов по сочетанию пластичности и прочности.

Недостаток: высокая стоимость – ограниченно применяется в современных патронах.

Биметалл (малоуглеродистая сталь, плакированная томпаком).

Широко распространен благодаря балансу свойств и стоимости. Толщина слоя томпака: 4–6 % от толщины стального слоя. Обеспечивает хорошую пластичность (за счет томпака) и прочность (за счет стали).

Неплакированная холоднокатаная малоуглеродистая сталь.

Более дешевый вариант по сравнению с биметаллом. Для защиты от коррозии и снижения износа ствола оболочки покрывают:

- тонким слоем меди или латуни (электролитическим или контактным способом);
- лаком.

Требования к материалу сердечников

Сердечник – внутренняя часть пули, определяющая ее массу и пробивное действие. К материалу сердечника предъявляют следующие требования:

- сочетание пластичности и твердости – необходимо для врезания в нарезы и заполнения поперечного сечения канала ствола;
- большой удельный вес – позволяет достичь заданной массы пули при минимальных размерах (длине);

⁶Сплав 78,5–80,5 % меди и 21,5–19,5 % никеля.

- хорошая обрабатываемость штамповкой – важна для массового производства;
- дешевизна и недефицитность – обеспечивает экономическую эффективность и масштабируемость.

Основные материалы для сердечников

Свинец с добавкой 1–2 % сурьмы.

Наиболее распространенный материал для сердечников оболочечных пуль. Удельный вес: 11,3–11,4 г/см³. Температура плавления: ~330 °С. Добавка сурьмы повышает твердость сплава, сохраняя достаточную пластичность.

Малоуглеродистая сталь применяется для стальных сердечников обыкновенных пуль.

Технология изготовления:

- прутковые заготовки обрабатываются резанием или шлифованием;
- проводится термическая обработка: закалка и низкотемпературный отпуск (для снижения остаточных напряжений и повышения прочности).

Твердость готового сердечника: *HRC* 64–67.

Важный фактор: высокая твердость головной части с постепенным снижением по длине к хвостовой части улучшает пробивное действие.

Чистота обработки, особенно в головной части, напрямую влияет на эффективность пробития преград.

Металлокерамические материалы изготавливаются из порошкообразной смеси методом прессования с последующим спеканием (выдержкой при высокой температуре). Сочетают высокую твердость и возможность точной формовки.

3.4. Бронебойные пули

Главная отличительная черта бронебойных пуль – бронебойный сердечник из материала высокой прочности и твердости (рис. 25). Именно он обеспечивает пробитие таких преград, как стальная броня [7].



Рис. 25. Бронебойные пули

Конструктивные схемы

Выделяют два основных типа конструкции бронебойных пуль.

Двухэлементная (двухслойная). Состоит из двух слоев: оболочки и бронебойного сердечника.

Требования к оболочке: высокая пластичность и прочность, чтобы выдерживать нагрузки при выстреле и не разрушаться при взаимодействии с нарезами. Материалы оболочки: медь, мельхиор, томпак – дорогостоящие и дефицитные сплавы.

Итог: из-за высокой стоимости и сложности производства такие пули не получили широкого распространения.

Трехэлементная включает три слоя: оболочку, свинцовую рубашку и бронебойный сердечник [3].

Роль свинцовой рубашки:

- облегчает врезание пули в нарезы (благодаря пластичности свинца);
- защищает канал ствола от интенсивного истирания.

Требования к оболочке: менее жесткие, чем у двухэлементных пуль, – можно использовать те же материалы, что и в обыкновенных оболочечных пулях (например, биметалл или неплакированную сталь с покрытием).

Итог: более экономичная и технологичная конструкция – широко применяется в современных патронах.

Факторы, влияющие на эффективность броневой боя

Эффективность пробития брони зависит от комплекса параметров.

Свойства брони:

- толщина;
- твердость и тип материала (стальная, композитная, керамическая и пр.);
- наличие дополнительных слоев (подложки, противоккумулятивные экраны).

Кинетическая энергия пули в момент встречи с броней определяется по формуле

$$E = \frac{mv^2}{2}, \quad (10)$$

где m – масса пули (кг);

v – скорость пули в момент удара (м/с).

Чем выше энергия, тем больше вероятность пробития.

Угол встречи с броней:

- оптимальный угол – близкий к 90° (перпендикулярно поверхности);
- при увеличении угла (рикошетные условия) вероятность пробития резко снижается.

Свойства металла сердечника:

- твердость (например, HRC 64–67 для стальных сердечников);
- прочность и устойчивость к деформации;
- форма и качество обработки головной части (чистота поверхности, заострение).

Конструктивные параметры сердечника (и пули в целом):

- геометрия сердечника (коническая, заостренная, с плоским торцом);
- длина и соотношение диаметров сердечника и пули;
- масса и распределение массы (баланс между пробиваемостью и стабильностью полета);
- материал сердечника (сталь, металлокерамика, карбид вольфрама и т. д.).

На сегодняшний день разработаны и серийно производятся различные

варианты бронебойных патронов 5,45×39 мм:

– 5,45 ПП (7Н10) (рис. 26) – патрон с пулей повышенной пробиваемости ПП со стальным термоупрочненным сердечником. Пуля не окрашена, фиолетовый лак герметизатора. Масса патрона – 10,8 г; масса пули – 3,6 г; масса сердечника (Ст.70⁷, Ст.75⁸) – 1,72–1,8 г; начальная скорость пули – 860–880 м/с. 7Н10 на расстоянии 100 м способен пробить 16-миллиметровую стальную плиту. На расстоянии 200 м он может пробить элементы бронежилетов, изготовленные из титановых сплавов. А на дистанции 300 м он пробивает 16-миллиметровый стальной лист марки Ст.3. Производители – ФКП АПЗ «Вымпел» (№ 7), Барнаульский патронный завод (№ 17), частное акционерное общество «Луганский патронный завод» (№ 270);



Рис. 26. Патрон 7Н10

– 5,45 БП (7Н22) (рис. 27) – патрон с бронебойной пулей БП. В пуле применен остроконечный сердечник из стали У12А⁹. Лак герметизатора красного цвета, пуля имеет носик черного цвета.

⁷Высокоуглеродистая конструкционная сталь, обладающая высокой твердостью, прочностью и износостойкостью. Состав (в %): углерод (С) – 0,65–0,74; кремний (Si) – 0,17–0,37; марганец (Mn) – 0,5–0,8; фосфор (P) – до 0,025; сера (S) – до 0,025.

⁸Марка конструкционной рессорно-пружинной стали. Состав (в %): углерод (С) – 0,72–0,8; кремний (Si) – 0,17–0,37; марганец (Mn) – 0,5–0,8; никель (Ni) – до 0,25; сера (S) – до 0,035; фосфор (P) – до 0,035; хром (Cr) – до 0,25; медь (Cu) – до 0,2.

⁹Инструментальная углеродистая сталь. «У» – сталь углеродистая инструментальная, «12» – среднее содержание углерода (около 1,2 %), «А» – высококачественная. Состав (в %): углерод

Масса пули – 3,65–3,69 г; масса сердечника 1,75 г.; начальная скорость 870–910 м/с.

Пуля пробивает бронеплиту толщиной 5 мм на дистанции 250 м. Производитель – Барнаульский патронный завод (№ 17);



Рис. 27. Патрон 7Н22

– 5,45 БС (7Н24) (рис. 28) – патрон со специальной бронебойной пулей БС. Сердечник изготовлен из сплава ВК-8¹⁰. Пуля отличительной окраски не имеет.

Масса патрона – 11,2 г; масса пули – 4,1 г; масса сердечника – 2,1 г; начальная скорость пули – 820–840 м/с.

Пуля БС обеспечивает пробитие стальной плиты толщиной 5 мм из стали марки 2П¹¹ на дальности до 350 м. Производитель – ФКП АПЗ «Вымпел» (№ 7), ОАО «Тульский патронный завод» (№ 539), Барнаульский патронный завод (№ 17);

(С) – 1,15–1,3; кремний (Si) – 0,1–0,35; марганец (Mn) – 0,15–0,4; никель (Ni) – до 0,25; сера (S) – до 0,02; фосфор (P) – до 0,025; хром (Cr) – до 0,2; медь (Cu) – до 0,25; мышьяк (As) – до 0,08.

¹⁰Твердоспеченный сплав вольфрамовой группы. ВК8 состоит на 92 % из карбида вольфрама и на 8 % из кобальтового связующего.

¹¹Марка броневой стали. Состав (в %): кремний (Si) – 1,2–1,7; марганец (Mn) – 1,2–1,7; никель (Ni) – до 0,5; хром (Cr) – до 0,3; углерод (C) – 0,23–0,29; молибден (Mo) – 0,15–0,25; сера (S) – до 0,035; фосфор (P) – до 0,035.



Рис. 28. Патрон 7Н24

– 5,45 БТ (7БТ4) (рис. 29) – патрон с бронебойно-трассирующей пулей. В патроне используется стальной термоупрочненный сердечник. Носик пули окрашен в зеленый цвет.



Рис. 29. Патрон 7БТ4

Масса патрона – 10,15 г; масса пули – 3,02 г; начальная скорость – 870–895 м/с. 80 % пуль обеспечивают пробитие стального листа Ст.3КП¹²

¹²Конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Состав (в %): углерод (С) – 0,14–0,22; кремний (Si) – до 0,05; марганец (Mn) – 0,3–0,6.

толщиной 8 мм на дальности 200 м или бронеплиты толщиной 5 мм из стали 2П на дальности 70 м. Производители – Ульяновский машиностроительный завод (№ 3) и ОАО «Тульский патронный завод» (№ 539).

Таким образом, бронебойные пули – специализированный тип боеприпасов, рассчитанный на поражение защищенных целей. Их эффективность определяется как конструктивными особенностями (двух- или трехэлементная схема), так и физическими параметрами (энергия, угол встречи, свойства материалов). Наиболее распространенный вариант – трехэлементная пуля со свинцовой рубашкой, сочетающая достаточную пробиваемость и экономическую целесообразность.

3.5. Трассирующие пули

Трассирующие пули – боеприпасы, оставляющие в полете хорошо видимый огненный след (трассу).

Основные задачи:

- корректировка огня (в том числе по быстро движущимся воздушным целям);
- целеуказание и сигнализация;
- учебные цели: наглядная демонстрация траектории полета, снопа траекторий, рикошета и т. д.

Принцип действия:

- при выстреле пороховые газы воспламеняют воспламенительный состав в хвостовой части пули;
- через 50–100 м от дульного среза трассер выходит на полную яркость;
- в полете горит с образованием светящейся трассы определенной окраски.

Практика применения:

- стрельба ведется вперемешку с пулями основного назначения (обычно через 4–5 патронов);
- широко использовались в период Второй мировой войны (в том числе для пистолетов-пулеметов).

Требования к трассирующим пулям

Безотказность загорания: воспламенение от теплового импульса пороховых газов.

Идентичность траектории с основной пулей данного патрона (по дальности, времени полета, баллистике).

Достаточная видимость трассы: днем и ночью, на всем периоде действия трассера.

Компактность конструкции: медленное и равномерное горение состава (малый расход на единицу времени).

Безопасность и экономичность: стойкость при хранении, доступность материалов, низкая стоимость производства.

Устройство трассирующей пули

Типичная конструкция (рис. 30) включает:

- *оболочку* – внешнюю часть пули;
- *свинцовый сердечник* – в головной части, обеспечивает массу и баллистику;
- *трассирующее устройство* (трассер) – стаканчик с пиротехническими составами;
- *кольцо с концентрическим отверстием* – для выхода продуктов горения трассирующего состава.

Крепление элементов: загиб краев хвостовой части оболочки.

Особенности конструкции:

- длинная ведущая часть пули;
- отсутствие свинцовой рубашки между стаканчиком и оболочкой – повышенный износ канала ствола при интенсивной стрельбе.



Рис. 30. Трассирующие пули

Состав трассирующей смеси

Используются два основных состава:

- *воспламенительный* (вспомогательный) – инициирует горение трассера;
- *трассирующий* (основной) – создает видимую трассу.

Требования к трассирующему составу:

- хорошая воспламеняемость (от пороховых газов или воспламенительного состава);
- высокая сила света при низкой скорости горения;
- хорошая прессуемость в стакане трассера;
- отсутствие взрывчатых свойств;
- малый удельный вес;
- дешевизна и доступность компонентов [5].

Компоненты трассирующего состава. Горючие вещества: алюминий, магний и их сплавы (выделяют много световой энергии при горении).

Окислители (богаты кислородом, отдают его при высоких температурах):

- перекиси и оксиды бария, кальция, стронция;
- хлораты и перхлораты бария, калия, натрия;
- нитраты бария, калия, натрия, стронция.

Цементаторы (склеивающие вещества): идитол¹³, шеллак¹⁴, канифоль (также горючи).

Флегматизаторы (снижают скорость горения и чувствительность к механическим воздействиям): касторовое масло, парафин, вазелин.

Окраска трассы

Цвет пламени зависит от рецептуры состава:

- светло-зеленый – соли бария с любым горючим;
- красный – соли стронция;
- желтый – соли натрия.

Предпочтительный цвет: красный – хорошо виден ночью и в яркую солнечную погоду днем.

Недостатки трассирующих пуль

Сниженная кучность по сравнению с обычными пулями (из-за изменения массы в полете при сгорании трассера).

Низкая пробивная способность (конструктивные особенности ограничивают бронебойные свойства).

Повышенный износ ствола (из-за длинной ведущей части и отсутствия свинцовой рубашки).

Маркировка

СССР/Россия/СНГ: зеленый лак на вершинке пули.

НАТО: непрозрачная красная или оранжевая краска на вершинке.

Разработаны и серийно производятся различные варианты трассирующих патронов 7,62×54 мм:

1) 7,62-миллиметровый винтовочный патрон с трассирующей пулей Т-46 (7Т2) (рис. 31) имеет медленногорящий трассирующий состав. Головная часть пули окрашена в зеленый цвет. Масса патрона – 22 г; масса пули – 9,6 г; начальная скорость – 790–805 м/с;

¹³Феноло-формальдегидная смола, продукт поликонденсации фенола с формальдегидом. Это желтоватое полупрозрачное стеклоподобное вещество. В пиротехнике используется как связующее для пиротехнических составов.

¹⁴Природная смола, которая используется в пиротехнике как горючее вещество. Это вещество получают из выделений насекомых-червецов, паразитирующих на некоторых тропических и субтропических деревьях в Индии и странах Юго-Восточной Азии. Ииспользуется как связующий компонент в цветопламенных фейерверочных составах, особенно синих.



Рис. 31. Патрон 7Т2

2) 7,62-миллиметровый винтовочный патрон с модернизированной трассирующей пулей Т-46М (7Т2М) (рис. 32) имеет новый трассер, возгорание которого происходит на удалении 50–120 м от дульного среза оружия. Этим обеспечивается лучшая маскировка огневой позиции и снижение времени засветки ночного прицела с электронно-оптическим преобразователем. Головная часть пули окрашена в зеленый цвет. Масса патрона – 22,3 г; масса пули – 9,4 г; начальная скорость – 790–805 м/с;



Рис. 32. Патрон 7Т2М

3) 7,62-миллиметровый винтовочный патрон с бронебойно-трассирующей пулей БТ (7БТ1) (рис. 33) был разработан в ЦНИИТОЧМАШ совместно с конструкторами Новосибирского патронного завода на замену патронов с трассирующими пулями Т-46 и Т-46М. Воспламенение трассера в пуле патрона 7,62 БТ, как и у патрона 7,62 Т-46М, происходит в 50–120 м от дульного среза ствола. В качестве маркировки патрона 7,62 БТ сохранена окраска головной части пули в зеленый цвет. Масса патрона – 21,6 г; масса пули – 9,2 г; начальная скорость – 820–835 м/с.

Таким образом, трассирующие пули – это эффективный инструмент управления огнем, сочетающий простоту конструкции, наглядность и функциональность. Несмотря на ограничения по кучности и пробитию, их роль в боевой и учебной стрельбе остается незаменимой.



Рис. 33. Патрон 7БТ1

3.6. Зажигательные пули

Зажигательные пули предназначены для воспламенения легковоспламеняющихся целей:

- емкостей с горючим (бензин, дизельное топливо);
- сухой растительности (сено, солома, трава);

- элементов боевой техники с запасом горючих материалов.

Возникающий пожар ведет к значительной или полной потере боеспособности техники и разрушению материальной части.

Основные требования

К зажигательным пулям предъявляются следующие требования:

- необходимый зажигательный эффект на максимально возможной дальности стрельбы;
- безопасность при хранении, обращении и выстреле;
- надежность срабатывания.

Типы зажигательных пуль

Выделяют два основных типа.

С непрерывным горением зажигательного состава на траектории (рис. 34), которые:

- начинают гореть сразу после вылета из ствола;
- обычно снаряжаются белым фосфором;
- в оболочке имеется отверстие, запаянное легкоплавким сплавом ($t_{пл} \sim 44 \text{ }^\circ\text{C}$);
- при выстреле сплав плавится, открывая доступ воздуха к фосфору [5].

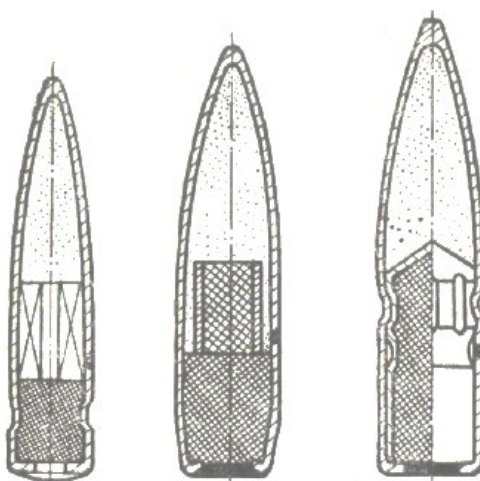


Рис. 34. Зажигательные пули с горением зажигательного состава на траектории

С зажигательным действием после удара в преграду, в которых:

- фосфор находится под оболочкой и не контактирует с воздухом в полете;
- воспламенение происходит только при ударе;
- эффективность не зависит от дистанции стрельбы.

Устройство и принцип работы пуль с горением на траектории (см. рис. 34)

Ключевые элементы конструкции:

- металлическая оболочка;
- белый фосфор в качестве зажигательного состава;
- легкоплавкий сплав, закрывающий отверстие в оболочке;
- свободный (или закрепленный) цилиндрок с продольными фасками/канавками.

Принцип действия

При выстреле сплав плавится, отверстие открывается, фосфор вступает в контакт с воздухом и загорается.

В полете пуля теряет скорость из-за сопротивления воздуха, а цилиндрок – нет. Это создает давление на фосфор, выжимая его наружу.

При ударе о преграду цилиндрок по инерции перемещается вперед, резко усиливая выход фосфора и разрушая головную часть оболочки.

Дальность действия

Для калибра 7–8 мм – до 600 м.

Для калибра 12,7 мм – до 1 200 м.

Ограничение связано с выгоранием фосфора в полете.

Особенности пуль с зажиганием после удара

Фосфор изолирован от атмосферы до момента удара.

Срабатывание гарантированно происходит при контакте с преградой.

Эффективность поражения цели выше, так как весь зажигательный состав используется для воспламенения. На рис. 35, 36 показано устройство таких зажигательных пуль.

Современное применение и ограничения

В чистом виде зажигательные пули сегодня практически не используются. Чаще применяются комбинированные варианты: бронебойно-зажигательные (БЗ, БЗТ), пристрелочно-зажигательные (ПЗ).

Согласно международным конвенциям, запрещено использование зажигательных пуль против живой силы противника.

Основное применение – борьба с легкобронированной техникой, воздушными целями (аэростаты, самолеты), объектами с запасами горючего.

Маркировка

Зажигательные пули часто маркируются красным лаком на носике для визуального отличия.

7,62-миллиметровый винтовочный патрон с пристрелочно-зажигательной пулей (73П2) (см. рис. 35) предназначен для пристрелки целей по дальности и направлению, а также для поражения небронированной техники. Он также может использоваться для зажигания легковоспламеняющихся материалов.



Рис. 35. Патрон 73П2

Головная часть пули патрона окрашивается в красный цвет. Масса патрона – 22,3 г; масса пули – 10 г; начальная скорость пули – 800–815 м/с.

Патрон с зажигательной пулей мгновенного действия 12,7 МДЗ (7-3-2) (см. рис. 36) предназначен для поражения низколетящих воздушных целей из зенитных пулеметных установок. Он также может использоваться для создания очагов пожаров.



Рис. 36. Патрон МДЗ

При попадании пули в преграду срабатывает взрыватель ударно-пневматического действия, который инициирует заряд ВВ. При этом обеспечивается пробитие листов дюралю толщиной 2–3 мм с образованием отверстия диаметром 30–40 см и воспламенение керосина или бензина в топливных баках самолетов или вертолетов.

Окраска пули красная до места обжима гильзой. Масса патрона – 127 г; масса пули – 43 г; начальная скорость пули – 828 м/с.

Применение зажигательных пуль ограничено рядом принципиальных недостатков.

Слабая пробивная способность. Тонкая оболочка и наличие легкоплавкого сплава снижают механическую прочность пули: она легко деформируется при встрече с преградой, не обеспечивая надежного проникновения.

Недостаточная эффективность зажигательного действия. Белый фосфор выгорает на траектории (особенно у пуль малых калибров), что сокращает дальность эффективного применения и снижает вероятность надежного воспламенения цели.

Технологические трудности. Работа с белым фосфором требует особых условий:

- герметизации состава для предотвращения самовоспламенения;
- использования легкоплавких сплавов с точной температурой плавления;
- контроля за стабильностью свойств при хранении и транспортировке.

Современные решения: комбинированные пули

Для преодоления недостатков разработаны пули, сочетающие зажигательное действие с другими поражающими эффектами.

Бронебойно-зажигательные (БЗ, БЗТ):

- имеют твердый сердечник (сталь, вольфрам) для пробития брони;
- за сердечником размещается зажигательный состав (фосфор, термит и др.);
- после пробития преграды зажигательный состав воспламеняется и поражает внутренние объемы техники.

Пристрелочно-зажигательные (ПЗ):

- сочетают зажигательный эффект с видимой траекторией полета (трассирование);
- используются для корректировки огня по легковоспламеняющимся целям.

Зажигательно-разрывные:

- содержат малый заряд взрывчатого вещества и зажигательный состав;

– при ударе происходит разрыв оболочки и разброс горящих фрагментов.

Требования к воспламенительным составам

Воспламенительные составы – это специальные смеси, инициирующие горение трассирующего или зажигательного состава. К ним предъявляются строгие требования:

– *хорошая воспламеняемость от пороховых газов* – должны надежно загораться при прохождении пули по каналу ствола (температура и давление пороховых газов – ключевые факторы);

– *достаточно высокая температура горения* необходима для надежного поджига трассирующего состава;

– *высокая механическая прочность в запрессованном виде* – не должны разрушаться при тряске, транспортировке и выстреле;

– *негигроскопичность* – не должны поглощать влагу из воздуха, чтобы сохранять стабильность свойств;

– *отсутствие вредного влияния на канал ствола* – продукты горения не должны вызывать коррозию или эрозию ствола;

– *отсутствие свечения при горении* (по возможности) – для маскировки позиции стрелка при стрельбе;

– *невысокая скорость горения*, чтобы воспламенительный состав горел достаточно долго для поджига основного состава, но не слишком быстро, чтобы не израсходоваться до выхода пули из ствола [7].

Состав и подбор воспламенительных смесей

Основа: как правило, те же компоненты, что и в трассирующих составах:

– окислители (нитраты бария, калия, перхлораты);

– горючие металлы (магний, алюминий, цирконий);

– связующие (смолы, полимеры).

Подбор: для каждого трассирующего состава разрабатывается свой воспламенительный состав, чтобы обеспечить:

– надежное срабатывание при заданных условиях;

– совместимость по температуре и скорости горения;

- стабильность при хранении и эксплуатации.

Итог: современные зажигательные боеприпасы – это сложные комбинированные системы, где зажигательный эффект дополняется бронбойным, разрывным или трассирующим действием. Это позволяет:

- повысить пробивную способность;
- увеличить дальность эффективного применения;
- обеспечить надежность срабатывания;
- снизить технологические и эксплуатационные риски.

3.7. Пули комбинированного действия

Пули комбинированного действия имеют в своем устройстве элементы рассмотренных ранее специальных пуль и сочетают соответствующие им виды специального действия.

Бронбойно-зажигательные пули сочетают бронепробивное действие с зажигательным. Они являются эффективным средством для поражения легковоспламеняющихся веществ, закрытых броней (бензобаки боевых машин).

Патрон с бронбойно-зажигательной пулей 12,7×108 Б-32 (57-БЗ-542 и 7-БЗ-2) (рис. 37).



Рис. 37. Патрон Б-32

Назначение: поражение легкобронированных целей, живых целей, огневых средств за легкими укрытиями, низколетящих самолетов и вертолетов (дальность – до 1 500 м).

Конструкция:

- сердечник: из высокопрочной термообработанной стали (обеспечивает пробитие брони);
- зажигательный состав: пиротехнический, расположен в головной части пули перед сердечником.

Характеристики:

- пробивает 20-миллиметровую броню на дистанции 100 м;
- воспламеняет топливо (бензин, авиационный керосин) после пробития легкой бронезащиты;
- масса патрона: 133,5 г;
- масса пули: 48,2 г;
- начальная скорость пули: 818 м/с.

Окраска: черная головная часть с красным пояском.

Патрон с бронебойно-зажигательной пулей 12,7 БС (7-БЗ-1) (рис. 38).



Рис. 38. Патрон БС

Назначение: аналогичное Б-32, но с улучшенной бронепробиваемостью; эффективен против БТР М-113 (дистанция 700–800 м).

Конструкция:

– сердечник: металлокерамический (обеспечивает повышенную пробиваемость);

– зажигательный состав: расположен в головной части перед сердечником и в стаканчике позади него.

Характеристики:

– пробивает 20-миллиметровую броню под углом 20° от нормали на дистанции 750 м;

– масса патрона: 141 г;

– масса пули: 55,4 г;

– начальная скорость пули: 818 м/с.

Окраска: красная до места обжима пули гильзой, головная часть – черная.

Патроны с бронебойно-зажигательно-трассирующими пулями БЗТ-44 (57-БЗТ-542) и БЗТ-44М (57-БЗТ-542М) (рис. 39).



Рис. 39. Патрон БЗТ-44

Назначение:

- поражение легкобронированной техники, транспортных средств, групповых живых целей;
- корректировка стрельбы и целеуказание;
- создание пожаров.

Конструкция:

- остроконечный сердечник: из термоупрочненной инструментальной стали;
- зажигательный состав: в головной части перед сердечником;
- трассер: запрессован в стаканчик, расположен позади сердечника.

Особенности БЗТ-44М: возгорание трассера на удалении 50–120 м от дульного среза ствола (снижает засветку ночных прицелов, не ослепляет стрелка).

Характеристики:

- пробивает 15-миллиметровую броню на дистанции 100 м;
- воспламеняет топливо за броней;
- масса патрона: 128 г;
- масса пули: 44 г;
- начальная скорость пули: 818 м/с.

Окраска: фиолетовая головная часть с красным пояском.

Ключевые отличия

Б-32: базовый бронебойно-зажигательный патрон со стальным сердечником.

БС: улучшенная бронепробиваемость за счет металлокерамического сердечника, усиленное зажигательное действие.

БЗТ-44 / БЗТ-44М: комбинированное действие (бронебойное + зажигательное + трассирующее), полезно для корректировки огня.

Зажигательные вещества

Пиротехнический состав: срабатывает от динамического сжатия при ударе (основной вариант).

Фосфор: реже применяется, воспламеняется при разрушении оболочки и контакте с кислородом (например, в пуле БЗФ-46).

Итог: комбинированные пули объединяют несколько эффектов (бронепробитие, зажигание, трассировка) для повышения эффективности поражения целей. Выбор типа патрона зависит от задачи: пробитие брони, воспламенение топлива или корректировка огня.

3.8. Некоторые патроны зарубежного производства

Патроны 12,7×99 мм (12,7×99 mm NATO, .50 BMG) – зарубежные аналоги (рис. 40)



Рис. 40. Патроны 12,7×108 мм (слева) и 12,7×99 мм (справа)

1. Общая информация

Разработка: США, 1920-е гг. (для пулемета Browning M1921).

Стандартизация: после Второй мировой войны – стандарт НАТО (STANAG 4383).

Применение:

- крупнокалиберные пулеметы (M2 Browning);
- антиматериальные снайперские винтовки (Barrett M82/M107 и др.);
- борьба с легкобронированными целями, огневыми точками, низколетящими самолетами/вертолетами;
- снайперская стрельба на большие дистанции.

2. Основные варианты патронов .50 BMG

а) Обычные (ball) патроны:

- M1 (M1 Ball Cartridge): пуля с конической донной частью, томпаковая оболочка, сердечник из мягкой стали, свинцовая рубашка, каннелюра с насечками. Масса – 48,8 г;
- M2 (Cartridge, Ball, Cal. .50, M2): схожий с M1, но с унифицированным сердечником. Масса – 46 г;
- M33: облегченная версия M2 (масса – 42,8 г, начальная скорость – 887 м/с);
- Mk 323 Mod 0: полимерная гильза (разработка Naval Surface Warfare Center Crane Division), совместимость с M2HB/M2A1 и GAU-21/A;
- M1022: снайперский патрон с оливковой окраской пули, для стрельбы на дальние дистанции (сохраняет сверхзвуковую скорость на дистанциях 1500–1600 м);

б) бронебойные (AP):

- AP M2 (Cartridge, Armor-Piercing, Cal. .50, M2): закаленная хромо-вольфрамовая сталь WD 74100, свинцовая рубашка, черная вершинка пули. Масса – 46,5 г, начальная скорость – 884 м/с;
- AP M2 (Alternate): сердечник из марганцево-молибденовой стали FXS-318 (менее дефицитный материал);
- Mk 263 Mod 2: черная вершинка, закаленный стальной сердечник (применяется почти во всем .50-калиберном оружии, кроме M85);

в) бронебойно-разрывные. Raufoss Mk 211, MOD 0 (.50 HEIAP):

- латунная оболочка;
- вольфрамовый сердечник;

- циркониевая рубашка;
- заряд взрывчатого вещества в головной части;
- зажигательный состав;
- зеленая вершинка с белой полосой;
- масса – 43,5 г;

г) патроны с подкалиберным сердечником (SLAP).

M903 (Saboted Light Armor Penetrator):

- полимерный поддон желтого цвета;
- подкалиберный вольфрамовый сердечник (7,62 мм);
- пробивает 20-миллиметровую броню на 1 500 м.

M962 (Saboted Light Armor Penetrator-Tracer):

- аналогичен M903, но с трассирующим составом;
- полимерный поддон красного цвета;

д) трассирующие (tracer).

– M1 Tracer: красная трасса до 1 800 м, прямая донная часть, свинцовый сердечник, красная вершинка, масса – 43,7 г;

– M1 Tracer (Alternate): биметаллическая оболочка (экономия материалов);

– M21 (Tracer, Headlight, Cal. .50, M21): ярко-красная трасса (до 503 м), красная вершинка, масса – 43 г (в 3 раза ярче M1 Tracer);

– NATO Tracer (эквивалент M17): видимость трассы до 1 500 м днем и ночью;

е) зажигательные (incendiary). M1 (Alternate, Cartridge, Incendiary, Cal. .50, M1):

- прямая донная часть;
- томпаковая оболочка;
- стальной сердечник;
- зажигательный состав;
- свинцовая пробка в донной части;
- голубая вершинка;
- масса – 41,7 г;

M23 (Cartridge, Incendiary, Cal. .50, M23):

- металлическая стаканчик;
- зажигательный состав;

- темно-синяя и голубая окраска вершинки;
- масса – 32,4 г;
- ж) бронебойно-зажигательные (API). M8 (Cartridge, Armor-Piercing-Incendiary, Cal. .50, M8):
 - основана на конструкции советской пули Б-32;
 - закаленная хромовольфрамовая сталь WD 74100;
 - две каннелюры¹⁵ (для фиксации и идентификации);
 - серебристая вершинка;
 - масса – 42,9 г;
- з) бронебойно-зажигательно-трассирующие (API-T). M20 (Cartridge, Armor-Piercing-Incendiary-Tracer, Cal. .50, M20):
 - две каннелюры;
 - серебристо-красная вершинка;
- и) практические и учебные:
 - Blank: холостой патрон для тренировок (используется с устройством для стрельбы холостыми);
 - Reduced Range: уменьшенная дальность полета пули (например, пули RUAG Short Range – дальность до 3,5 км).

3. Особенности

Разнообразие сердечников: мягкие стальные, закаленные, вольфрамовые, композитные.

Трассирующие составы: обеспечивают видимость трассы днем и ночью.

Зажигательные составы: эффективны против легковоспламеняемых целей (бензобаки, покрышки и т. д.).

Подкалиберные пули (SLAP): повышенная бронепробиваемость за счет высокой скорости малого сердечника.

Управляемые пули (EXACTO): экспериментальные разработки с коррекцией траектории (не вошли в массовое производство из-за высокой стоимости и сложности).

¹⁵Поперечная канавка на пуле, может быть запрессована или отлита вместе с пулей. Каннелюра может быть прямоугольной, треугольной или иметь насечки.

4. Характеристики

Калибр: 12,7×99 мм.

Начальная скорость: 765–928 м/с.

Энергия пули: 15 530–20 257 Дж (для сравнения: .308 Win – около 3 500 Дж).

Дистанция прямого выстрела: около 300 м.

Эффективная дальность: 1 500–2 000 м (пуля сохраняет энергию около 2000 Дж на больших дистанциях).

5. Применение в разных странах

США: более 25 вариантов снаряжения, включая снайперские, бронебойно-разрывные, практические патроны (рис. 41).

Страны НАТО: стандартизованы по STANAG 4383, используются в пулеметах и снайперских винтовках.

Другие страны: широко применяются за пределами НАТО благодаря универсальности и эффективности.

Итог: патрон 12,7×99 мм (.50 BMG) – один из самых универсальных и мощных крупнокалиберных патронов в мире, с широким спектром модификаций для различных боевых задач.



Рис. 41. Патроны 12,7×99 мм

3.9. Пример пуль российского производства

1. Пуля к патрону 12,7 × 108 Б-32 (57-БЗ-542) (рис. 42).

Назначение:

- поражение легкобронированных целей (БТР, бронев автомобили);
- уничтожение живой силы за легкими укрытиями;
- борьба с низколетящими воздушными целями (вертолеты, БПЛА) на дальности до 1 500 м.

Конструкция:

- сердечник: из высокопрочной термообработанной стали (обеспечивает пробитие брони);
- зажигательный состав: пиротехнический, расположен в головной части пули перед сердечником (воспламеняется при ударе);
- оболочка: томпаковая или биметаллическая.

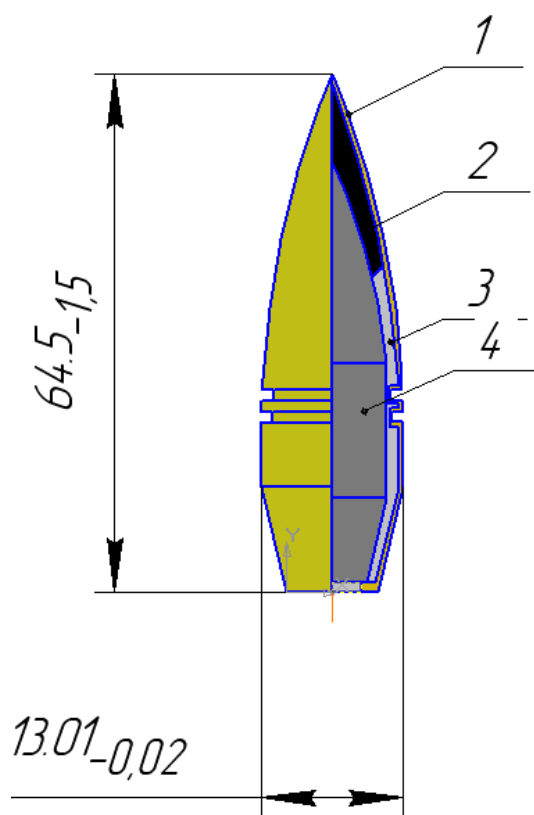


Рис. 42. Штатная пуля Б-32

Тактико-технические характеристики:

- масса патрона: 133,5 г;
- масса пули: 48,2 г;
- начальная скорость: 818 м/с;
- пробитие: 20 мм брони на 100 м (вертикальная плита, вероятность пробития $\geq 90\%$);
- воспламенение топлива: бензин, авиационный керосин – после пробития легкой бронезащиты.

Маркировка:

- головная часть пули – черная;
- поясок – красный (сигнализирует о зажигательном действии).

Кучность стрельбы:

- на 100 м: $r_{50} = 6,0$ см (радиус круга, вмещающего 50 % попаданий);
- на 300 м: $r_{50} = 18,0$ см.

2. Патрон 12,7 ПС (7Н34) (рис. 43).

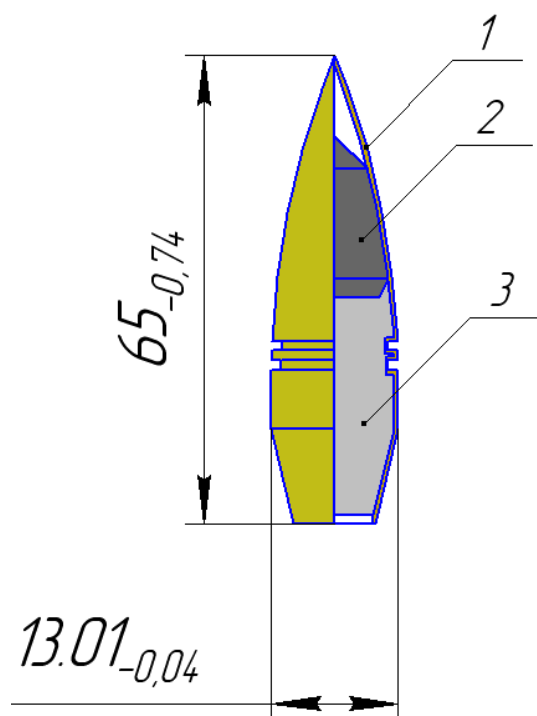


Рис. 43. Снайперская пуля 7Н34

Назначение:

- поражение небронированных и легкобронированных целей;
- уничтожение живой силы в средствах индивидуальной бронезащиты (СИБЗ);
- стрельба по технике и укрытиям на дистанции до 1 500 м.

Разработчик и принятие на вооружение:

- разработан в ЦНИИТОЧМАШ при участии Новосибирского и Ульяновского патронных заводов;
- принят на вооружение в 2012 г. [13].

Оружие: исключительно для крупнокалиберных снайперских винтовок АСВК и АСВКМ (не совместим без поправок с пулеметными патронами).

Конструкция:

- составной сердечник:
- передняя часть – заостренный стальной сердечник из высокопрочной термоупрочненной стали (обеспечивает пробитие);
- задняя часть – свинцовый сердечник (выполняет роль рубашки, обеспечивает массу и стабильность полета);
- оболочка: томпаковая или биметаллическая, без цветовой маркировки (отличие от Б-32).

Тактико-технические характеристики:

- масса патрона: 144,2 г;
- масса пули: 59 г;
- начальная скорость (из баллистического ствола): 710–785 м/с (зависит от партии и условий стрельбы);
- пробитие: 10 мм брони на 800 м (вертикальная плита, вероятность пробития $\geq 80\%$).

Кучность стрельбы:

- на 100 м: $R_{100} = 2,9$ см (радиус круга, вмещающего 100 % попаданий);
- на 300 м: $R_{100} = 8,5$ см.

Ключевые различия Б-32 и 7Н34

Назначение:

- Б-32 – универсальность (бронепробитие и зажигание);
- 7Н34 – снайперская точность и умеренное бронепробитие.

Баллистика:

- Б-32: оптимизирован для пулеметов (высокая скорость, умеренная кучность);
- 7Н34: оптимизирован для снайперских винтовок (пониженная скорость, высокая кучность).

Сердечник:

- Б-32: монолитный стальной;
- 7Н34: составной (сталь и свинец).

Маркировка:

- Б-32: черная головка с красным пояском;
- 7Н34: без окраски (чисто снайперский патрон).

Эффективность на дистанции:

- Б-32: лучше на коротких дистанциях (до 300 м) за счет энергии и зажигания;
- 7Н34: лучше на дальних дистанциях (800–1 500 м) за счет кучности и пробития.

Вывод

Б-32 – классический бронебойно-зажигательный патрон для пулеметов, сочетающий пробитие и зажигание.

7НЗ4 – современный снайперский патрон, где приоритет отдан кучности и точности, а не максимальному бронепробитию.

Оба патрона дополняют друг друга в системе вооружения: Б-32 – для огневой поддержки, 7НЗ4 – для высокоточной стрельбы.

3.10. Пули повышенной точности: русские и зарубежные образцы

1. Российский патрон 12,7×55 мм СЦ-130 (СЦ-130 ПТ) (рис. 44).

Разработчик: ЦКИБ СОО (Центральное конструкторско-исследовательское бюро спортивного и охотничьего оружия).

Назначение:

- бесшумное и беспламенное поражение защищенных целей (в том числе живой силы в тяжелых бронезилетах);
- стрельба на дальности до 600 м (оптимально – 300–500 м).



Рис. 44. 12,7×55 мм СЦ-130

Ключевые особенности:

- дозвуковая скорость (обеспечивает бесшумность при использовании глушителя);
- утяжеленные пули (масса 50–76 г против ~50 г у стандартных 12,7-миллиметровых пуль);
- короткая гильза (55 мм против 108 мм у 12,7×108 мм);
- полная длина патрона – 97,3 мм (против 147,5 мм у 12,7×108 мм);
- сниженная масса оружия (в 2,5–3 раза легче винтовок под 12,7×108 мм или 12,7×99 мм НАТО).

Конструкция пули (СЦ-130 ПТ) (рис. 45):

- однокомпонентная (цельная, без сердечника и рубашки);
- материал – бронза или медный сплав (обеспечивает стабильность формы и высокую кучность);
- форма – оптимизирована для дозвукового полета (минимальное сопротивление, устойчивость).

Тактико-технические характеристики:

- калибр: 12,7 мм;
- длина патрона: 97,3 мм;
- масса пули: 50–76 г;
- начальная скорость: дозвуковая (~300–330 м/с);
- эффективная дальность: до 600 м (с глушителем).

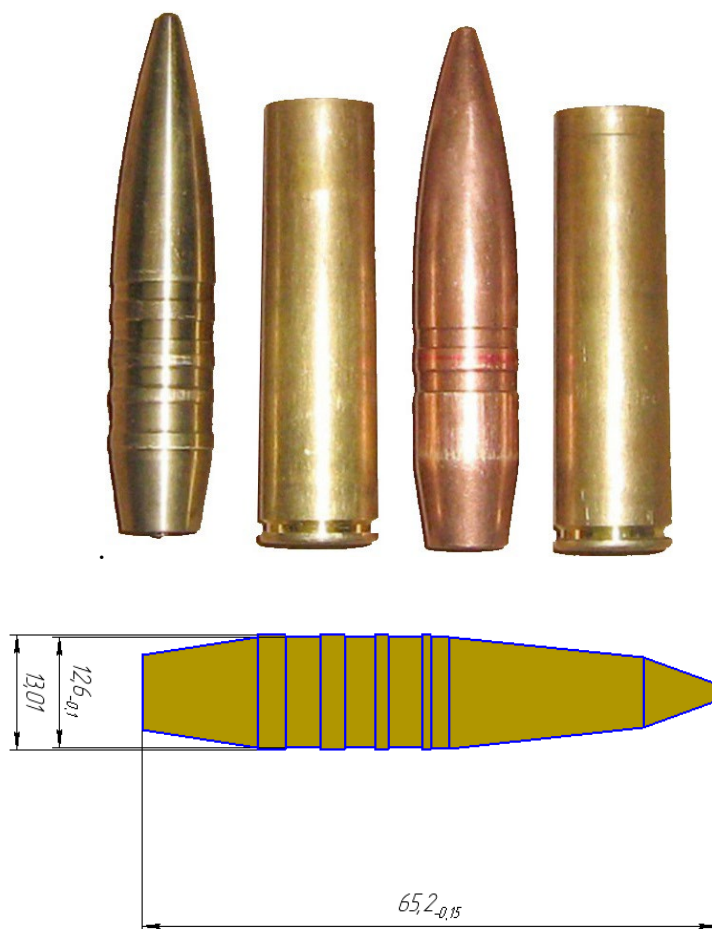


Рис. 45. Снайперская однокомпонентная пуля СЦ-130 ПТ

Преимущества:

- низкая заметность (бесшумность, отсутствие пламени);
- высокая кучность на средних дистанциях;
- компактность и легкость системы «оружие + патрон».

Недостатки:

- ограниченная дальность (из-за дозвуковой скорости);
- сниженная бронепробиваемость по сравнению с сверхзвуковыми патронами.

2. Зарубежные высокоточные снайперские пули:

а) дозвуковые пули для бесшумной стрельбы (рис. 46, поз. 1).



Рис. 46. Современные высокоточные снайперские патроны зарубежного производства:

1 – дозвуковая пуля (для бесшумной стрельбы с глушителем); 2, 3 – однокомпонентная пуля из медного сплава; 4 – пуля производства SFM

Особенности:

- масса увеличена (для сохранения энергии при дозвуковой скорости);

- форма оптимизирована для минимального сопротивления и стабильности;
- используются с глушителями (подавление звука и пламени).

Примеры:

- .338 Lapua Magnum Subsonic (Финляндия);
- .408 CheyTac Subsonic (США);
- 12,7×99 мм М1022 (США, оливковая окраска пули).

Тактико-технические характеристики (типовые):

- масса: 25–50 г (в зависимости от калибра);
- скорость: ~280–330 м/с;
- дальность: 300–800 м (в зависимости от калибра и оружия);
- б) однокомпонентные пули из медного сплава (рис. 46, поз. 2, 3)

Преимущества:

- отсутствие сердечника – нет разделения масс, выше стабильность;
- монолитная конструкция – меньше деформаций при прохождении ствола;
- высокая кучность ($R_{100} < 1 \text{ MOA}^{16}$ на 100 м).

Примеры:

- Barnes TSX (США) – медь, экспансивная полость;
- Berger Hybrid Target (США) – медный сплав, гибридная форма;
- Lapua Scenar (Финляндия) – медь, баллистический наконечник.

Тактико-технические характеристики (типовые для 12,7 мм):

- масса: 48–55 г;
- скорость: 850–900 м/с (сверхзвук);
- кучность: $R_{100} \leq 2,5$ см на 100 м;

¹⁶ MOA (англ. Minute of Angle – «угловая минута») – угловая единица измерения, равная 1/60 градуса. На дистанции 100 м угол в 1 MOA соответствует линейному размеру $\approx 2,9089$ см (грубо – 3 см).

в) бронебойные двухкомпонентные пули (рис. 46, поз. 4 – SFM PPI).
Разработчик: SFM (Франция).

Конструкция:

- двухкомпонентная (стальной сердечник и медная оболочка);
- остроконечная форма (высокий баллистический коэффициент);
- термоупрочненный сердечник (пробитие брони).

Тактико-технические характеристики:

- калибр: 12,7 мм;
- пробитие: $\geq 12,5$ мм стали на 1 200 м;
- кучность: $\sim 1,5$ –2 МОА на 1 000 м (для своего времени).

Применение:

- антиматериальные винтовки (поражение техники, РЛС, складов);
- снайперская стрельба по защищенным целям.

Вывод

СЦ-130 ПТ – специализированный патрон для скрытного поражения защищенных целей на средних дистанциях. Ключевое преимущество – бесшумность и компактность (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение характеристик высокоточных снайперских патронов

Параметр	СЦ-130 ПТ (РФ)	<i>SFM PPI</i> (Франция)	Barnes <i>TSX</i> (США)
Калибр	12,7×55 мм	12,7 мм	12,7 мм
Тип пули	Однокомпонентная (бронза)	Двухкомпонентная (сталь и медь)	Однокомпонентная (медь)
Скорость	Дозвуковая (~ 300 м/с)	Сверхзвуковая (~ 850 м/с)	Сверхзвуковая (~ 900 м/с)
Масса пули	50–76 г	~ 46 г	48–52 г
Дальность	До 600 м	До 1 500 м	До 2 000 м
Пробитие	Умеренное	$\geq 12,5$ мм стали на 1 200 м	Низкое (экспансивное действие)
Кучность	Высокая на 100–500 м	Средняя на 1 000 м	Высокая на 100–1 000 м

SFM PPI – ранний пример бронебойной снайперской пули с балансом пробития и кучности.

Однокомпонентные медные пули (Barnes, Berger, Lapua) – стандарт высокоточной стрельбы: максимальная кучность, стабильность, предсказуемая баллистика.

Тенденции:

- рост доли монокристаллических пуль (медь, бронза) для снайперской стрельбы;
- развитие дозвуковых патронов для спецопераций;
- увеличение бронепробиваемости при сохранении кучности (гибридные конструкции).

4. ДЕЙСТВИЕ ПУЛЬ ПО ЦЕЛЯМ

4.1. Общие понятия о действии пуль по целям

Действие пули по цели – эффект, производимый пулей при попадании в цель (преграду) на заданной дальности. Ключевые виды действия перечислены ниже.

Убойное действие:

- определяет вероятность причинения смерти при попадании в живую цель;
- напрямую зависит от кинетической энергии пули (10);
- критично для оружия, поражающего живую силу (автоматы, пулеметы).

Останавливающее действие:

- способность быстро лишить цель способности к сопротивлению (не всегда ведет к летальному исходу);
- особенно важно для короткоствольного оружия (пистолеты, револьверы) на дистанциях до 50 м;
- максимально у тупоконечных пуль: они быстро тормозятся, создают ударную волну и временную пульсирующую полость, дезориентирующую цель.

Пробивное (проникающее) действие:

- характеризуется глубиной проникновения пули в преграду или толщиной пробиваемого материала;
- зависит от импульса ($p = mv$), геометрии, материала и баллистической устойчивости пули;
- критично для поражения бронированных целей (БТР, самолеты).

Боковое действие:

- способность поражать ткани и органы рядом с раневым каналом;
- усиливается при неустойчивом движении пули в теле (кувыркание, деформация);
- увеличивает вероятность поражения жизненно важных органов.

Специальные виды действия (для специализированных пуль):

- фугасное (разрывное) – разрушение цели за счет взрыва;
- зажигательное – поджог горючих материалов;
- трассирующее – визуальное отслеживание траектории полета;
- экспансивное – расширение пули при попадании, усиливающее убойное и останавливающее действие.

Вывод

Действие пули по цели – многогранный процесс, определяемый физическими параметрами пули, ее конструкцией и условиями встречи с преградой. Эффективность пули всегда является компромиссом между убойным, останавливающим и пробивным действием.

4.2. Факторы, влияющие на убойное действие пуль

Калибр

Большой калибр – больше переданной энергии и площадь поражения. Пример: пули .45 АСР (11,43 мм) обладают высоким останавливающим действием в отличие от .22 LR (5,6 мм).

Скорость пули:

- высокая скорость (>600 м/с) вызывает гидродинамический шок в жидких средах (органы, кровь);
- сверхзвуковые пули (например, 5,56 × 45 мм НАТО) могут фрагментироваться в теле, нанося тяжелые раны.

Форма головной части:

- тупоконечные: быстро тормозятся, передают энергию тканям (высокое останавливающее действие);
- остроконечные: глубоко проникают, но могут не вывести цель из строя мгновенно (если не задеты жизненно важные органы).

Устойчивость в тканях:

- неустойчивые пули (со смещенным центром тяжести, например 5,45 × 39 мм) кувыркаются, увеличивая зону поражения;
- стабильные пули (бронебойные) сохраняют траекторию, минимизируя боковое действие.

Деформация пули:

- экспансивные пули раскрываются в теле, увеличивая диаметр раневого канала;
- ограничение: деформация не должна снижать пробивную способность ниже допустимого уровня.

Зона попадания:

- попадание в голову, сердце, крупные сосуды смертельно даже для малокалиберных пуль;
- ранение конечностей может не вывести цель из строя сразу.

Кинетическая энергия:

- для вывода человека из строя достаточно ≈ 80 Дж;
- высокоэнергетические пули (.50 BMG, 14,5 × 114 мм) смертельны даже без поражения жизненно важных органов.

Особенности для разных типов оружия

Пистолеты/револьверы (дистанции до 50 м):

- приоритет – останавливающее действие;
- калибр 9–11,43 мм, тупоконечные или экспансивные пули.

Автоматы/винтовки (дистанции 300 м и более):

- баланс между настильностью траектории и убойностью;
- остроконечные пули с высокой скоростью ($5,45 \times 39$ мм, $7,62 \times 54$ мм);
- устойчивость жертвуется для увеличения бокового действия.

Крупнокалиберное оружие (12,7 мм и более):

- максимальное убойное и пробивное действие;
- применение против легкой бронетехники и живой силы за укрытиями.

Ограничения и нормативные аспекты

Международные соглашения запрещают пули, причиняющие излишние страдания (например, экспансивные для армейского применения).

Баланс характеристик: увеличение калибра улучшает убойность, но снижает емкость магазина и усиливает отдачу.

Средства защиты: бронежилеты требуют пуль с повышенной пробиваемостью (бронебойные сердечники).

Вывод: эффективность пули определяется комплексом факторов – от баллистики до конструкции. Выбор оптимального решения зависит от задачи: быстрое обездвиживание (пистолеты), поражение на дистанции (автоматы) или пробитие преград (крупнокалиберное оружие).

4.3. Характеристики убойного действия пуль

Количественные характеристики и методы оценки

Для сравнительной оценки убойного действия часто используют потерю кинетической энергии пули в мишени определенных свойств и размеров. Такая характеристика учитывает влияние различных факторов и может быть аналитически рассчитана. Важно, чтобы мишень по своим свойствам (прочность, плотность, вязкость) соответствовала мышечным тканям.

Одним из распространенных материалов для испытаний является баллистический желатин – стандартизированная среда, имитирующая плотность и вязкость мышечной ткани человека и животных. С его помощью

тестируют предельные характеристики боеприпасов (рис. 47). Иногда в баллистический гель добавляют имитации костей, органов и других тканей для более детального моделирования.

Также для оценки могут использоваться раневые каналы в различных материалах (свинец, мягкая глина, мыло и т. п.), где измеряют объем разрушения или его поперечные размеры.

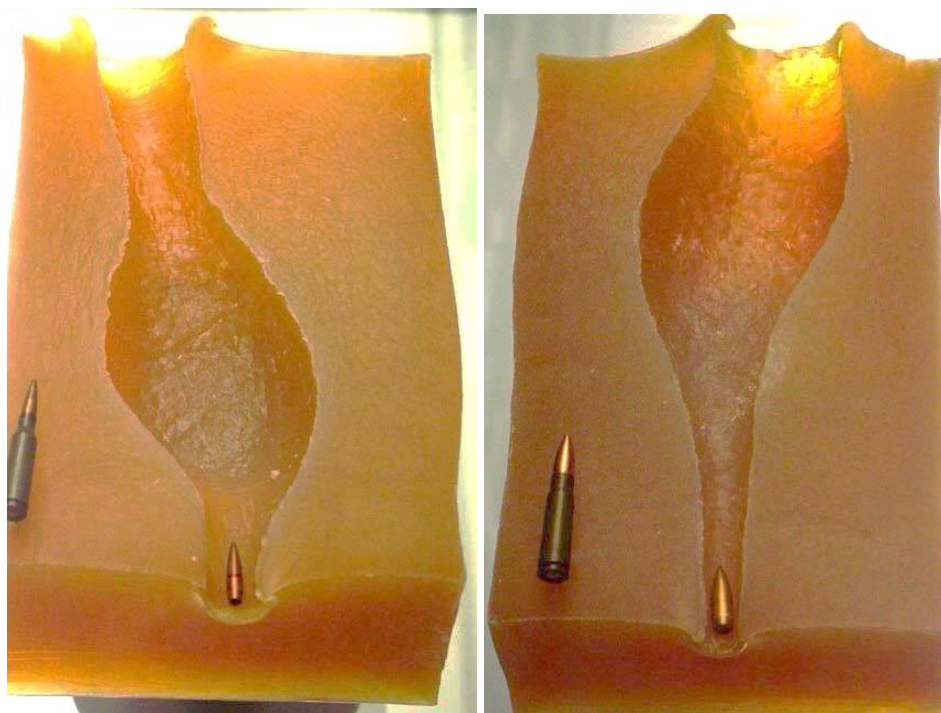


Рис. 47. Раневые каналы в баллистическом геле:

слева – от пули патрона 5,45×39 мм; справа – от пули патрона 7,62×39 мм

Ограничения методов оценки

Кинетическая энергия сама по себе не всегда точно отражает убойное действие из-за различий в форме, конструкции и других параметрах пуль.

Лабораторные методы (баллистический желатин, мишени) являются моделями и не могут полностью воспроизвести все аспекты взаимодействия пули с живым организмом.

Реальные условия (тип одежды, наличие средств защиты, индивидуальные особенности организма) также влияют на убойное действие и сложно учитываются в лабораторных тестах.

Таким образом, оценка убойного действия – сложный многофакторный процесс, требующий комплексного подхода, включая как количественные расчеты, так и экспериментальные исследования.

4.4. Сопряжение траектории пуль

Сопряжение траекторий – задача согласования полетных характеристик разных пуль (в рамках одного патрона либо в системе «патрон – оружие») для обеспечения единой шкалы прицела и унифицированных таблиц стрельбы.

Суть проблемы

При разработке нового патрона с двумя и более типами пуль (например, обычная и бронебойная); новых пуль под существующий патрон (например, облегченная или трассирующая), возникает необходимость добиться максимально близкого совпадения траекторий.

Это нужно:

- чтобы использовать один прицел для разных пуль;
- применять единые таблицы стрельбы (поправки на ветер, температуру, плотность воздуха);
- минимизировать переучивание стрелков и упрощать логистику.

Ключевые понятия

Основная пуля – эталон; ее траектория принимается за базовую.

Сопрягаемая пуля – пуля, траекторию которой подстраивают под основную.

Ограничения

Полное совпадение траекторий невозможно из-за различий в массе, форме, баллистическом коэффициенте и начальной скорости. Допустимые расхождения:

- а) 1/3 деления прицела (типично для стрелкового оружия);

б) 1–1,5 тысячных дальности в угловых единицах (например, на 300 м – 0,3–0,45 м по высоте);

в) без жестких ограничений по времени полета (важно лишь совпадение точек попадания на заданной дальности).

Способы сопряжения

Для приближения траектории сопрягаемой пули к основной варьируют следующие параметры.

Массу пули:

– уменьшение массы ведет к росту начальной скорости (при том же давлении);

– увеличение массы влечет снижение скорости.

Ограничение: резкое изменение массы нарушает баланс энергии и пробиваемости.

Начальную скорость: регулируется массой порохового заряда или конструкцией пули.

Ограничение: изменение давления в стволе недопустимо (риск разрушения оружия).

Форму и размеры пули:

– длину головной части: удлинение приводит к улучшению аэродинамики, снижению сопротивления;

– радиус оживала (кривизна носовой части): влияет на баллистический коэффициент;

– диаметр ведущей части: должен соответствовать каналу ствола.

Баллистический коэффициент (БК):

– чем выше БК, тем меньше сопротивление воздуха и плавнее траектория;

– достигается оптимизацией формы (остроконечные пули имеют БК более 0,3).

Практические приемы

Смещение центра радиуса головной части. У пуль с оживальной формой изменение точки сопряжения носовой и ведущей частей позволяет тонко настраивать траекторию.

Регулировка длины головной части. Для легких высокоскоростных пуль – удлинение носовой части для снижения сопротивления.

Использование сердечников разной плотности. Например, стальной сердечник увеличивает массу без изменения габаритов.

Пример сопряжения

Допустим, для патрона 7,62×54 мм разрабатывают:

- основную пулю массой 9,6 г с начальной скоростью 830 м/с;
- сопрягаемую пулю (трассирующую) массой 8,8 г.

Решаемые задачи:

- сохранить давление в стволе (не менять заряд);
- добиться совпадения траекторий на дальностях 100–600 м.

Решение:

- удлинить головную часть трассирующей пули – повесить БК;
- сместить центр тяжести к хвосту – улучшить устойчивость.

Проверить падение траектории: на 300 м разница не должна превышать 15 см (1 тысячная).

Критерии успеха:

- *кучность*: поперечник рассеивания на контрольной дальности не хуже 1,5–2 угловых минут;
- *повторяемость*: стабильность параметров пули в серии выстрелов;
- *совместимость с прицельными приспособлениями*: поправки для основной и сопрягаемой пуль не должны требовать разных настроек.

Вывод. Сопряжение траекторий – инженерная задача баланса между баллистикой, конструкцией пули и требованиями к оружию. Главный принцип: максимум совпадения траекторий при минимуме изменений в системе «патрон – ствол». Это достигается тонкой настройкой массы, формы и аэродинамики пули без нарушения безопасности и надежности оружия.

4.5. Характеристики рассеивания пуль

Суть явления

Рассеивание пуль (естественное рассеивание) – разброс точек попадания пуль при стрельбе из одного и того же оружия в практически одинаковых условиях. Каждая пуля описывает свою траекторию, не совпадающую с другими, из-за совокупности случайных причин.

Совокупность траекторий образует сноп траекторий, а область попадания пуль на мишени – площадь рассеивания (обычно эллиптической формы).

Основные группы факторов рассеивания

Оружие и условия его использования:

- износ ствола (раздутие, шероховатость нарезов);
- неоднородная изготовка к стрельбе;
- неустойчивое удержание оружия (особенно при автоматической стрельбе);
- неправильная прикладка, неплавный спуск курка;
- колебания ствола при стрельбе очередями.

Патрон (баллистические и конструктивные характеристики):

- разброс массы порохового заряда и пули;
- различия в форме и размерах пуль и гильз;
- нестабильность физико-химических свойств пороха (скорость горения, влажность);
- неточность навески пороха и ударного состава капсюля;
- положение центра тяжести и моменты инерции пули;
- качество запрессовки элементов пули (динамическая неуравновешенность).

Метеорологические условия:

- ветер (направление и скорость);
- температура воздуха и заряда;
- атмосферное давление и влажность.

Стрелок:

- ошибки в прицеливании (разнообразие углов бросания);

- неравномерность спуска курка;
- психоэмоциональное состояние, уровень подготовки [3].

Влияние патрона на рассеивание

Патрон обуславливает до 1/3 общего рассеивания (даже для станковых пулеметов). Ключевые аспекты перечислены ниже.

Баллистический коэффициент (БК): чем выше БК, тем меньше сопротивление воздуха и плавнее траектория, меньше рассеивание.

Настильность траектории: при настильных траекториях (высокая начальная скорость, низкий угол бросания) меньше влияние ветра и других метеофакторов.

Устойчивость пули в полете: достигается оптимальной крутизной нарезов и динамическими характеристиками пули. Неустойчивость (кувыркание) резко увеличивает рассеивание.

Конструкция пули:

- сложные внутренние элементы (например, трассер) повышают рассеивание (в 1,5–2 раза относительно обычных пуль);
- поперечная жесткость пули: лучше – у пуль со свинцовым сердечником или толстой свинцовой рубашкой (они же меньше изнашивают нарезы).

Однородность пороха: влияет на разброс максимального давления газов и начальной скорости пули.

Точность изготовления:

- допуск по массе и форме пули;
- диаметр по ведущей части;
- качество закрепления пули в гильзе;
- стабильность пулеизвлекающего усилия.

Количественные характеристики рассеивания

1. Средняя точка попадания (СТП) – центр площади рассеивания (рис. 48). Определяется [3]:

- графически (для 2–5 выстрелов: последовательное деление отрезков между пробоинами);

– расчетом (для ≥ 10 выстрелов):

$$x_{\text{СТП}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

и

$$y_{\text{СТП}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (12)$$

где x_i, y_i – координаты пробойн;

n – число выстрелов;

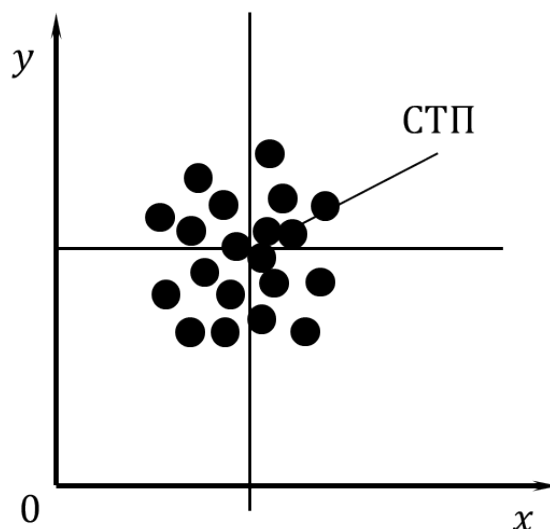


Рис. 48. Оси рассеивания и средняя точка попадания

– графически-аналитически (для большого числа выстрелов: пересечение осей рассеивания, делящих пробойны пополам).

2. Радиусы рассеивания (рис. 49).

Большой радиус (R_{100}) – радиус наименьшего круга с центром в СТП, вмещающего 100 % пробойн. Равен расстоянию от СТП до самой удаленной пробойны.

Малый радиус (r_{50}) – радиус круга с центром в СТП, вмещающего 50 % ближайших к СТП пробойн. Определяется как середина отрезка между граничными пробойнами (например, между 5-й и 6-й при 10 выстрелах).

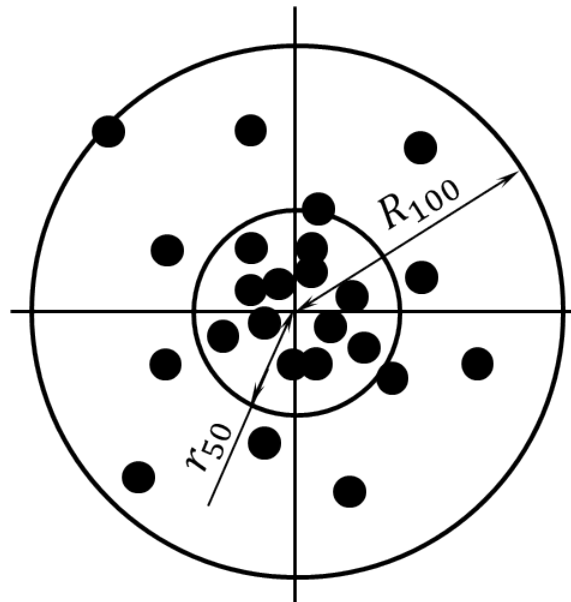


Рис. 49. Радиусы рассеивания

3. Соотношение радиусов:

$$R_{100} = (2,5 \dots 3) \cdot r_{50}. \quad (13)$$

4. Серединные (вероятные) отклонения – расстояния от осей рассеивания, в пределах которых лежит 50 % пробоин. Характеризуют симметричность рассеивания.

5. Сердцевинные полосы рассеивания – полосы вдоль осей рассеивания, содержащие определенную долю пробоин (например, 70 или 90 %).

Закономерности рассеивания (при $n > 20$)

Неравномерность: пробоины гуще к центру, реже к краям.

Симметричность: число пробоин по обе стороны от осей рассеивания одинаково; каждому отклонению в одну сторону соответствует такое же в противоположную.

Ограниченность: площадь рассеивания конечна.

Это описывается законом рассеивания (нормальный закон случайных ошибок): при большом числе выстрелов рассеивание неравномерно, симметрично и небеспредельно.

Как уменьшить рассеивание

Стрелок: отличная выучка, однообразная изготовка, точная наводка, плавный спуск.

Оружие: регулярный уход, контроль износа ствола, правильная пристрелка.

Патроны: использование патронов одной партии, контроль качества изготовления.

Условия: учет метеопоправок, выбор оптимальной дистанции стрельбы.

Вывод. Рассеивание пуль – неизбежное явление, обусловленное комплексом факторов. Для его оценки применяют количественные характеристики (СТП, радиусы, отклонения). Снижение рассеивания достигается комплексным подходом: от качества патронов и состояния оружия до мастерства стрелка и учета внешних условий.

5. ПОРОХА ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

5.1. Общие понятия о порохам

Порох – группа взрывчатых веществ, применяемых в стрелковом оружии и артиллерии:

- как источник энергии для движения пуль и снарядов;
- в роли воспламенителей, замедлителей, вышибных зарядов и др.

Ключевые особенности:

- сравнительно легко воспламеняются;
- горят параллельными слоями (что позволяет регулировать газовыделение и управлять выстрелом);
- в обычных условиях не переходят в детонацию.

Основные требования к порохам

Остаточная мощность (работоспособность) – обеспечение высокого метательного или воспламеняющего действия.

Определенная чувствительность к механическим и тепловым воздействиям – для безотказности срабатывания и безопасности обращения.

Стабильность свойств при хранении (физико-химических и баллистических).

Устойчивое и закономерное горение.

Механическая прочность пороховых элементов.

Бездымность и по возможности беспламенность при стрельбе.

Минимальное коррозионное и эрозионное действие на канал ствола.

Экономичность – невысокая стоимость и недефицитность исходных материалов.

Классификация порохов

Пороха делятся на две самостоятельные группы.

1. Пороха – механические смеси. Пример – дымный порох:

- горят закономерно только при больших плотностях зерен;
- почти не применяются для метательных целей;
- используются для воспламенителей, дистанционных составов, вышибных зарядов и т. п.

2. Пороха коллоидного типа:

- горят закономерно параллельными слоями;
- применяются для метательных целей;
- основа: нитраты целлюлозы.

Виды порохов коллоидного типа (по растворителю)

Пороха на летучем растворителе (пироксилиновые):

- получают обработкой пироксилина спирто-эфирной смесью;
- преобладают в стрелковом оружии и артиллерии.

Состав: пироксилин: 45–96 %; растворитель (спирто-эфирная смесь): до 2,5 %; дифениламин (стабилизатор): около 1 %; вода: около 1 %.

Формы зерен: пластинчатые, сферические, зерновые (без канала, с 1 или 7 каналами).

Пороха на труднолетучем растворителе (баллиститы) получают обработкой коллоксилина (низкоазотных нитратов целлюлозы) нитроглицерином или другим нитратом многоатомного спирта.

Пороха на смешанном растворителе (кордиты):

– получают обработкой пироксилина (высокоазотных нитратов целлюлозы) нитроглицерином и дополнительным летучим растворителем (ацетоном, спирто-эфирной смесью и др.);

– летучий растворитель полностью удаляется из готового пороха.

Пороха на нелетучем растворителе:

– получают специальной обработкой коллоксилина твердыми желатинизаторами (пластификаторами) при повышенной температуре;

– из-за сложности изготовления не получили широкого распространения.

Дополнительные модификации порохов

Флегматизированные пороха – содержат в поверхностных слоях зерен флегматизатор (обычно камфору, до 1,5 %) для улучшения баллистических свойств.

Графитированные пороха: зерна обработаны графитом (около 0,2 % от массы) для улучшения сыпучести.

Таким образом, пороха – критически важный компонент боеприпасов, обеспечивающий метательное действие за счет регулируемого горения. Их классификация и свойства определяются:

- типом основы (нитраты целлюлозы);
- видом растворителя (летучий, труднолетучий, смешанный, нелетучий);
- дополнительными добавками (стабилизаторы, флегматизаторы, графит).

Выбор пороха зависит от задачи: для метания снарядов и пуль предпочтительны пироксилиновые и баллиститные пороха, для вспомогательных функций – дымный порох и другие механические смеси.

5.2. Физико-химические свойства порохов

Ключевые физико-химические характеристики порохов – с акцентом на пороха коллоидного типа (пироксилиновые, баллиститы, кордиты), наиболее распространенные в стрелковом оружии и артиллерии.

1. Плотность пороха.

Определение: масса единицы объема порохового зерна (г/см^3). Зависит:

- от давления прессования при изготовлении;
- качества желатинизации (степени превращения нитратов целлюлозы в однородную массу).

Типичные значения:

- пироксилиновые пороха: 1,56–1,64 г/см^3 ;
- нитроглицериновые (баллиститы): 1,54–1,62 г/см^3 ;

- в целом для коллоидных порохов: 1,54–1,64 г/см³.

Влияние на горение:

- чем выше плотность, тем медленнее горение (меньше поверхность газовыделения);
- оптимальная плотность обеспечивает стабильное метательное действие.

2. Гравиметрическая плотность.

Определение: масса пороха, вмещающаяся в единицу объема гильзы (кг/дм³). Зависит:

- от плотности порохового зерна;
- формы и размеров зерен (пластинки, сферы, зерна с каналами);
- обработки поверхности (например, графитирование).

Типичные значения: 0,8–1,1 кг/дм³.

Значение:

- определяет количество пороха в заряде;
- влияет на начальную скорость пули и давление в канале ствола.

3. Физическая стабильность.

Определение: способность пороха сохранять состав и свойства при хранении.

Основной фактор нестабильности: уменьшение содержания летучих веществ [3].

Летучие вещества делят:

- на удаляемые шестичасовой сушкой при +96 °С (влага, остаточный растворитель);
- не удаляемые шестичасовой сушкой (например, спирто-эфирный растворитель).

Последствия потери летучих веществ:

- ускорение горения (из-за повышения относительной доли нитратов);
- рост максимального давления газов;

- снижение начальной скорости пули (при чрезмерной сухости).

Меры сохранения стабильности:

- герметичная упаковка;
- хранение при умеренной температуре и влажности.

4. Степень нитрации (содержание азота).

Определение: количество азота (N) в процентах или окиси азота (NO) в см³/г пироксилина.

Типичные значения для пироксилиновых порохов: 12,5–13,5 %.

Влияние на свойства:

- чем больше азота, тем выше энерговыделение и интенсивность горения;
- избыточная нитрация повышает чувствительность к удару и трению;
- недостаточная нитрация снижает метательную способность.

Контроль:

- химический анализ на содержание азота;
- стандартизация сырья (пироксилина) по степени нитрации.

5. Состав продуктов горения.

Методика определения: сжигание пороха в калориметрической бомбе с анализом газов.

Основные компоненты: CO₂ (углекислый газ); CO (угарный газ); H₂ (водород); N₂ (азот); пары H₂O (вода).

Побочные продукты (в малых количествах): CH₄ (метан); NH₃(аммиак).

Зависимость от условий:

- давление и температура в канале ствола;
- соотношение пороха и воздуха (кислорода);
- влажность и температура заряда.

Значение:

- влияет на эрозию ствола (агрессивность газов);

– определяет дымность и беспламенность выстрела.

6. Химическая стойкость.

Определение: способность пороха сопротивляться медленному разложению (автоокислению, гидролизу) при хранении.

Факторы влияния:

– качество изготовления (чистота компонентов, полнота желатинизации);

– температура хранения (повышение на 10 °С удваивает скорость разложения);

– влажность воздуха (гидролиз нитратов);

– герметичность укупорки (защита от влаги и кислорода).

Признаки ухудшения стойкости:

– появление кислого запаха (выделение оксидов азота);

– изменение цвета зерен;

– снижение баллистических характеристик.

Методы оценки:

– ускоренные испытания при повышенной температуре и влажности;

– контроль выделения газов (например, NO₂) в герметичной таре.

Срок пригодности:

– для качественных порохов – 10–20 лет при соблюдении условий хранения;

– для нестабильных составов – менее 5 лет.

7. Дополнительные свойства.

Гигроскопичность:

– пороха поглощают влагу из воздуха, что снижает энергию горения;

– нормируется влажность (обычно ~1 %).

Теплота сгорания:

- для пироксилиновых порохов: $\sim 3,8\text{--}4,2$ МДж/кг;
- определяет метательную способность.

Скорость горения:

- зависит от давления, температуры, плотности и формы зерен;
- регулируется добавками (катализаторами, ингибиторами).

Чувствительность к внешним воздействиям:

- удар, трение, искра – нормируются для безопасности;
- снижается флегматизацией (добавкой камфоры и др.).

Вывод: физико-химические свойства порохов – это комплекс параметров, определяющих их безопасность, стабильность и эффективность в оружии. Ключевые из них:

- плотность и гравиметрическая плотность – влияют на зарядку и баллистику;
- физическая стабильность и химическая стойкость – гарантируют сохранность свойств при хранении;
- степень нитрации – задает энерговыделение и скорость горения;
- состав продуктов горения – определяет эрозию ствола и заметность выстрела;
- гигроскопичность и теплота сгорания – важны для расчета зарядов и условий применения.

Контроль этих свойств на производстве и при хранении – обязательное условие надежной работы боеприпасов.

5.3. Энергетические свойства порохов

Энергетические характеристики пороха – ключевые показатели, определяющие его работоспособность (способность совершать механическую работу при выстреле). Основные из них перечислены ниже.

1. Температура горения (T , K).

Определение: температура, которой обладают пороховые газы в момент их образования при сгорании пороха.

Значение: чем выше T , тем больше термодинамическая работа газов и, следовательно, выше начальная скорость снаряда/пули.

Типичные значения:

- пироксилиновые пороха: 2 900–3 200 К;
- нитроглицериновые (баллиститы): 3 000–3 500 К.

Зависимость: прямо пропорциональна содержанию азота в нитратах целлюлозы (чем больше N, тем выше T).

2. Теплота взрывчатого разложения (Q_v , ккал/кг).

Определение: количество теплоты, выделяемое при сгорании 1 кг пороха и охлаждении продуктов сгорания до +18 °С.

Условия измерения: обычно определяется в калориметрической бомбе (постоянный объем, жидкая фаза влаги).

Различие при постоянном объеме/давлении:

- Q_v (при постоянном объеме) выше, так как учитывает всю энергию, включая работу сжатия газов;
- Q_p (при постоянном давлении) ниже, так как часть энергии уходит на расширение газов.

Типичные значения:

- пироксилиновые пороха: 700–900 ккал/кг;
- нитроглицериновые пороха: 1 000–1 200 ккал/кг.

Влияние состава:

- увеличивает Q_v : высокое содержание азота (больше окислителя);
- уменьшает Q_v : большое количество летучих веществ (растворители, влага).

3. Объем газов (W_1 , дм³/кг).

Определение: объем газов, образующихся при сгорании 1 кг пороха, приведенных к нормальным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 0 °С).

Методика измерения

Сжигание пороха в калориметрической или манометрической бомбе.

Выпуск газов и измерение их объема при атмосферном давлении.

Приведение к 0 °С и 760 мм рт. ст.

Значение: чем больше W_1 , тем больше работа расширения газов в стволе, тем выше начальная скорость пули.

Зависимость: прямо пропорциональна содержанию азота (больше газообразных продуктов разложения).

4. Сила пороха (f , кгс·дм/кг).

Определение: характеристика работоспособности пороха, численно равная максимальной работе, которую могут совершить газы при изобарическом расширении:

$$f = RT_1, \quad (14)$$

где R – удельная газовая постоянная продуктов горения ($\text{кгс} \cdot \frac{\text{дм}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$);

T_1 – температура горения пороха (К).

Как получить R ? Для смеси газов:

$$R = \frac{R_0}{\mu}, \quad (15)$$

где $R_0 = 8\,314 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$, – универсальная газовая постоянная;

μ – средняя молярная масса продуктов горения ($\frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$).

Пример расчета для пироксилинового пороха:

$$T_1 \approx 3\,000 \text{ К}; \mu \approx 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \left(0,028 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}\right); R = 0,0288314 \approx 297\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{К}} = 30\,300 \text{ кгс} \cdot \frac{\text{дм}}{\text{кг} \cdot \text{К}};$$

$$f = 30\,300 \cdot 3\,000 \approx 909\,000 \text{ кгс} \cdot \frac{\text{дм}}{\text{кг}}.$$

Физический смысл: отражает совокупное влияние температуры и газообразования на метательную способность.

Типичные значения:

- пироксилиновые пороха: $900\,000 - 1\,000\,000 \text{ кгс} \cdot \frac{\text{ДМ}}{\text{кг}}$;
- нитроглицериновые пороха: $900\,000 - 1\,200\,000 \text{ кгс} \cdot \frac{\text{ДМ}}{\text{кг}}$.

Практическое значение: чем выше f , тем эффективнее порох в конкретной оружейной системе.

5. Дополнительные энергетические параметры.

Удельная теплота сгорания (Q , кДж/кг): для пироксилиновых порохов: $\sim 3\,800 - 4\,200$ кДж/кг; для баллиститов: $\sim 4\,500 - 5\,000$ кДж/кг.

Единичный импульс ($J_{\text{ед}}$, Н·с/кг): важен для ракетного топлива; показывает тягу двигателя при сгорании 1 кг пороха.

Потенциал пороха (p , Дж/кг): полная энергия продуктов горения; используется вместе с f для комплексной оценки работоспособности.

6. Взаимосвязь параметров и работоспособность.

Работоспособность пороха не сводится к одному параметру. Она зависит от сочетания характеристик:

- высокое f + высокий p \rightarrow максимальная эффективность;
- рост f при падении p \rightarrow может не дать прироста работоспособности;
- оптимальный баланс: одновременное увеличение f и p дает наибольший эффект.

7. Факторы, влияющие на энергетические свойства.

Состав пороха:

- содержание азота (оптимально 12,5–13,5 % для пироксилина);
- тип растворителя (летучий/нелетучий);
- добавки (стабилизаторы, флегматизаторы).

Условия сгорания:

- давление в камере (влияет на скорость горения);

- температура заряда (предварительный подогрев увеличивает Q_v и T).

Качество изготовления:

- однородность смеси;
- полнота желатинизации;
- отсутствие примесей.

Вывод

Энергетические свойства пороха – это комплекс параметров, определяющих его метательную способность. Ключевые из них:

- 1) температура горения T – задает термодинамический потенциал газов;
- 2) теплота разложения Q_v – отражает энерговыделение;
- 3) объем газов W_1 – влияет на работу расширения;
- 4) сила пороха f – интегральный показатель работоспособности.

Для оценки эффективности пороха в конкретной системе (оружие, ракета) используют комбинацию этих характеристик, а также учитывают условия применения и требования к безопасности.

5.4. Баллистические свойства порохов

Влияние формы, размеров и скорости горения пороховых зерен на баллистику

1. Форма и размеры зерен: суть влияния.

Форма и размеры пороховых зерен напрямую задают характер изменения поверхности горения в процессе выстрела. Это, в свою очередь, определяет:

- динамику давления пороховых газов в канале ствола;
- скорость нарастания скорости пули/снаряда;
- максимальное давление p_{\max} ;
- начальную скорость v_0 .

Ключевой параметр – отношение текущей поверхности горения S к начальной S_1 :

$$\frac{S}{S_1} = f(t), \quad (16)$$

где t – время горения.

2. Типы порохов по характеру горения.

В зависимости от динамики $\frac{S}{S_1}$ выделяют три класса порохов:

– дегрессивные пороха:

а) $\frac{S}{S_1} < 1$ (поверхность горения убывает);

б) формы: шар, куб, цилиндр, пластинка (рис. 50 а, б);

в) особенность: быстрое падение давления после пика ведет к менее плавной баллистике;

г) применение: короткоствольное оружие, где допустимо резкое нарастание и спад давления;

– прогрессивные пороха:

а) $\frac{S}{S_1} > 1$ (поверхность горения возрастает);

б) формы: цилиндр с 1/7 каналами, фигурные зерна с каналами (рис. 50, в, г);

в) особенность: длительное поддержание высокого давления приводит к более плавному ускорению снаряда;

г) применение: длинноствольная артиллерия, винтовки (обеспечивают высокую v_0 при умеренном p_{\max});

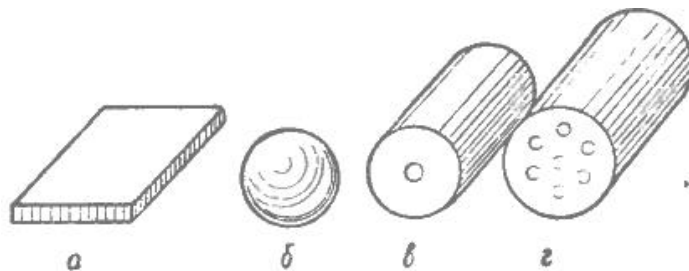


Рис. 50. Основные формы пороховых зерен:

а) пластинка; б) шар; в) цилиндр с одним каналом; г) цилиндр с семью каналами

– пороха с постоянной поверхностью горения:

а) $\frac{S}{S_1} \approx 1$;

б) пример: трубчатый порох;

в) особенность: стабильное давление в течение всего горения;

г) применение: специализированные системы, где критична равномерность нагрузки на ствол [3].

3. Толщина горящего свода (2l).

Толщина горящего свода – расстояние между двумя параллельными поверхностями зерна, сгорающими навстречу друг другу. Это ключевой размерный параметр, влияющий:

– на время горения заряда ($t_{гор} \propto 2l$);

– максимальное давление ($p_{max} \propto \frac{1}{2l}$ при прочих равных);

– полноту сгорания (слишком толстый свод может не успеть сгореть в стволе).

Практика:

– для винтовочных патронов: $2l \approx 0,5–1,5$ мм;

– для артиллерийских зарядов: $2l \approx 2–5$ мм.

4. Флегматизация и ее роль в регулировании прогрессивности.

Флегматизация – нанесение на поверхность зерен слоя малолетучих веществ (камфора, дибутилфталат и др.). Эффект:

– замедление горения поверхностного слоя;

– искусственное увеличение прогрессивности (даже для дегрессивных форм);

– снижение чувствительности к удару и трению.

Следствие: деление на дегрессивные/прогрессивные формы становится условным – флегматизация позволяет «подстраивать» горение под задачу.

5. Сферический порох: особенности технологии и свойств.

Технология изготовления:

- эмульгирование пороховой массы в воде при интенсивном перемешивании;
- формирование сферических зерен за счет поверхностного натяжения;
- сортировка по диаметру (сита);
- обработка валками для выравнивания $2l$;
- графитирование (антистатик и улучшение сыпучести).

Преимущества:

- простота и безопасность производства (регламент в 4–5 раз короче);
- однородность горения (сфера – идеальная прогрессивная форма);
- возможность включения нитроглицерина и рециклированных порохов (повышение силы f).

Недостатки:

- ограниченная применимость в высоконагруженных системах (из-за малого $2l$).

б. Скорость горения (u) и ее зависимость от условий.

Закон горения при высоких давлениях ($P \geq 1000 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$):

$$u = A \cdot P^{\nu}, \quad (17)$$

где u – скорость горения ($\frac{\text{мм}}{\text{с}}$);

A – коэффициент скорости горения $\left(\frac{\text{мм}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \right)^{-\nu}$;

P – давление (кгс/см²);

ν – показатель степени (для коллоидных порохов $\nu \approx 0,7 - 0,9$).

При $P = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$: $u_1 = A$.

Факторы, влияющие на A и v :

- содержание азота (выше $N \rightarrow$ выше A);
- влажность (выше $W \rightarrow$ ниже A);
- температура заряда ($T \uparrow \Rightarrow u \uparrow$);
- флегматизаторы (снижают A).

7. Импульс пороха (I_r) как интегральная характеристика.

Импульс пороха – работа газов за время горения заряда, вычисляемая как площадь под кривой $p(t)$ в манометрической бомбе:

$$I_r = \int_0^{t_{\text{гор}}} p(t) dt. \quad (18)$$

Что отражает:

- суммарную энергию, переданную снаряду;
- эффективность преобразования химической энергии в механическую работу.

Связь с баллистикой:

- $I_r \uparrow \Rightarrow v_0 \uparrow$ (при фиксированном $m_{\text{снар}}$);
- $I_r \uparrow \Rightarrow p_{\text{max}} \uparrow$ (но менее резко, чем u).

8. Практические выводы для проектирования.

Выбор формы зерен:

- для высокой v_0 при умеренном p_{max} : прогрессивные пороха (7-канальные цилиндры);
- для компактных систем: сферические или дегрессивные (быстрый пик давления);
- для стабильного давления: трубчатые или флегматизированные дегрессивные.

Оптимизация $2l$:

- тоньше свод \rightarrow выше p_{max} , быстрее горение;
- толще свод \rightarrow ниже p_{max} , дольше горение (риск неполного сгорания).

Учет внешних условий:

- температурные поправки на u и I_r ;
- контроль влажности (влияет на A и стабильность горения).

Технология:

- сферические пороха – для массового производства (дешево, безопасно);
- фигурные зерна – для специализированных задач (высокая энергетика).

Вывод

Форма, размеры и скорость горения пороховых зерен – критические параметры, определяющие баллистику оружия. Их грамотный выбор и регулировка (через флегматизацию, толщину свода, импульс I_r) позволяют:

- максимизировать начальную скорость снаряда;
- минимизировать пиковое давление (безопасность ствола);
- обеспечить стабильность работы в разных условиях.

5.5. Марки порохов

5.5.1. Основные марки и их характеристики

П-45 (ранее П-45/1)

Тип: пористый одноканальный графитованный порох (рис. 51).

Степень пористости: 45 (на 100 частей пироксилина – 45 частей калиевой селитры).

Форма зерен: трубчатая.

Применение: 7,62-миллиметровые пистолетные, револьверные патроны и патроны образца 1943 г. с пулей УС.

П-125

Тип: пористый одноканальный неграфитованный порох (рис. 52).

Степень пористости: 125 (на 100 частей нитроцеллюлозы – 125 частей калиевой селитры).

Форма зерен: трубчатая.

Применение: 9×18 мм пистолетные патроны ПМ (до 1991 г.); 7,62-миллиметровые холостые патроны образца 1943 г.



Рис. 51. Зерна пороха П-45/1; патроны в разрезе с порохом П-45 (слева направо): 7,62×25 мм; 7,62×38 мм; 7,62×39 мм



Рис. 52. Зерна пороха П-125 (слева); патрон 9×18 мм в разрезе с порохом П-125 (справа)

Х (Пл 10-12)

Тип: холостой порох пластинчатой формы (рис. 53).

Параметры зерен:

- толщина (горящий свод) – 0,1 мм (10 сотых миллиметра);
- длина/ширина – 1,2 мм (12 десятых миллиметра).

Применение: 7,62-миллиметровые холостые винтовочные патроны [3].



Рис. 53. Зерна пороха Х (Пл 10-12) (слева);
холостой патрон 7,62×54 мм в разрезе с порохом Х (Пл 10-12) (справа)

ВТ

Расшифровка: «винтовочный под тяжелую пулю».

Тип: винтовочный порох трубчатой формы, флегматизированный, графитированный (рис. 54).

Применение: 7,62-миллиметровые винтовочные патроны (с 1930 г.).

ВУфл

Расшифровка: «винтовочный уменьшенный флегматизированный» (рис. 55).

Параметры зерен:

- длина – 0,85–1,2 мм;
- внешний диаметр – 0,40–0,55 мм;

– форма – цилиндр с каналом.

Применение: 7,62×39 мм, патроны образца 1943 г.



Рис. 54. Порох ВТ и патрон 7,62×54 мм



Рис. 55. Зерна пороха ВУфл (слева); патрон 7,62×39 мм в разрезе с порохом ВУфл (справа)

ВТЖ

Тип: трубчатый порох, опыленный графитом, с уменьшенным количеством летучих веществ (рис. 56).

Особенность: разновидность ВТ с гидрофобными добавками (введены в жидком состоянии).

Применение: 14,5-миллиметровые холостые патроны.



Рис. 56. Холостой патрон 14,5×114 мм в разрезе с порохом ВТЖ

4/7 н/а

Тип: семиканальный порох из низкоазотистого пироксилина (рис. 57).

Параметры: толщина горящего свода – 0,4 мм.

Применение: 12,7-миллиметровые крупнокалиберные патроны.

Вариант: 4/7 Цгр – с церезином, графитованный.



Рис. 57. Патрон 12,7×108 мм в разрезе с порохом 4/7

5/7 н/а

Тип: зерненный семиканальный порох из низкоазотного пироксилина (рис. 58).

Параметры: толщина горящего свода – 0,5 мм.

Применение: 14,5-миллиметровые крупнокалиберные патроны с пулями Б-32 и ЗТ.

5.5.2. Ключевые принципы обозначений

Числа в маркировке (например, 45, 125, 10-12) чаще всего указывают на степень пористости или размеры зерен (в сотых/десятых долях миллиметра).



Рис. 58. Патрон 14,5×114 мм Б-32 в разрезе с порохом 5/7 н/а

Буквы (н/а, Цгр, ВУфл, ВТЖ) отражают особенности состава (низкоазотистый, с церезином) или технологию обработки (флегматизированный, гидрофобный).

Форма зерен (трубчатая, пластинчатая, цилиндрическая) влияет на скорость горения и баллистические характеристики.

Таким образом, марки порохов подбираются под конкретный патрон с учетом:

- калибра и типа пули;
- требуемого давления в стволе;
- условий эксплуатации (например, холостые патроны требуют особых составов).

6. КАПСЮЛИ-ВОСПЛАМЕНИТЕЛИ

6.1. Общие сведения о капсюлях-воспламенителях

Назначение и принцип действия

Капсюль-воспламенитель – ключевой элемент патрона или боеприпаса, обеспечивающий воспламенение порохового заряда либо других пиротехнических составов.

Принцип работы основан на динамическом сжатии (для патронных) или наколе (для трубочных) ударного состава – в результате возникает искра/пламя, поджигающее основной заряд.

Классификация

Капсюли-воспламенители делятся на два основных класса.

Патронные (ударные) (рис. 59).

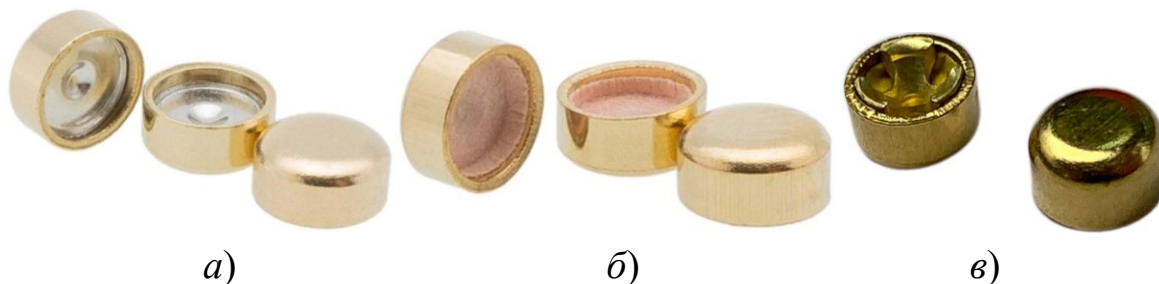


Рис. 59. Образцы патронных капсюлей-воспламенителей:

a) KV-7,62N (для снаряжения нарезных патронов калибра 7,62×39 мм и 7,62×51 мм); *б)* KB-16Н 1/100 (для снаряжения нарезных патронов калибра 5,45×39 мм); *в)* KVB-9S 1/100 (для снаряжения нарезных патронов калибра 9 мм)

Назначение – воспламенение пороховых зарядов:

– в патронах стрелкового и спортивно-охотничьего оружия;

- малокалиберных автоматических пушках;
- капсюльных втулках и запальных трубках;
- замедлителях некоторых боеприпасов (ручные/ружейные гранаты, взрыватели).

Механизм срабатывания: удар бойка по наковальне, сжимающий ударный состав.

Трубочные (накольные) (рис. 60).

Назначение – воспламенение:

- пороховых составов дистанционных трубок;
- усилителей и замедлителей;
- капсюлей-детонаторов взрывателей;
- запалов ручных гранат, мин, специальных пуль.

Механизм срабатывания: накол острым жалом ударного механизма.

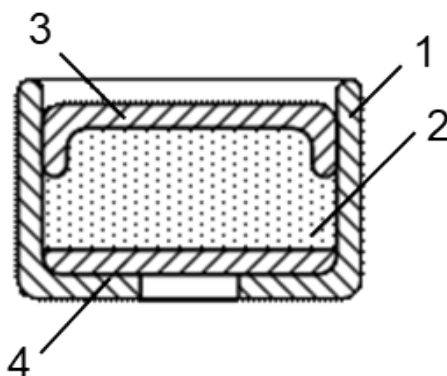


Рис. 60. Схема трубчатого капсюля-воспламенителя:

1 – колпачок с отверстием; 2 – ударный состав; 3 – фольговая чашечка; 4 – фольговая диафрагма

Ударный состав (0,08–0,2 г – в 5–10 раз больше, чем в патронных).

Основные технические требования

К капсюлям-воспламенителям предъявляют строгие требования:

- безотказность действия – срабатывание при ударе бойка/жала (зависит от чувствительности капсюля);

- безотказность воспламенения – надежное поджигание пороха или капсюля-детонатора;
- однообразие действия – постоянство силы и времени срабатывания для стабильности баллистики или своевременности срабатывания боеприпасов;
- точность размеров – соответствие чертежам для корректной работы в изделиях;
- стойкость к сотрясениям – сохранение работоспособности при выстреле;
- безопасность – в обращении и производстве;
- стойкость при хранении – сохранение физико-химических свойств состава и механических характеристик колпачка;
- технологичность и экономичность – простота изготовления, дешевизна, доступность материалов.

Сравнение патронных и трубочных капсюлей-воспламенителей

Патронные и трубочные капсюли-воспламенители различаются по нескольким ключевым параметрам.

Механизм инициирования. Патронные срабатывают за счет удара бойка по наковальне – динамическое сжатие ударного состава вызывает воспламенение.

Трубочные активируются наколом жала ударного механизма – острие прокалывает колпачок, инициируя реакцию в ударном составе.

Масса ударного состава. В патронных капсюлях масса ударного состава невелика – обычно 0,016–0,04 г. Этого достаточно для поджиг порохового заряда в патроне.

В трубочных капсюлях масса состава значительно больше – 0,08–0,2 г (в 5–10 раз больше, чем в патронных). Это необходимо для надежного воспламенения дистанционных трубок, замедлителей и капсюлей-детонаторов [3].

Область применения

Патронные используются:

- в патронах стрелкового и спортивно-охотничьего оружия;

- малокалиберных автоматических пушках;
- капсюльных втулках и запальных трубках;
- замедлителях некоторых боеприпасов (ручные/ружейные гранаты, взрыватели).

Трубочные применяются для воспламенения:

- пороховых составов дистанционных трубок;
- усилителей и замедлителей;
- капсюлей-детонаторов взрывателей;
- запалов ручных гранат, противотанковых и противопехотных мин, специальных пуль.

Конструктивные особенности

Патронные обычно имеют компактную форму, оптимизированную для размещения в донце гильзы.

Трубочные часто выполняются с усиленной конструкцией (например, фольговой чашечкой и диафрагмой) для работы в сложных условиях (высокие нагрузки, воздействие влаги и т. д.).

Требования к надежности

Патронные должны обеспечивать быстрое и стабильное воспламенение порохового заряда при ударе бойка.

Трубочные обязаны гарантировать надежное инициирование пиротехнических составов даже при неблагоприятных условиях (например, после падения или удара).

Вывод

Хотя и патронные, и трубочные капсюли выполняют функцию воспламенения, их конструкция, масса ударного состава и сфера применения принципиально различаются. Это обусловлено разными условиями работы:

- патронные оптимизированы для быстрого поджигания пороха в патронах;

– трубочные рассчитаны на более мощные и надежные иницирующие действия в сложных боеприпасах.

6.2. Схемы патронных капсюлей-воспламенителей

Типы и устройство патронных капсюлей-воспламенителей

По конструктивному признаку капсюли-воспламенители подразделяют на два основных типа:

- с собственной наковальней (закрытые);
- без наковальни (открытые).

Ключевое различие: в первом случае наковальня встроена в сам капсюль, во втором – она должна быть предусмотрена в капсюльном гнезде гильзы.

Капсюли без наковальни

Это простейшая конструкция, широко применяемая в патронах разного назначения.

Составные элементы (рис. 61):

- колпачок – цельнотянутый металлический стакан со сплошным дном;
- ударный состав – чувствительная к удару смесь, запрессованная внутрь колпачка;
- покровный кружок – фольгированный, пергаментный или бумажный элемент, подпрессованный к ударному составу.

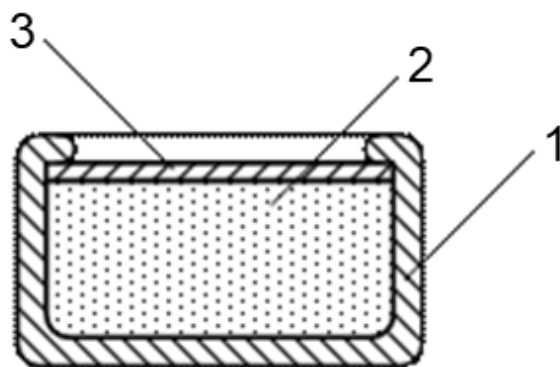


Рис. 61. Схема патронного капсюля-воспламенителя без наковальни:

1 – колпачок; 2 – ударный состав; 3 – фольговый или бумажный кружок

Технологические особенности

Внутренняя поверхность колпачка лакируется шеллачно-спиртовым лаком¹⁷ – это улучшает адгезию ударного состава и защищает его от контакта с металлом.

Сторона покровного кружка, обращенная к составу, покрывается шеллачно-канифольным спиртовым лаком¹⁸ для надежного сцепления. При использовании пергамента лак может наноситься и с наружной стороны.

Толщина (высота) ударного состава – суммарная величина, включающая толщину покрытия, слоя ударного состава и дна колпачка. Этот параметр критичен для сопряжения с капсульным гнездом и не подлежит изменению [5].

Если требуется увеличить дозу ударного состава (например, при смене рецептуры), его располагают по периферии колпачка – для этого используют фигурный пуансон при прессовании.

Положение в гильзе (рис. 62):

- капсуль устанавливается в гнездо гильзы;
- наковальня выполнена как часть гильзы;
- воспламенение происходит через затравочные отверстия.

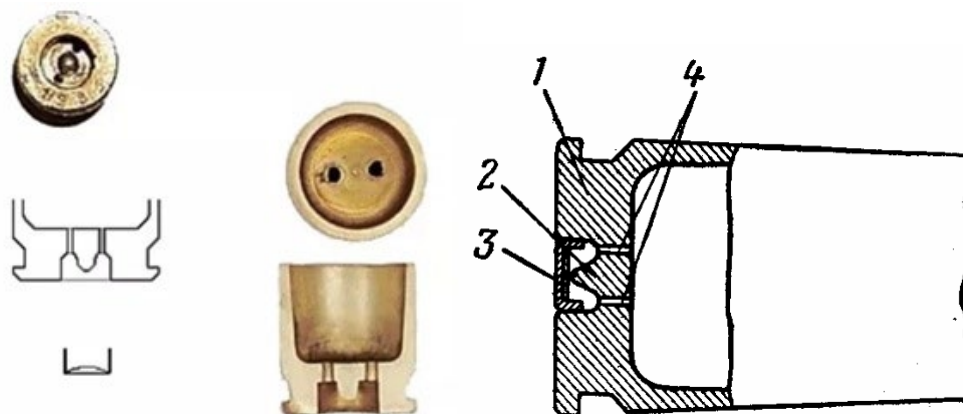


Рис. 62. Положение капсуля-воспламенителя в гильзе:

1 – корпус гильзы; 2 – наковальня; 3 – капсуль-воспламенитель; 4 – затравочные отверстия

¹⁷Раствор природной смолы шеллака в этиловом или изопропиловом спирте.

¹⁸Раствор шеллака и канифоли в этиловом спирте. Существуют разные марки таких лаков, например ЛШК-15 (массовая доля компонентов: шеллак – 12,6 %, канифоль – 2,4 %, этиловый спирт – 85 %); ЛШК-65 (шеллак – 50 %, канифоль – 15 %, этиловый спирт – 35 %).

Капсюли с собственной наковальней

Такие капсюли содержат наковальню в своей конструкции, что упрощает гильзу и повышает надежность воспламенения. Преимущественно используются для снаряжения охотничьих патронов.

Типовая конструкция (рис. 63):

- наковальня – элемент, о который разбивается ударный состав при ударе бойка;
- колпачок – металлическая оболочка, удерживающая состав;
- корпус – основная деталь капсюля;
- ударный состав – воспламеняющаяся смесь, расположенная между наковальней и колпачком.

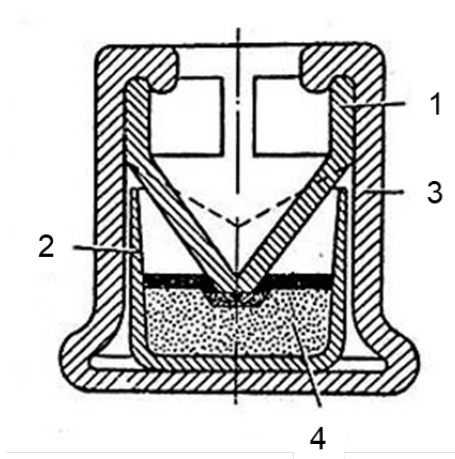


Рис. 63. Схема патронного капсюля с наковальней:

1 – наковальня; 2 – колпачок; 3 – корпус; 4 – ударный состав

Преимущества:

- повышенная чувствительность к удару;
- стабильность работы в широком диапазоне условий;
- упрощенная конструкция гильзы (достаточно одного центрального огнепроводного отверстия).

Примеры капсюлей с наковальней (рис. 64):

- «Жевело-М 1/100» – охотничий капсюль с составом на основе гремучей ртути;

– Cheddite CX 2000 1/1500 – мощный капсюль для быстрого пороха, с медной оболочкой и черным лаковым покрытием;

– КВ-21 – отечественный аналог «Жевело», с плоской наковальней, разработанный в 1978 г. для пороха «Сокол» (работоспособен от -50 до $+50$ °С).

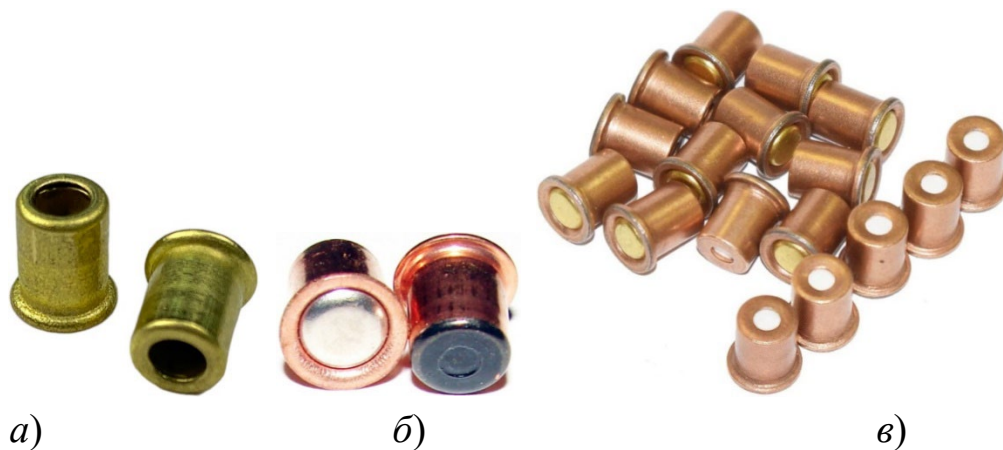


Рис. 64. Образцы патронных капсюлей-воспламенителей с наковальней:

а) «Жевело-М 1/100» (для снаряжения охотничьих патронов); *б)* Cheddite CX 2000 1/1500 (для снаряжения охотничьих патронов); *в)* КВ-21 (для снаряжения охотничьих патронов)

Гильза для капсюля с наковальней (рис. 65) имеет упрощенное капсюльное гнездо – без встроенной наковальни, с одним центральным отверстием.



Рис. 65. Гильза для капсюля-воспламенителя с наковальней

Итоги сравнения

Капсюли без наковальни: требуют сложной гильзы с наковальней и несколькими затравочными отверстиями; менее чувствительны к удару; чаще применяются с дымным порохом.

Капсюли с наковальней: упрощают гильзу; обеспечивают более надежное и стабильное воспламенение; предпочтительны для бездымного пороха и современного оружия.

6.3. Металлические материалы капсюлей

Ключевые требования к материалам

Материалы для колпачков капсюлей должны одновременно обеспечивать:

- обрабатываемость давлением (возможность холодной штамповки);
- баланс пластичности и твердости (чувствительность к удару бойка + устойчивость к прорыву при выстреле);
- стойкость к старению и растрескиванию (надежность при хранении и эксплуатации);
- минимальную химическую активность с компонентами ударного состава (либо возможность защиты покрытиями: лакированием, никелированием и т. п.).

Основные применяемые материалы

Латунь Л68.

Состав: 67–70 % Cu, 30–33 % Zn; допускается до 0,3 % Ni; суммарные примеси $\leq 0,2$ % (в том числе $\leq 0,1$ % Fe, $\leq 0,03$ % Pb, $\leq 0,005$ % P, As; следы S, As, Sb; Bi не допускается).

Механические свойства:

- временное сопротивление¹⁹ σ_B – 34–42 кгс/мм²;

¹⁹Напряжение, соответствующее наибольшей силе, которую может выдержать образец (максимальная нагрузка, предшествующая разрушению образца).

– относительное удлинение²⁰ $\delta = 30 \%$.

Применение: широко используется для колпачков военных патронных капсулей.

Особенности: взаимодействует с гремучей ртутью ударных составов во влажной среде, поэтому обязательно лакируется спиртовым шеллачным лаком с последующей сушкой [3].

Медь.

Применение: для колпачков охотничьих и минометных патронов, капсульных втулок, оболочек.

Преимущества: хорошая пластичность, удовлетворительная стойкость к коррозии.

Недостатки: мягче латуни, требует точного расчета толщины стенки для сохранения прочности при ударе и выстреле.

Томпак.

Состав: сплав меди с цинком (обычно 88–97 % Cu, 3–12 % Zn).

Применение: используется как заменитель латуни и меди в отдельных случаях.

Свойства: высокая пластичность, хорошая коррозионная стойкость, эстетичный внешний вид.

Железо (малоуглеродистая сталь).

Применение: ограничено, в основном для некоторых типов капсулей.

Особенности: требует защитных покрытий (никелирование, лакирование) из-за склонности к коррозии и взаимодействия с ударными составами.

Толщина материала: обычно 0,4–0,9 мм, в зависимости от назначения и мощности капсуля.

Более толстые стенки (0,7–0,9 мм) применяют для мощных капсулей, работающих при высоком давлении.

Тонкие стенки (0,4–0,6 мм) – для чувствительных капсулей с умеренной энергией воспламенения.

²⁰Характеристика, которая показывает, насколько материал может изменить свою длину при механической нагрузке до разрушения, по сравнению с его исходной длиной.

Материалы покрытий для ударного состава

Для защиты ударного состава и улучшения его работы используют фольговые кружки:

а) оловянистая фольга.

Состав: олово с добавкой 2–3 % сурьмы (для повышения твердости).

Преимущества: химическая инертность, хорошая пластичность, совместимость с ударными составами.

Применение: наиболее распространенный вариант;

б) свинцовая фольга, плакированная²¹ оловом.

Состав: свинцовая основа с поверхностным слоем олова (10–18 % от массы).

Преимущества: мягкость свинца обеспечивает плотное прилегание к ударному составу, оловянное покрытие защищает от окисления.

Недостатки: токсичность свинца, ограничения по экологическим нормам.

Вывод

Латунь Л68 – основной материал для военных капсюлей, требует лакирования.

Медь и томпак – распространены в охотничьих и специальных патронах.

Железо – ограничено, с защитными покрытиями.

Толщина колпачка подбирается под мощность капсюля (0,4–0,9 мм).

Фольговые покрытия (оловянистые или свинцово-оловянные) защищают ударный состав и улучшают его срабатывание.

6.4. Ударные (накольные) составы

Ключевые требования к ударным составам

Ударный состав должен обеспечивать надежное и безопасное функционирование капсюля. К нему предъявляют следующие требования:

– достаточная чувствительность к удару/наколу – для безотказного

²¹Нанесение на поверхность детали слоя, состоящего из другого сплава или чистого металла. Он предназначен для защиты или придания дополнительных характеристик.

срабатывания;

– безопасность в служебном обращении – устойчивость к случайным воздействиям (тряска, удары, перепады температур);

– необходимая воспламеняющая способность – гарантированное воспламенение порохового заряда без затяжных выстрелов и с нормальными баллистическими характеристиками;

– химическая стойкость при хранении – отсутствие самопроизвольных реакций между компонентами;

– отсутствие взаимодействия с металлическим колпачком капсюля;

– минимальное вредное воздействие продуктов разложения на ствол оружия – предотвращение коррозии и нагара.

Состав и функции компонентов

Ударный состав – это смесь инициирующего взрывчатого вещества (ИВВ) и регулирующих добавок. Основные компоненты перечислены ниже.

1. Инициирующее взрывчатое вещество (основа):

– обеспечивает первичную вспышку при ударе;

– типичный пример: гремучая ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$.

2. Окислитель:

– поставляет кислород для полного сгорания других компонентов;

– пример: хлорат калия KClO_3 (бертолетова соль).

3. Горючее:

– повышает температуру пламени и формирует «луч огня» с раскаленными частицами;

– пример: антимоний Sb_2S_3 (сульфид сурьмы).

4. Дополнительные добавки (в зависимости от рецептуры):

– сенсibilизаторы – повышают чувствительность к удару (например, тетразен);

– флегматизаторы – снижают чувствительность для безопасности;

– связующие – улучшают сыпучесть и дозировку по объему.

Типовые рецептуры

Наиболее распространены гремучертутно-хлоратные составы с антимонием. Пример состава для винтовочного патрона:

- гремучая ртуть – 16 %;
- хлорат калия – 55,5 %;
- антимоний – 28,5 %.

Преимущества таких составов:

- достаточная чувствительность к удару;
- относительная безопасность в обращении;
- надежный «луч огня» для воспламенения пороха;
- стабильность при хранении;
- простота изготовления и невысокая стоимость.

Недостатки классических составов

При сгорании образуются вредные продукты, особенно хлористый калий (KCl):

- гигроскопичен – впитывает влагу из воздуха;
- образует ионы хлора, вызывающие коррозию ствола;
- пригорает к стенкам канала ствола, ухудшая его состояние [3].

Современные альтернативы

Для устранения коррозии разработаны неоржавляющие (некорродирующие) составы. Типичные компоненты:

- стифнат свинца (ТНРС) вместо гремучей ртути;
- нитрат бария вместо хлората калия (окислитель);
- антимоний с добавками алюминия – горючее.

Преимущества:

- отсутствие хлоридов – нет коррозии ствола;
- стабильное воспламенение без затяжных выстрелов.

Недостатки:

- повышенное содержание свинца и других тяжелых металлов;
- более сложная технология производства.

Параметры применения

Масса ударного состава в капсюле: 0,02–0,13 г (в зависимости от мощности капсюля).

Давление прессования: 1 100–1 400 кгс/см² – обеспечивает прочность дозы и чувствительность к удару.

Форс пламени – ключевой параметр, объединяющий:

- длину луча огня;
- продолжительность действия;
- температуру и количество тепла.

Чем больше форс пламени, тем надежнее воспламенение пороха.

Вывод

Ударный состав – критически важный элемент капсюля, определяющий надежность и безопасность выстрела.

Классические гремухертутно-хлоратные составы просты и дешевы, но вызывают коррозию ствола.

Современные неоржавляющие составы решают проблему коррозии, но сложнее в производстве и содержат тяжелые металлы.

Выбор рецептуры зависит от типа оружия, пороха и требований к живучести ствола.

6.5. Чувствительность капсюлей к удару и наколу

Чувствительность капсюля – критически важный параметр: он должен срабатывать безотказно при штатном ударе бойка, но не воспламеняться от случайных сотрясений.

Факторы, влияющие на чувствительность

Чувствительность капсюля к удару/наколу определяется комплексом параметров:

1) свойства ударного состава:

– чувствительность инициирующего вещества (например, гремучей ртути или стифната свинца);

– соотношение компонентов (окислитель, горючее, добавки);

– степень измельчения частиц (чем мельче, тем выше чувствительность);

– плотность запрессовки (давление прессования: обычно 1 100–1 400 кгс/см²).

2) конструкция капсюля:

– толщина дна колпачка и покрытия;

– механические свойства материала колпачка (латунь, медь, сталь);

– глубина посадки капсюля в гильзе;

– форма и размеры наковальни (для капсюлей с наковальной).

3) параметры ударного механизма оружия:

– форма, размеры и выход бойка;

– кинетическая энергия бойка (зависит от силы боевой пружины);

– точность совмещения бойка с центром капсюля.

Оценка чувствительности: верхние и нижние пределы

Из-за множества влияющих факторов надежную оценку дают только опытные испытания на специальных копрах. Чувствительность характеризуют двумя пределами:

1) *нижний предел чувствительности* (предел безопасности):

– это максимальная высота падения груза предельного веса, при которой капсюль еще не воспламеняется;

– гарантирует, что капсюли не сработают при транспортировке, хранении, снаряжении патронов и случайных сотрясениях;

– служит критерием безопасности в обращении.

2) *верхний предел чувствительности* (предел безотказности):

- это минимальная высота падения того же груза, при которой все капсулы безотказно воспламеняются;
- обеспечивает надежное срабатывание в оружии даже при минимально допустимой силе боевой пружины;
- служит критерием надежности действия.

Методика испытаний

Подготовка образцов:

- капсулы устанавливают в гильзы, соответствующие чертежам и ТУ на валовые гильзы;
- используют бойковые устройства, отвечающие требованиям чертежей и ТУ.

Проведение опытов:

- груз определенной массы сбрасывают с заданной высоты на капсулю;
- для каждого предела (нижнего и верхнего) испытывают по 100 капсулей – это дает статистически достоверные результаты;
- высоту падения груза задают по ТУ для конкретного типа капсулей.

Анализ результатов:

- фиксируют количество воспламенений при каждой высоте падения;
- определяют границы пределов чувствительности;
- сравнивают с нормативными значениями из ТУ.

Практическое значение пределов

Предел безопасности предотвращает:

- самопроизвольные срабатывания при транспортировке и хранении;
- ложные выстрелы из-за ударов, вибрации, падения патронов.

Предел безотказности гарантирует:

- надежное воспламенение порохового заряда в оружии;

– отсутствие затяжных выстрелов и осечек при штатных условиях стрельбы [3].

Вывод

Чувствительность капсюля – компромисс между безопасностью (не срабатывать случайно) и надежностью (срабатывать всегда при ударе бойка).

Ее определяют экспериментально на копрах, используя 100 образцов для каждого предела.

Нижний предел (безопасность) и верхний предел (безотказность) – ключевые критерии оценки качества и пригодности капсюлей к эксплуатации.

7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ИЛИ СОЗДАНИЮ ПАТРОНОВ

1. Исходная стадия: постановка задачи и оформление договорных отношений.

Формирование темы ОКР

Определяются конкретные требования к патрону (баллистические характеристики, тип оружия, условия применения, ресурс, стоимость и т. д.). Тема фиксируется в техническом задании (ТЗ).

Заключение договора

Между заказчиком (например, Минобороны, МВД, коммерческим заказчиком) и исполнителем (НПО, КБ, заводом) заключается договор, где прописываются:

- предмет работ;
- этапы и сроки выполнения;
- объем и порядок приемки;
- ответственность сторон;
- условия интеллектуальной собственности.

2. Подготовительный этап: планирование и проектирование.

Разработка плана-графика ОКР

Включает этапы, сроки, ответственных, контрольные точки, бюджет.

Создание конструкторской документации (КД).

Разрабатываются:

- чертежи деталей и сборочных единиц (гильзы, пули, капсюля, порохового заряда);
- спецификации;
- расчеты прочности, баллистики, безопасности;

- 3D-модели и виртуальные симуляции (при необходимости).

Разработка технологической документации (ТД)

Описываются:

- маршруты изготовления;
- оборудование и оснастка;
- контрольные операции;
- нормы расхода материалов.

Программа испытаний

Утверждается перечень и методика проверок:

- стендовые;
- стрелковые;
- климатические;
- ресурсные;
- на безопасность и надежность.

3. Изготовление и отработка опытных образцов.

Изготовление опытной партии

По КД и ТД изготавливаются опытные патроны (обычно 100–1000 шт. в зависимости от задачи).

Предварительные (заводские) испытания

Проверяются:

- геометрические параметры;
- масса и баланс;
- герметичность;
- начальные баллистические показатели.

Доработка конструкции

По результатам испытаний вносятся изменения в КД и ТД, изготавливаются новые партии (итерации до достижения ТЗ).

4. Официальные испытания.

Предварительные испытания

Проводятся исполнителем с участием заказчика. Цель – подтвердить соответствие основным параметрам ТЗ.

Приемочные испытания

Выполняются комиссией заказчика. Включают:

- стрельбу из штатного оружия;
- проверку кучности, дальности, пробиваемости;
- оценку безопасности (отсутствие разрывов, затяжных выстрелов);
- контроль стабильности партии.

Специальные испытания (по требованию ТЗ):

- на влагостойкость, морозостойкость, жаростойкость;
- стойкость к дезактивации (для военных патронов);
- совместимость с приборами бесшумной стрельбы и т. п.

5. Оформление результатов и передача в производство.

Отчетная документация

Исполнитель готовит:

- отчет о НИР/ОКР;
- протоколы испытаний;
- акты приемки;
- рекомендации по серийному производству.

Утверждение документации

Заказчик согласовывает КД, ТД, ТУ (технические условия), инструкции по применению.

Передача в серийное производство:

- оформляется акт приемки ОКР;
- передается комплект документации заводу-изготовителю;

– проводятся квалификационные испытания первой промышленной партии.

б. Сопровождение серийного производства.

Авторский надзор

Исполнитель контролирует:

- соответствие продукции КД и ТУ;
- стабильность технологических процессов;
- устранение замечаний.

Доработки в ходе эксплуатации

При выявлении недостатков – корректировка документации, повторные испытания.

Ключевые документы (примеры ГОСТ):

- ГОСТ РВ 15.203 – порядок разработки военной техники;
- ГОСТ Р 15.301 – порядок постановки на производство;
- ГОСТ 2.102 – виды конструкторских документов;
- ГОСТ 3.1102 – виды технологических документов;
- ТУ (технические условия) – основной норматив для серийного выпуска.

Таким образом, порядок выполнения работ включает:

- постановку задачи и договор;
- проектирование и планирование;
- изготовление и отработку опытных образцов;
- официальные испытания;
- оформление результатов и передачу в серию;
- сопровождение производства.

Каждый этап фиксируется в документации и контролируется заказчиком. Цель – обеспечить соответствие патрона ТЗ при гарантированной безопасности и надежности.

7.1. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ

Этапы ОКР (базовый порядок) [3]

1. Разработка эскизного проекта:

- заключение договора между заказчиком и исполнителем;
- разработка программы выполнения ОКР;
- создание эскизной конструкторской документации на патрон;
- проведение расчетных и экспериментальных работ;
- изготовление опытных образцов;
- выполнение патентно-информационного поиска (проверка новизны, отсутствие нарушений чужих прав);
- формирование технического задания (ТЗ/ТТЗ) (разрабатывается заказчиком, согласовывается с исполнителем);
- составление калькуляции ориентировочной стоимости работ;
- подготовка плана работ с этапами, сроками и исполнителями.

2. Разработка технического проекта.

- анализ вариантов технологических процессов изготовления опытных партий;
- изготовление опытных партий патронов;
- проведение оценочных испытаний (проверка соответствия ТЗ);
- выбор оптимального варианта конструкции патрона;
- разработка маршрутных технологических процессов;
- создание чертежей рабочего и измерительного инструмента;
- корректировка КД по результатам испытаний.

3. Разработка рабочей конструкторской документации (РКД):

- изготовление опытной партии для предварительных испытаний;
- составление программы предварительных испытаний (см. ниже);
- проведение предварительных испытаний (оценка базовых характеристик, надежности, безопасности).

4. Корректировка документации по результатам предварительных испытаний:

- доработка КД и технологической документации (ТД);

– изготовление опытной партии для государственных/сертификационных испытаний.

5. Государственные (приемные) испытания:

- проведение испытаний организацией-заказчиком в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации;
- оценка боевых возможностей и соответствия ТТЗ;
- составление акта комиссии с выводами о возможности принятия изделия на вооружение/в производство.

Ключевые документы

1. План-график выполнения ОКР (разрабатывается совместно заказчиком и исполнителем):

- наименования этапов и основных работ;
- исполнители и изготовители опытных образцов;
- сроки выполнения;
- количество изделий в опытной партии;
- объем работ и необходимое оборудование.

2. Программа испытаний (единый документ для каждой категории испытаний):

- объект испытания;
- цель испытания;
- общие положения;
- объем испытания;
- условия и порядок проведения;
- материально-техническое и метрологическое обеспечение;
- форма отчетности.

3. Конструкторская документация:

- комплект рабочих чертежей (в масштабах 1 : 1, 2 : 1, 2,5 : 1, 5 : 1 по ЕСКД²²);
- технические условия;
- чертежи контрольно-измерительного инструмента;

²²Единая система конструкторской документации, комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

- упаковочные чертежи;
- спецификация;
- сборочный чертеж патрона (с техническими требованиями и основными характеристиками);
- ведомость спецификации и ссылочных документов.

4. Маркировка патрона:

- условный знак изготовителя;
- калибр;
- год изготовления (указывается на гильзе, донной части или корпусе).

Особенности проведения испытаний

Предварительные испытания:

- проводятся исполнителем с участием заказчика;
- проверяют базовые параметры (геометрия, масса, баллистика, безопасность);
- по итогам – корректировка КД и ТД.

Государственные испытания:

- организуются заказчиком;
- комиссия оценивает соответствие ТТЗ в реальных условиях;
- исполнитель предоставляет:
 - а) РКД;
 - б) отчет о предварительных испытаниях;
 - в) паспорт (формуляр) приемо-сдаточных испытаний опытной партии;
 - г) по результатам – акт с рекомендацией о принятии на вооружение/в производство.

Важные нюансы

Гибкость этапов: в зависимости от сложности ОКР этапы могут совмещаться или исключаться (например, эскизный и технический проекты часто разрабатывают параллельно).

Итерации²³: доработка конструкции и документации может повторяться несколько раз до достижения требований ТЗ.

Ответственность:

- заказчик: формулирует ТЗ, организует госиспытания, принимает решение о внедрении;
- исполнитель: разрабатывает КД/ТД, изготавливает образцы, проводит предварительные испытания.

Итоги

Порядок ОКР включает:

- эскизное и техническое проектирование;
- разработку РКД и изготовление опытных партий;
- предварительные и государственные испытания;
- корректировку документации и принятие решения о серийном производстве.

Каждый этап фиксируется в документах, контролируется заказчиком и направлен на обеспечение соответствия патрона ТЗ при гарантированной надежности и безопасности.

7.2. Разработка технических условий на изготовление (модернизацию) патрона

Общие положения

Технические условия – нормативный документ, устанавливающий комплекс требований к конкретному изделию (или группе изделий), порядок его приемки, методы контроля, условия эксплуатации, хранения, транспортировки и гарантии изготовителя.

ТУ разрабатываются:

- при отсутствии ГОСТ на данный тип продукции;

²³От лат. *iteratio* («повторение») – повторение процесса или действия несколько раз с целью улучшения результата

- при необходимости уточнить/дополнить требования ГОСТ применительно к конкретной модели патрона;
- при создании принципиально нового или модернизированного изделия.

Важно: требования ТУ не должны противоречить обязательным нормам государственных стандартов и технических регламентов.

Обозначение и структура ТУ

Обозначение ТУ присваивается по ГОСТ 2.201. Структура документа должна включать следующие разделы (в указанной последовательности).

1. Вводная часть:

- наименование продукции (например, «Патрон 7,62×54 мм R с пулей со стальным сердечником»);
- назначение (для какого оружия, каких задач);
- область применения (военные, охотничьи, спортивные и т. д.);
- условия эксплуатации (температурный диапазон, влажность, допустимые режимы стрельбы и пр.).

2. Технические требования.

Подразделы:

- основные параметры и характеристики (калибр, масса патрона, длина, начальная скорость пули, давление в канале ствола, кучность, дальность эффективного огня и т. д.);
- требования к сырью, материалам и покупным изделиям (марки металлов для гильзы, капсюля, пули; тип пороха; требования к антикоррозионному покрытию; стандарты на капсюли-воспламенители и т. п.);
- комплектность (что входит в поставку: патроны, упаковка, документация);
- маркировка (что и где наносится: калибр, завод-изготовитель, год выпуска, партия, обозначение ТУ для гражданских патронов);
- упаковка (тип тары, количество патронов в коробке/ящике, требования к герметичности, влагозащите и т. п.).

3. Требования безопасности:

- допустимые уровни давления и энергии;

- меры предосторожности при хранении, транспортировке, стрельбе;
- ограничения по использованию (например, запрет на применение в оружии с изношенным стволом);

- требования к защите от несанкционированного доступа (для военных патронов).

4. Требования охраны окружающей среды:

- нормы по выделению вредных веществ при стрельбе;
- правила утилизации отстрелянных гильз и неисправных патронов;
- требования к производственным процессам (снижение выбросов, отходов).

5. Правила приемки:

- виды контроля (приемо-сдаточный, периодический, типовой);
- порядок предъявления партии на приемку;
- объем выборки для испытаний;
- критерии забракования партии;
- места простановки клейм, штампов, пломб, подтверждающих приемку.

6. Методы контроля:

- перечень проверок (геометрия, масса, баллистика, безопасность, герметичность и т. д.);
- методики испытаний (с ссылками на ГОСТ или описание в ТУ);
- оборудование и средства измерения (тип приборов, погрешность, диапазон);
- порядок отбора проб;
- алгоритмы обработки результатов;
- критерии соответствия (допустимые отклонения, предельные значения).

Примечание: если метод контроля регламентирован ГОСТ, в ТУ дается ссылка на стандарт без дублирования методики.

7. Транспортирование и хранение:

- условия перевозки (температура, влажность, защита от ударов, влаги);
- типы транспорта и тары;

– сроки и условия хранения (температура, влажность, складские режимы);

– гарантии сохранности характеристик в течение срока хранения.

8. Указания по эксплуатации:

– порядок заряжания оружия;

– рекомендации по уходу за оружием после стрельбы (очистка от нагара, коррозионных продуктов);

– ограничения по режиму огня (очередями, темпу стрельбы);

– признаки непригодности патрона к применению.

9. Гарантии изготовителя:

– гарантийный срок хранения (например, 10 лет при соблюдении условий);

– гарантийный срок эксплуатации (количество выстрелов, при котором сохраняются параметры);

– условия утраты гарантии (нарушение правил хранения, эксплуатации, вскрытие упаковки и т. п.).

Приложения к ТУ:

– перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в ТУ (ГОСТ, ОСТ, ТУ на материалы, методы испытаний и т. д.);

– описание специализированного оборудования, стендов, приспособлений для контроля и испытаний;

– формы протоколов испытаний, актов приемки, журналов учета;

– чертежи упаковочных средств, схем укладки в тару.

Порядок разработки и утверждения ТУ

1. Инициация: решение заказчика/изготовителя о необходимости ТУ.

2. Сбор исходных данных: анализ ТЗ, ГОСТ, опыта эксплуатации аналогов, требований заказчика.

3. Разработка проекта ТУ: составление текста, таблиц, чертежей, приложений.

4. Нормоконтроль: проверка соответствия ГОСТ, ЕСКД, техническим регламентам.

5. Согласование: с заказчиком, органами госконтроля (если требования относятся к их компетенции), смежными подразделениями (технолог, метролог, ОТК).

6. Утверждение подписью ответственного лица (главного конструктора, технического директора) и печатью организации.

7. Регистрация (при необходимости) в реестре организации или отраслевом каталоге.

Важные нюансы

Нумерация разделов и подразделов – арабскими цифрами без точек, в пределах всего документа (например, 5.1, 5.2 – подразделы раздела 5).

Маркировка патронов – обязательна на гильзе (калибр, завод, год) и на упаковке (партия, количество, ТУ).

Обновление ТУ – при изменении конструкции, материалов, технологий, требований безопасности. Порядок внесения изменений – по ГОСТ Р 1.3-2018.

Ответственность за содержание ТУ несет организация-разработчик (изготовитель или проектная организация).

Вывод

Разработка ТУ – ключевой этап создания/модернизации патрона. Документ:

- фиксирует требования к качеству, безопасности, эксплуатации;
- служит основой для приемки, контроля, сертификации;
- обеспечивает единообразие производства и предсказуемость характеристик изделия.

Результат: утвержденный комплект ТУ, включающий все обязательные разделы, приложения и согласования.

7.3. Разработка технических требований к патронам

1. Условия эксплуатации.

Температурный диапазон: от –50 до +50 °С (гарантированная работоспособность).

Гарантийный срок хранения: устанавливается в ТУ (обычно 10 лет при соблюдении условий).

Климатическая стойкость: работоспособность после воздействия влаги, пыли, соляного тумана, перепадов температур.

2. Требования к надежности и безопасности.

Недопустимые дефекты и отказы:

- разрушение элементов патрона (гильзы, пули, капсюля);
- застревание пули в канале ствола;
- затяжной выстрел (отсутствие выстрела в течение 2 с);
- продольные трещины через фланец и проточку гильзы;
- поперечные трещины под фланцем гильзы;
- отрыв фланца гильзы;
- неизвлечение гильзы;
- срабатывание капсюля от инерционного накола (без удара бойка);
- срыв пули с нарезов или ее демонтаж в стволе/на траектории.

Допустимые задержки (легкоустраняемые):

- для боевых патронов: не более 0,3 %;
- для гражданских патронов: не более 1 %.

3. Баллистические параметры.

Начальная скорость пули V_0 :

- выбирается из условия достаточности кинетической энергии для поражения цели;
- обеспечивает оптимальную настильность траектории.

Разброс скоростей ΔV :

- для серийных патронов: $\Delta V = 30\text{--}40$ м/с (разность между наибольшей и наименьшей скоростями);
- пример для 7,62-миллиметрового патрона образца 1943 г.: $V_0 = 710\text{--}725$ м/с ($\Delta V = 15$ м/с).

Максимальное давление пороховых газов нормируется отдельно для ручного оружия и станковых пулеметов (в соответствии с ГОСТ или ТТЗ).

Кучность стрельбы устанавливается исходя из назначения патрона (например, для снайперских патронов – выше, для автоматных – ниже).

4. Геометрические параметры и допуски.

Диаметр пули:

- при глубине нарезов 0,1 мм допуск $\pm 0,03$ мм;
- при глубине нарезов 0,15–0,05 мм допуск уточняется расчетом.

Длина гильзы:

- общие патроны: 0,12–0,35 мм;
- пистолетные патроны: 0,15–0,25 мм.

Длина патрона:

- общие: 0,7–1,5 мм;
- пистолетные: 0,26–0,52 мм.

Диаметр фланца гильзы:

- допуск: 0,1–0,18 мм;
- для патронов с выступающим фланцем: 0,3 мм.

5. Объем гильзы (W):

- пистолетные патроны: 0,72 см³ (9×17) – 1,05 см³ (7,62×25);
- малоимпульсные: 1,72 см³ (5,45) – 1,84 см³ (5,56);
- промежуточные: 2,21–2,25 см³;
- винтовочные: 3,49–4,10 см³;
- крупного калибра: 16,0–41,0 см³.

6. Материалы и покрытие.

Гильза: латунь Л68, медь, томпак или сталь с антикоррозионным покрытием (лакирование, никелирование).

Пуля: свинец с оболочкой из томпака, биметалла или стали.

Капсюль: латунь, медь, сталь с защитным покрытием.

Покрытие: шеллачно-спиртовой лак, оловянное или никелевое покрытие (для защиты от коррозии и взаимодействия с ударным составом).

7. Маркировка.

На гильзе или упаковке указываются:

- калибр;
- завод-изготовитель (товарный знак);
- год выпуска;
- номер партии;
- обозначение ТУ (для гражданских патронов).

8. Методы контроля.

Геометрические параметры: измерение микрометром, штангенциркулем, калибрами.

Баллистические характеристики: стрельба на баллистическом стволе с хронографом.

Давление газов: измерение пьезодатчиками или крешерными методами.

Кучность: стрельба сериями (10–20 выстрелов) на мишень с замером рассеивания.

Надежность: испытания на безотказность (1 000+ выстрелов) в экстремальных условиях.

9. Приемка и гарантийные обязательства.

Объем выборки: определяется по ГОСТ или ТУ (например, 0,1–1 % от партии).

Критерии забракования: превышение допустимого числа задержек, несоответствие V_0 или давления.

Гарантии:

- срок хранения (например, 10 лет);
- количество выстрелов без отказа (например, 10 000 для пулеметных патронов).

10. Нормативные ссылки.

Требования опираются:

- на ГОСТ РВ 15.203 (Порядок разработки военной техники);
- ГОСТ 28653–90 (Оружие стрелковое. Термины и определения);
- ГОСТ Р 50530–2010 (Патроны к стрелковому оружию. Требования безопасности);
- ТТЗ (тактико-техническое задание) заказчика.

Таким образом, технические требования к патронам должны охватывать:

- эксплуатационные условия (± 50 °С, гарантийный срок);
- надежность и безопасность (недопустимые и допустимые отказы);
- баллистику (V_0 , ΔV , давление, кучность);
- геометрию (допуски на размеры, объем гильзы);
- материалы и покрытие;
- маркировку и документацию;
- методы контроля и приемки.

Результат: комплект ТУ с четкими, измеримыми критериями, обеспечивающими совместимость, безопасность и эффективность патрона.

7.4. Разработка технического задания на проектирование патрона

1. Титульный лист:

- наименование ОКР (например, «Разработка патрона 5,45 мм с повышенной пробиваемостью»);
- номер и шифр ОКР (присваивается заказчиком);
- степень защиты («Для служебного пользования», «Секретно», «Коммерческая тайна»);
- утверждающая подпись («Утверждаю», должность, ФИО, дата, печать);
- согласующая подпись («Согласовано», должность, ФИО, дата, печать организации-заказчика).

2. Наименование и основание для выполнения ОКР:

- полное наименование ОКР (с указанием калибра, типа пули, назначения);
- шифр источника финансирования (номер договора, госпрограмма, ведомственный заказ);
- основание (ссылка на ТТЗ заказчика; решение коллегии Минобороны/МВД; программу вооружения/модернизации).

3. Цель и задачи ОКР.

Цель: создание/модернизация патрона, обеспечивающего заданные характеристики при соблюдении требований надежности, безопасности и технологичности.

Задачи (примерный перечень):

- разработать конструкцию гильзы, пули, капсюля, порохового заряда;
- рассчитать баллистические параметры (V_0 , p_m , E_0);
- обеспечить надежность функционирования автоматики оружия в диапазоне ± 50 °С;
- подтвердить соответствие требованиям по кучности, бронепробиваемости, безопасности;
- подготовить КД и ТД для серийного производства.

Итоговый результат: опытный образец патрона, комплект КД/ТД, отчет об испытаниях.

4. Технические требования к патрону.

4.1. Состав патрона:

- пуля (тип, материал, масса);
- гильза (материал, форма, объем W);
- капсюль-воспламенитель (тип, чувствительность);
- порох (марка, масса заряда, плотность заряжания).

4.2. Баллистические характеристики:

- начальная скорость пули V_0 , м/с (на дистанции 10 м или 25 м);
- разброс по скорости ΔV , м/с (например, 30...40 м/с);
- максимальное давление пороховых газов:

1) p_m (наибольшее), бар;

2) p_m ср (среднее), бар;

3) Δp , МПа (разброс);

- кинетическая энергия пули E_0 , Дж (расчетная).

4.3. Требования по назначению:

- основное назначение (боевой, охотничий, спортивный);
- характеристика рассеивания (кучность):
- дальность стрельбы, м;
- число серий/выстрелов в серии;

- допустимый радиус рассеивания, см;
- проникающая способность/бронепробиваемость (указать стандарт или метод испытания);
- сопрягаемость траектории с основной пулей (дальность согласования, м).

4.4. Надежность и безотказность:

- безотказность работы автоматики оружия: не менее 99,7 % (для боевых), 99 % (для гражданских);
- прочность гильзы и пули (отсутствие трещин, отрывов, деформаций);
- герметизация патронов (индивидуальная или групповая).

4.5. Требования по эксплуатации и хранению:

- гарантийный срок хранения, лет (например, 10 лет);
- условия хранения (температура, влажность, защита от света/воды);
- транспортирование: виды транспорта, тара, ударопрочность.

4.6. Требования по безопасности:

- отсутствие самопроизвольного срабатывания капсюля;
- безопасность при падении, ударе, воздействии огня;
- предельно допустимые уровни давления и энергии (со ссылкой на ГОСТ/ТТЗ).

4.7. Требования по стандартизации и унификации:

- применение стандартизованных материалов и комплектующих;
- совместимость с существующими технологическими процессами и оборудованием.

4.8. Требования по технологичности:

- возможность изготовления на типовом оборудовании серийного производства;
- минимизация уникальных операций и оснастки;
- контроль качества по стандартным методикам.

4.9. Справочные данные

- объем гильзы W , см³ (например, 1,72–1,84 для 5,45 мм);
- плотность заряжания, г/см³;
- тип капсюля-воспламенителя (марка, стандарт).

5. Порядок выполнения ОКР.

Этапы (со сроками):

- эскизный проект (расчеты, макетирование, патентный поиск);
- технический проект (КД, изготовление опытных образцов);
- предварительные испытания (корректировка КД);
- государственные испытания (приемка заказчиком);
- доработка документации, передача в серию.

Контрольные точки: согласование КД, отчеты по испытаниям, акт приемки.

6. Требования к разрабатываемой документации.

Конструкторская документация (КД):

- рабочие чертежи (гильза, пуля, капсюль, сборка патрона);
- спецификации;
- технические условия;
- ведомости ссылочных документов.

Технологическая документация (ТД):

- маршрутные карты;
- инструкции по контролю;
- нормы расхода материалов.

Отчетные документы:

- отчет о НИР/ОКР;
- протоколы испытаний;
- акт приемки опытной партии.

7. Порядок корректировки ТЗ.

Изменения вносятся по согласованию с заказчиком.

Форма – дополнение к ТЗ с указанием:

- номера и даты утверждения;
- сути изменений;
- причин корректировки;

– подписей ответственных лиц.

8. *Приложения* (обязательные).

Форма 1. Таблица основных параметров патрона (калибр, масса, V_0 , p_m , E_0 , кучность, бронепробиваемость).

Форма 2. Перечень стандартов и нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТТЗ).

Форма 3. План-график выполнения ОКР (этапы, сроки, исполнители).

Форма 4. Методика испытаний (баллистических, на надежность, безопасность).

9. *Согласование и утверждение.*

Составитель: организация-исполнитель (главный конструктор, руководитель проекта).

Согласовывает: заказчик (представитель вооружения, метролог, технолог).

Утверждает: руководитель организации-заказчика (или уполномоченное лицо).

Вывод

Техническое задание – ключевой документ, определяющий:

- цели и задачи ОКР;
- технические требования к патрону (баллистика, надежность, безопасность);
- порядок разработки и испытаний;
- состав документации для передачи в серию.

Результат: утвержденное ТЗ, служащее основанием для договора, планирования работ и приемки результатов ОКР.

8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА ПАТРОНОВ К СТРЕЛКОВОМУ ОРУЖИЮ

I. Общие принципы.

Кто проводит: работники ОТК (отдела технического контроля) завода-изготовителя в присутствии представителя заказчика.

Основа: ГОСТ Р 50530–2015 и иные действующие стандарты, ТТЗ, ТУ на конкретный патрон.

Цель: подтвердить соответствие партии патронов требованиям безопасности, баллистики, надежности и эксплуатационных характеристик.

II. Категории контрольных испытаний.

1. Приемно-сдаточные.

Проводятся для каждой партии перед отгрузкой.

Объем: выборочный контроль (согласно нормативам ГОСТ).

Цель: убедиться, что партия соответствует базовым требованиям (геометрия, масса, безопасность, начальная скорость, давление).

Результат: акт приемки/отбраковки партии.

2. Периодические.

Проводятся через установленные интервалы времени (например, раз в квартал/год) или после определенного объема выпуска.

Цель: проверить стабильность технологического процесса, подтвердить долговременную надежность и безопасность.

Объем: расширенный набор испытаний, включая климатические и ресурсные тесты.

Результат: протокол с выводами о сохранении характеристик.

3. Типовые.

Проводятся при изменении конструкции, материалов или технологии изготовления.

Цель: оценить влияние изменений на ключевые параметры патрона.

Объем: полный цикл испытаний, включая баллистические, механические и климатические.

Результат: заключение о допустимости изменений.

4. Квалификационные.

Проводятся при освоении производства нового патрона или после капитального ремонта линии.

Цель: подтвердить готовность производства выпускать патроны заданного качества.

Объем: максимально полный комплекс испытаний, включая экстремальные режимы.

Результат: акт квалификации производства.

III. Виды испытаний в рамках категорий.

Визуальные:

- проверка внешнего вида гильзы, пули, капсюля;
- отсутствие трещин, вмятин, коррозии, заусенцев;
- четкость маркировки.

Измерительные:

- контроль геометрических параметров (длина гильзы, диаметр фланца, масса патрона, масса пули/пороха);
- допуски согласно ТУ (например, длина гильзы: 0,12–0,35 мм, диаметр фланца: 0,1–0,18 мм).

Механические:

- прочность гильзы (устойчивость к раздутию, разрыву);
- надежность крепления пули в гильзе;
- работоспособность капсюля (чувствительность к удару).

Климатические:

- испытания на стойкость к температурам ± 50 °С;
- влагостойкость (выдержка при 95 % влажности);
- морозостойкость (стрельба после заморозки);
- теплостойкость (стрельба после нагрева).

Баллистические:

- измерение начальной скорости пули V_0 (на дистанции 10/25 м);
- определение максимального давления пороховых газов p_m , (в бар или МПа);
- расчет кинетической энергии E_0 ;

– оценка разброса скоростей ΔV (например, 30–40 м/с).

На надежность и эффективность при стрельбе:

- безотказность работы автоматики оружия (допустимые задержки: $\leq 0,3$ % для боевых, ≤ 1 % для гражданских);
- кучность стрельбы (радиус рассеивания на заданной дальности);
- пробивная способность/бронепробиваемость (для боевых патронов);
- отсутствие застревания пули, разрыва гильзы, прорыва газов.

IV. Порядок проведения контроля.

Отбор образцов:

- согласно ГОСТ Р 50530–2015 (например, для патронов центрального боя – не более 50 000 шт. в партии);
- выборка формируется случайно, документируется.

Подготовка к испытаниям:

- калибровка оборудования (хронографы, датчики давления, микрометры);
- проверка условий среды (температура, влажность);
- осмотр и сортировка образцов.

Проведение испытаний:

- по утвержденным методикам (ГОСТ, ТУ, программы испытаний);
- фиксация данных в журналах/протоколах;
- фото/видеофиксация критических моментов (например, разрушения гильзы).

Анализ результатов:

- сравнение с нормативами;
- расчет статистических показателей (среднее, СКО, доверительные интервалы);
- выявление трендов (например, дрейф V_0 или p_m).

Принятие решения:

- приемка партии – если все параметры в допуске;
- отбраковка – если хотя бы один параметр вне нормы;
- доработка – при частичных отклонениях (с повторным контролем).

V. Оформление результатов.

Документы

Протокол испытаний (обязательные данные):

- номер и дата протокола;
- тип патрона, номер партии;
- дата изготовления партии;
- объем выборки;
- условия испытаний (температура, оружие, оборудование);
- результаты по каждому виду испытаний;
- заключение (приемка/отбраковка);
- подписи ответственных (ОТК, представитель заказчика).

Акт приемки партии (для приемо-сдаточных испытаний):

- номер партии, количество патронов;
- дата изготовления и отгрузки;
- штамп ОТК, печать заказчика;
- ссылки на протоколы испытаний.

Журнал контроля (для внутреннего учета):

- хронология испытаний;
- статистика брака;
- замечания технологов.

VI. Критерии отбраковки.

Патрон/партия считается несоответствующей, если выявлено:

- превышение p_m свыше допустимого (например, > 65 МПа для некоторых калибров);
- V_0 вне диапазона (например, < 710 м/с для 7,62 мм образца 1943 г.);
- разброс $\Delta V > 40$ м/с;

- кучность хуже норматива (например, радиус рассеивания >15 см на 100 м);
- дефекты гильзы/пули (трещины, отрыв фланца, застревание в стволе);
- отсутствие срабатывания капсюля или самопроизвольное срабатывание;
- нарушение герметичности (для патронов с индивидуальной упаковкой).

VII. Ответственность.

Изготовитель: гарантирует соответствие партии ТУ, несет ответственность за безопасность и надежность.

ОТК: контролирует процесс, фиксирует результаты, выдает заключение.

Заказчик: проверяет документацию, участвует в испытаниях, подтверждает приемку.

VIII. Нормативные ссылки:

- ГОСТ Р 50530–2015 «Патроны к гражданскому и служебному огнестрельному оружию... Требования безопасности и методы испытаний на безопасность»;
- ГОСТ 15.309–98 «Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции»;
- ТТЗ и ТУ на конкретный патрон;
- внутренние стандарты предприятия (при наличии).

Итог: система контроля и приемки патронов – многоуровневый процесс, сочетающий выборочные и периодические проверки, баллистические и климатические тесты, а также строгую документацию. Это обеспечивает безопасность, надежность и стабильность характеристик патронов в эксплуатации.

8.1. Приемо-сдаточные испытания

1. Цель и общие принципы.

Приемо-сдаточные испытания проводят, чтобы проконтролировать качество партий патронов и подтвердить их соответствие:

- требованиям ТУ;
- контрольным образцам.

Ключевые принципы:

- испытания и приемку выполняют в объеме и последовательности, предусмотренных ТУ на патрон;
- результаты оформляют протоколом приемо-сдаточных испытаний;
- партию принимает представитель заказчика при положительных результатах;
- при отрицательных результатах партию возвращают в ОТК для анализа и устранения дефектов.

2. Система контрольных образцов.

Для каждого вида дефекта или отклонения используют два контрольных образца:

- с минимальной допустимой степенью отклонения – патроны с отклонением ниже этого уровня принимают без ограничений;
- с максимальной допустимой степенью отклонения – патроны с отклонением выше этого уровня бракуют.

Требования к проверке образцов:

- проверка проводится под руководством представителя заказчика и технолога завода-изготовителя;
- результаты подписывают:
 - а) начальник представителя заказчика;
 - б) главный инженер завода;
 - в) начальник ОТК;
 - г) главный технолог.

3. Виды испытаний (выборочно для каждой партии).

Каждая партия патронов проходит следующие проверки:

- контроль массы, внешнего вида и размеров патронов;
- контроль геометрических размеров патрона и его составных частей;
- разрядка патронов и контроль составных частей после разрядки;
- проверка коррозионной стойкости и качества лакового покрытия;
- испытание на герметичность.

Стрелковые испытания:

- безотказность работы оружия;
- надежность и эффективность действия патрона;
- измерение начальной скорости пули V_0 ;
- определение давления пороховых газов p_m .

4. Методы контроля.

4.1. Геометрические размеры.

Параметры измерения:

- длина патрона и корпуса гильзы;
- высота фланца;
- диаметр и высота проточки гильзы;
- ширина цилиндрической части проточки;
- глубина посадки капсюля;
- диаметр фланца, корпуса и дульца гильзы;
- диаметр пули.

Средства измерения:

- а) нерегулируемые предельные калибры (пробки, кольца, скобы);
- б) калибры со сторонами **Б** (близко к верхнему предельному отклонению) и **М** (близко к нижнему предельному отклонению), где:
 - **ПР** – проходной калибр;
 - **НЕ** – непроходной калибр;
- в) профильные шаблоны;

г) микрометры со специальными вставками.

Условия измерения:

- под действием силы тяжести инструмента/изделия;
- при усилии $\leq 5,0 \text{ Н}$ (0,5 кгс).

Порядок контроля

Сначала используют основные калибры и приборы. Если результат отрицательный, применяют допускные калибры и приборы.

4.2. Масса патронов.

Оборудование:

- автоматические весы (для первичного отбора патронов с массой выше/ниже установленной);
- лабораторные весы 3-го класса точности²⁴ (для повторного взвешивания легковесных/тяжеловесных патронов).

Процедура

Перед работой проверяют настройку весов эталоном (по инструкции). Легковесные и тяжеловесные патроны взвешивают повторно.

При неудовлетворительном результате – взвешивание на лабораторных весах.

Патроны с отклонением по массе разряжают для контроля массы металлического заряда и выявления причин дефекта.

4.3. Извлекающее усилие пули.

Оборудование: испытательная машина на растяжение с динамометром МР-0,5-1 (погрешность $\pm 10 \text{ Н}$).

Методика

Пулю извлекают плавно, до момента ее отделения от гильзы.

Фиксируют максимальное усилие.

²⁴ Погрешность до 0,1 г. ГОСТ Р 53228–2008.

5. Порядок действий при отрицательных результатах.

Возврат партии в ОТК с отметкой в извещении на партию.

Анализ причин несоответствия ТУ.

Устранение дефектов и дополнительная проверка (предъявительские испытания).

Повторные приемо-сдаточные испытания:

- в полном объеме (по ТУ) – стандартно;
- частично (только по проблемным пунктам) – в технически обоснованных случаях (с согласия заказчика).

6. Критерии приемки партии.

Партия считается принятой:

- если все испытания пройдены успешно;
- комплектация соответствует ТУ;
- документы (протокол, акт приемки) оформлены корректно;
- подписи ответственных лиц присутствуют.

7. Контроль составных частей после разрядки патронов.

После извлечения пули проводят:

- визуальный осмотр гильзы и пули;
- взвешивание пуль (поштучно, с выделением образцов с отклонением по массе);
 - контроль метательного заряда (лабораторные весы 2-го класса точности²⁵, визуальный осмотр на сор/посторонние предметы);
 - измерение диаметра ведущей части пули (мерительные кольца, допускные калибры);
 - проверку внутренней поверхности гильзы и запальных отверстий;
 - определение внутреннего объема гильзы (наполнение спиртом из бюретки);
 - измерение толщины стенки гильзы и оболочки пули (микрометр со спецвставками).

²⁵Высокоточное оборудование, которое предназначено для определения массы навески с точностью до 0,001 г.

Динамометр (разрывная машина) МР-0,5-1: устройство, характеристики и порядок работы

1. Общее назначение.

Машина МР-0,5-1 – испытательная установка на растяжение с механическим приводом и рычажно-маятниковым силоизмерительным устройством (рис. 66, табл. 2). Применяется:

- для определения извлекающего усилия пули из гильзы;
- измерения нагрузки и деформации образцов при растяжении;
- записи диаграммы растяжения (нагрузка – деформация).



Рис. 66. Динамометр МР-0,5-1

2. Базовые параметры.

Таблица 2. Основные технические характеристики

Параметры	Значение
Наибольшая нагрузка при испытании, Н (кгс)	500 (50)
Диапазоны измерения нагрузки, Н (цена единицы деления шкалы)	20–100 (0,2) 50–250 (0,5) 100–500 (1)
Пределы плавного изменения скорости перемещения активного захвата, мм/мин.	3–30 12–120
Наибольшее расстояние между захватами, мм	650
Наибольшее расстояние между опорными столами при сжатии, мм	150
Расстояние между колоннами, мм	250
Предельное значение шкалы нагрузки, Н: – шкала А; – шкала Б; – шкала В	5 000 2 500 1 000
Цена деления шкалы, Н: – шкала А; – шкала Б; – шкала В	10 5 2
Погрешность показаний нагрузки от измеренной величины, %	±1
Предельное значение шкалы деформации, мм	200
Цена деления шкалы деформации, мм	1
Погрешность измерения деформации по шкале, мм	±1
Масштаб записи деформации на диаграммном аппарате	1 : 1 и 5 : 1
Погрешность записи нагрузки от номинального значения высоты ординаты на диаграмме, %	±1
Погрешность записи деформации от действительной величины, %: – до 25 мм; – свыше 25 мм	±0,5 ±2
Пределы изменения скорости перемещения нижнего захвата, мм/мин	2–80
Мощность электродвигателя, кВт	0,27
Габаритные размеры, не более:	865×500×1700
Масса, не более, кг	240
Энергопитание	380 В, 50 Гц

3. Основные узлы машины (рис. 67).

Остов – несущая конструкция.

Привод – электродвигатель, вариатор, шкивы, редуктор.

Силоизмеритель – маятник, рычаги, зубчатые рейки, шестеренки.

Рычажная головка – передает усилие от образца к силоизмерителю.

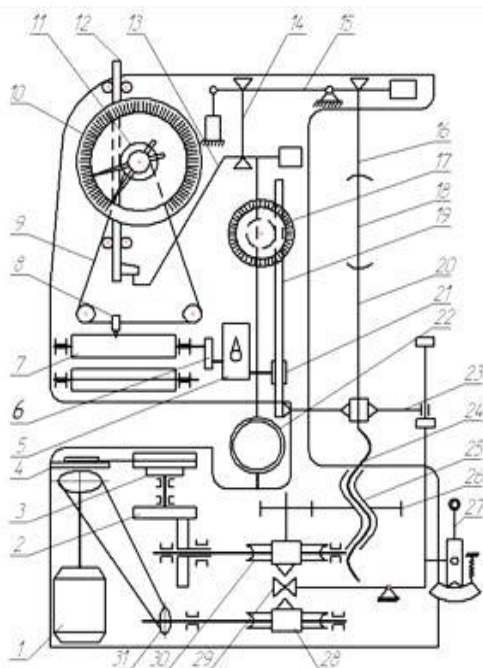


Рис. 67. Схема МР-0,5-1:

1 – электродвигатель; 2 – лобовой вариатор; 3 – двухручьевого шкив; 4 – трехручьевого шкив; 5 – редуктор масштабов; 6 – зубчатая пара; 7 – барабан; 8 – каретка; 9 – тросик; 10 – шкала; 11 – шестеренка; 12 и 19 – зубчатая рейка; 13 и 15 – рычаг; 14 – тяга; 16 и 20 – захваты; 17 – шкала деформаций; 18 – образец; 19 – рейка; 21 – шестерня; 22 – маятник; 23 – кронштейн; 24 – ходовой винт; 25 – гайка; 26 – зубчатая пара; 27 – ручной переключатель; 28 и 30 – червячная пара; 29 – зубчатая муфта; 31 – шкив

Захваты (16, 20) фиксируют образец (18).

Диаграммный аппарат записывает диаграмму растяжения.

4. Принцип работы.

Установка образца:

- образец (пуля в гильзе) закрепляют в захватах 16 и 20;
- нижний захват 20 перемещается ходовым винтом 24 (пара «винт – гайка 25»).

Создание нагрузки:

- электродвигатель 1 вращает трехручьевого шкив 4 → двухручьевого шкив 3 → лобовой вариатор 2 → червячную пару 30 → зубчатую пару 26 → гайку 25 → ходовой винт 24;
- винт 24 перемещает захват 20, растягивая образец.

Измерение нагрузки:

- усилие от нижнего захвата передается через верхний захват и рычаг 15 → тягу 14 → рычаг 13 → маятник 22;
- маятник отклоняется, поворачивая шестеренку 11 с рабочей стрелкой (шкала 10);
- контрольная стрелка фиксирует максимальную нагрузку.

Регистрация деформации:

- кронштейн 23 нижнего захвата связан с зубчатой рейкой 19 → шестерней 21 → шкалой деформаций 17;
- диаграммный аппарат записывает диаграмму растяжения (нагрузка – удлинение).

5. Порядок подготовки и испытания.

Выбор маятника:

- вес маятника – 10–90 % от предельного значения шкалы нагрузок.

Проверка нуля:

- до нагрузки рабочая стрелка должна совпадать с нулем шкалы;
- после снятия проверочной нагрузки стрелка возвращается на нуль.

Закрепление образца:

- образец устанавливают в захваты;
- вручную прикладывают нагрузку ≤ 5 % от предельной шкалы.

Настройка диаграммного аппарата:

- рулон бумаги закрепляют в аппарате;
- масштаб записи деформации устанавливают редуктором 5 (в зависимости от ожидаемого удлинения).

Запуск испытания:

- нажимают на кнопку «Пуск»;
- при разрушении образца электропривод отключается, маятник опускается через гидравлический демпфер.

Фиксация результатов:

- максимальная нагрузка – по контрольной стрелке;
- удлинение – по шкале 17;
- диаграмма – на ленте аппарата.

6. Контроль после испытания (для патронов).

После растяжения пули проводят:

- визуальный осмотр гильзы и пули;
- взвешивание пуль (выделение образцов с отклонением по массе);
- контроль метательного заряда (лабораторные весы 2-го класса точности);
- измерение диаметра пули (мерительные кольца);
- проверку гильзы (внутренняя поверхность, запальные отверстия, объем, толщина стенок).

7. Важные замечания.

Скорость захвата для металлов/пластмасс: 6–25 мм/мин (регулируется шкивами 3/4, шестернями 26, вариатором 2).

Точность обеспечивается калибровкой маятника и проверкой нуля.

Безопасность: автоматический останов при разрушении образца, демпфер для плавного опускания маятника.

Контроль патронов: методы, оборудование, критерии оценки

1. Контроль пуль допускными калибрами.

Когда применяют: при получении отрицательного результата измерения основными калибрами (по схеме рис. 68).

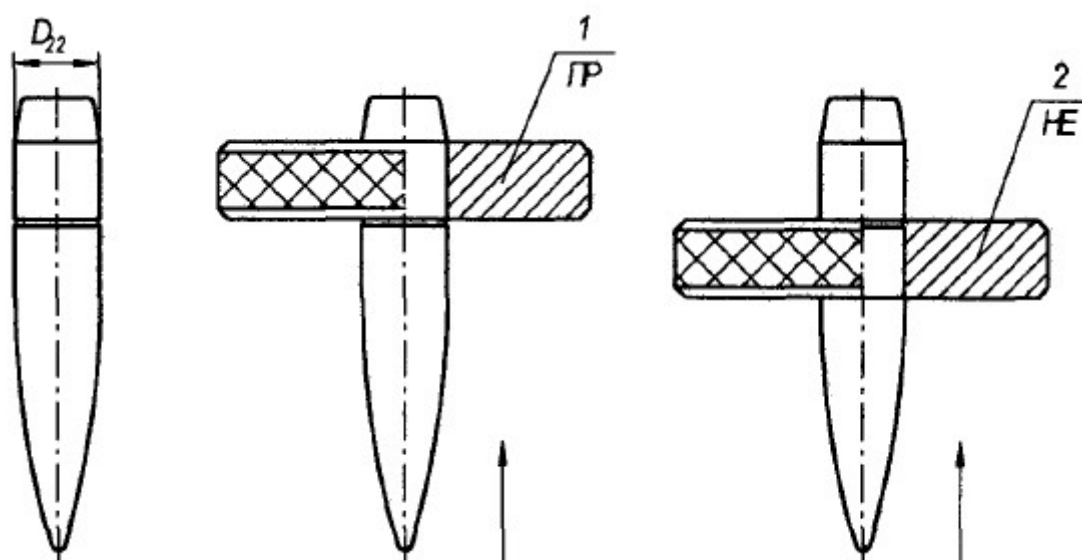


Рис. 68. Схема контроля ведущей части пули

Цель: подтвердить или опровергнуть несоответствие геометрии пули требованиям ТУ.

Порядок действий следующий.

1. Проводят первичное измерение основными калибрами (проходными/непроходными).

2. Если результат отрицательный (пуля не проходит проходной калибр или проходит непроходной), используют допускные калибры.

3. Фиксируют результат:

– если пуля проходит допускной калибр, партия может быть допущена (в зависимости от регламента);

– если не проходит, партия бракуется.

2. Проверка внутренней поверхности гильзы и запальных отверстий.

Методы:

– визуальный осмотр – на наличие дефектов, трещин, загрязнений;

– взвешивание каждой гильзы на весах 3-го класса точности с фиксацией суммарного веса (для контроля массы и выявления аномалий).

Критерии оценки:

– отсутствие видимых дефектов;

– масса гильзы в пределах допуска (согласно чертежу/ТУ).

3. Измерение внутреннего объема гильзы.

Оборудование: бюретка²⁶, спирт, капсуль.

Порядок действий:

1) в гильзу вставляют капсуль;

2) гильзу наполняют спиртом из бюретки;

3) объем спирта (в мл) отсчитывают по нижнему краю мениска²⁷ на шкале бюретки.

Критерии оценки: объем должен соответствовать значению, указанному в ТУ.

²⁶Лабораторный сосуд для точного измерения небольших объемов веществ (газов или жидкостей). Представляет собой градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабженную запорным краном (стеклянным или тефлоновым) или зажимом на другом.

²⁷Вогнутая плоскость поверхности жидкости в бюретке (стеклянном сосуде для дозирования небольших количеств жидкости и измерения ее объема). Для большинства жидкостей кривая мениска направлена вниз.

4. Измерение толщины стенок гильзы и оболочки пули.

Инструмент: микрометр со специальными вставками (радиус измерительной поверхности 0,3–0,5 мм).

Порядок измерений:

- 1) гильзы и оболочки разрезают вдоль оси;
- 2) микрометр закрепляют на подставке (рис. 69).

Точки измерения:

- для гильз до 12,7 мм: 2 точки (не менее 1 мм от среза);
- для гильз 12,7 мм и крупнее: 3 точки (одна – по среднему сечению, две – на 3–4 мм от среза);
- для оболочек: одна точка – по среднему сечению, вторая – на 2 мм от среза (для крупных калибров – три точки).

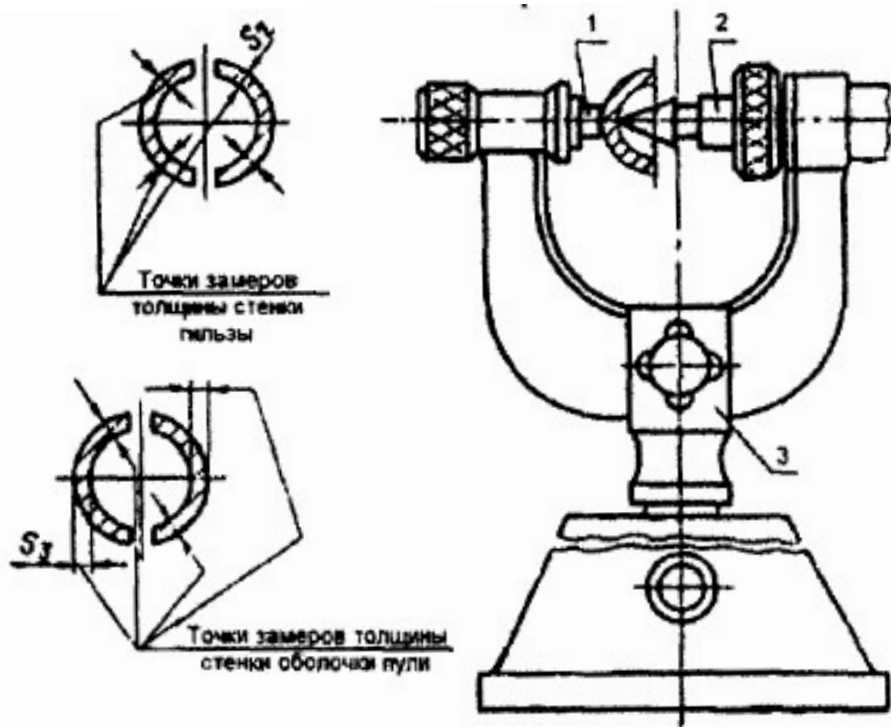


Рис. 69. Схема измерения толщины стенок гильзы и оболочки

Расчет разностенности:

- определяют наибольшую и наименьшую толщину стенки;
- вычисляют разность: разностенность = max толщина – min толщина.

Критерии оценки: разностенность не должна превышать допустимого значения (указано в ТУ).

5. Испытание на транспортировочную прочность.

Цель: проверить надежность закрепления пули и капсюля-воспламенителя в гильзе при условиях, имитирующих транспортировку.

Метод: тряска (вибрация) в соответствии с требованиями ТД.

Критерии оценки:

- отсутствие смещения пули или капсюля;
- сохранение герметичности и целостности патрона.

6. Испытания стрельбой.

Виды проверок перечислены ниже.

Безотказность работы оружия – отсутствие задержек (утыкание патрона, прихват гильзы и т. д.).

Прочность гильз – отсутствие разрывов, деформаций.

Демонтаж пули – разрушение без кольцевого отпечатка в стволе.

Преждевременный разрыв пули – наличие кольцевого отпечатка и деформации дульного тормоза/ствольной коробки.

Срыв пули с нарезов – овальные/боковые пробойны в щите.

Критерии оценки:

- количество задержек не должно превышать допустимого (легко устранимые задержки допускаются);
- отсутствие критических дефектов (разрыва пули, деформации ствола).

7. Определение максимального давления пороховых газов (p_m).

Методы:

- 1) механический – измерение остаточных деформаций в специальных устройствах;
- 2) электрический – использование пьезоэлектрических датчиков (изменение сопротивления под нагрузкой).

Критерии оценки: p_m не должно превышать значения, указанного в ТУ.

8. Определение скорости пуль.

Методы измерения:

- 1) соленоидный – фиксация времени полета между двумя соленоидами;
- 2) фотодиодный – регистрация пересечения световых барьеров;

3) контактный – использование контактных экранов.

Критерии оценки: начальная скорость V_0 должна соответствовать норме для данного калибра (с учетом температуры +50 и –50 °С).

9. Испытание на кучность стрельбы.

Условия:

– стрельба из оружия на специальном станке с бетонным фундаментом;

– 3–5 осадочных (пристрелочных) выстрелов;

– режим стрельбы:

а) 5,45 и 7,62 мм: 3 серии по 20 выстрелов (скорострельность 6–7 выстр./мин);

б) 12,7 и 14,5 мм: 2 серии по 10 выстрелов (скорострельность 2 выстр./мин).

Оцениваемые параметры:

– средняя точка попадания (СТП) – пересечение линий, делящих пробойны пополам;

– радиус лучшей половины рассеивания r_{50} – радиус круга с центром в СТП, вмещающий 50 % пробойн;

– большой радиус R_{100} – расстояние от СТП до самой удаленной пробойны.

Критерии оценки:

– r_{50} не должен превышать значения, установленного чертежом;

– рассеивание должно быть равномерным (без явных выбросов).

10. Периодические, типовые и квалификационные испытания.

Периодические испытания.

Цель: контроль стабильности производства, подтверждение качества.

Кто проводит: предприятие-изготовитель с участием заказчика.

Оформление: отчет (акт).

Типовые испытания.

Цель: оценка изменений в конструкции/технологии.

Кто решает о проведении: совместно разработчик, изготовитель, заказчик.

Программа: включает прямо-сдаточные и сравнительные тесты.

Оформление: акт, утвержденный главным инженером и представителем заказчика.

Квалификационные испытания.

Цель: проверка готовности производства к выпуску новой серии.

Кто проводит: комиссия, назначенная головным предприятием-изготовителем.

Объем: не менее периодических испытаний.

Результат: акт, утвержденный заказчиком и головным предприятием.

Вывод

Контроль патронов – многоуровневый процесс, включающий:

- измерительные методы (калибры, микрометры, бюретки);
- механические тесты (растяжение, вибрация);
- стрелковые испытания (безотказность, кучность, давление газов);
- документальное оформление (протоколы, акты, отчеты).

Ключевое требование: все параметры должны соответствовать ТУ и чертежам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрены:

а) разновидности патронов к стрелковому оружию (и требования, предъявляемые к ним), в частности: пистолетные, автоматные, винтовочные, крупнокалиберные, холостые и учебные патроны, а также образцовые патроны, патроны с усиленным зарядом и патроны высокого давления;

б) общие сведения о гильзах патронов стрелкового оружия, материалы, применяемые для их изготовления, а также размеры элементов гильз и способы крепления капсюлей и пуль в гильзах;

в) общие сведения о пулях, их классификация, материалы, применяемые для изготовления пуль в патронах различного назначения;

г) общие понятия о действии пуль по целям, факторы, влияющие на убойное действие пуль и их характеристики; сопряжение траектории пуль и характеристики их рассеивания;

д) общие понятия о порохам, их физико-химические, энергетические и баллистические свойства, а также марки порохов, применяемых в патронах стрелкового оружия;

е) общие сведения о капсюлях-воспламенителях, схемы устройства и материалы, используемые для их изготовления; ударные (накольные) составы и чувствительность капсюлей к удару и наколу.

В учебном пособии приведены:

а) порядок выполнения работ по модернизации или созданию патронов, в частности: порядок выполнения опытно-конструкторских работ, разработка технических условий на изготовление (модернизацию) патрона и технических требований к патронам, разработка технического задания на проектирование патрона;

б) мероприятия контроля качества и приемки патронов к стрелковому оружию и порядок проведения приемо-сдаточных испытаний.

ГЛОССАРИЙ

Баллистический коэффициент пули (БК) – числовая величина, которая характеризует способность пули сохранять скорость и направление полета вопреки сопротивлению воздуха. Он отражает соотношение сил инерции пули и сил аэродинамического сопротивления, действующих на нее. Чем больше БК, тем медленнее пуля теряет скорость и тем меньше энергии она теряет при прохождении дистанции.

Гильза – цилиндрическая трубка с закрытым дном, в которой помещается пороховой заряд и средство воспламенения, а верхняя часть приспособлена для закрепления пули.

Гравиметрическая (насыпная) плотность – масса единицы объема слоя материала, выраженная в граммах. Например, для пористых материалов объем включает не только массу материала, но и объем пор и промежутков между зернами.

Закалка – это вид термической обработки металлов, при которой материал нагревается до высокой температуры, а затем быстро охлаждается.

Калибр – диаметр канала ствола огнестрельного оружия, а также диаметр пули.

Калориметрическая бомба – устройство для измерения теплоты сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива. Представляет собой герметичный толстостенный стальной цилиндр. Он окружен теплозащитной водяной рубашкой, объем которой точно отмерян. При проведении эксперимента образец топлива сжигают в бомбе. Энергия, выделяющаяся в результате горения, передается водяной рубашке. Измеряют повышение температуры водяной рубашки, которое обычно не превышает 1–2 градусов.

Капсюль-воспламенитель (капсюль) – устройство для воспламенения порохового заряда в огнестрельном оружии. Представляет собой стакан из мягкого металла (обычно латуни) с небольшим зарядом чувствительного к удару взрывчатого вещества, например гремучей ртути.

Максимальное давление пороховых газов – одна из основных баллистических характеристик пороха и оружия при стрельбе. Оно достигается в определенный момент выстрела – в первом, или основном, периоде. Этот период длится от начала движения пули до полного сгорания порохового заряда.

Манометрическая бомба – инструмент для моделирования пиростатических условий, который используется в лабораторной практике для изучения баллистических характеристик порохов и взрывчатых веществ.

Обычно манометрическая бомба представляет собой толстостенный сосуд из высокопрочной стали, в который помещается исследуемое вещество. Для измерения давления во время горения вещества применяются малоинерционные тензо- и пьезодатчики, сигналы с которых подаются на регистрирующие приборы. Она позволяет определять большинство баллистических характеристик порохов и взрывчатых веществ (скорость горения и зависимость ее от давления, силу пороха, количество и состав газов).

Настильность траектории – это характеристика полета пули, при которой траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении.

Начальная скорость пули – скорость движения пули у дульного среза ствола. За начальную скорость принимается условная скорость, которая несколько больше дульной и меньше максимальной. Она определяется опытным путем с последующими расчетами. Дульная скорость зависит от разных параметров: длины ствола, веса пули, веса, температуры и влажности порохового заряда, формы и размеров зерен пороха и плотности заряжания.

Низкотемпературный отпуск – это вид термической обработки металлов, который проводится при температуре от 150 до 250 °С. В результате такого отпуска в стали возникает структура отпущенного мартенсита, прочность повышается при незначительном снижении твердости.

Нитроглицерин (1,2,3-тринитроксипропан; также глицеринтринитрат, тринитроглицерин, тринитрин, НГЦ) – органическое соединение, сложный эфир глицерина и азотной кислоты – мощное бризантное взрывчатое вещество, используется как компонент динамитов и порохов.

Осадочный выстрел рекомендуется делать, чтобы обеспечить правильное положение средней точки попадания после замены ствола или отделения оптического прицела.

Патрон – изделие для стрельбы из огнестрельного оружия, в котором пуля, пороховой заряд и средство воспламенения соединены в одно целое с помощью гильзы.

Пироксилин (тринитроцеллюлоза, тринитрат целлюлозы) – взрывчатое вещество, продукт полной этерификации (химической реакции образования сложных эфиров при взаимодействии кислот и спиртов) целлюлозы азотной кислотой.

Пуля – снаряд для стрельбы из огнестрельного оружия. Как правило, это небольшой снаряд удлиненно-конической формы.

Удельный вес – физическая величина, которая определяется как отношение веса вещества (тела) P к занимаемому им объему V . Единицы измерения удельного веса: в Международной системе единиц (СИ) – Н/м^3 ; в системе СГС – дин/см^3 ; в системе МКГСС – кгс/м^3 .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болотин Д. Н. История советского стрелкового оружия и патронов. – СПб. : Полигон, 1995. – 301 с.
2. Стрелковое оружие и боеприпасы / Васильев Н. Н., Лазарев В. В. и др. // Санкт-Петербург : Университет МВД России; Академия права, экономики, безопасности и жизнедеятельности. – СПб. : Университет, 2001. – 544 с.
3. Данилин Г. А., Огородников В. П., Заволокин А. Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию : учеб. для студ. вузов. – 2-е изд., испр. – СПб. : БГТУ, 2010. – 368 с.
4. Кириллов В. М., Сабельников В. Н. Патроны стрелкового оружия. – М. : ЦНИИ информации, 1980. – 372 с.
5. Кириллов В. М. Основания устройства и проектирования стрелкового оружия: свойства, баллистическое решение, патроны, стволы : учеб. – Пенза : [б. и.], 1963. – 341 с.
6. Коротаев Д. В. Об изменении методики технического обслуживания стрелкового оружия малого калибра. Известия Тульского государственного университета // Технические науки. – 2017. – № 4. – С. 197–206.
7. Марков А. В. Повышение эксплуатационной стойкости деталей сельскохозяйственного машиностроения с применением вторичного сырья // Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 5 (9). – С. 12–25.
8. Огневая подготовка : учеб. для курсантов военных образовательных учреждений профессионального образования Министерства обороны Российской Федерации / С. В. Баин и др. ; под общ. ред. В. Н. Миронченко. – М. : Воениздат, 2009. – 416 с.
9. Основы проектирования боеприпасов : учеб. / В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В. Селиванов ; под ред. В. В. Селиванова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. – 128, [2] с.
10. Данилин Г. А., Огородников В. П., Заволокин А. Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию : учеб. – СПб. : Балт. гос. техн. ун-т., 2005. – 374 с.
11. Тушин Р. А. Совершенствование технологии изготовления латунных гильз : дисс. ... канд. техн. наук : 05.02.09 / Тушин Роман Андреевич. – Тула, 2016. – 154 с.
12. Чистёхин Д. И. К вопросу сопряжения траекторий пуль 7,62 мм патронов 57 Н 231 и 7Н23 к АКМ // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. – 2010. – № 9–10. – С. 113–114.
13. Чурсин А. А., Башарин Н. А. Классификация патронов и калибров // Перспективные направления развития артиллерийского вооружения, методов его эксплуатации и ремонта : сборник трудов XV Всероссийской научно-практической конференции (Пермь, 21 мая 2021). – Пермь : Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, 2021. – С. 107–111.
14. Чурсин А. А. Основные требования к технологии производства боеприпасов к стрелковому оружию // Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов. – 2022. – № 20. – С. 406–411.

Учебное издание

Проскуряков Евгений Владимирович
Пушкарев Андрей Анатольевич

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ
ОСНОВЫ ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ
(КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ)**

Редактор *О. В. Георгиевская*
Компьютерная верстка *Я. А. Лесных*
Дизайн обложки *Я. А. Лесных*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 03.06.2026. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 10,92. Тираж 80 экз. Заказ 102.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.
Издательско-полиграфический центр СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.