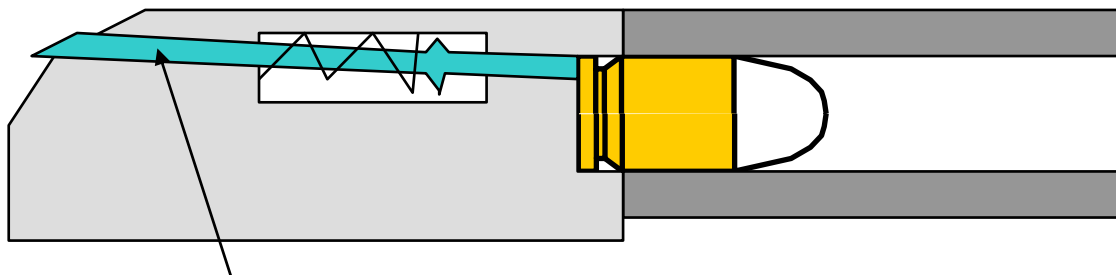
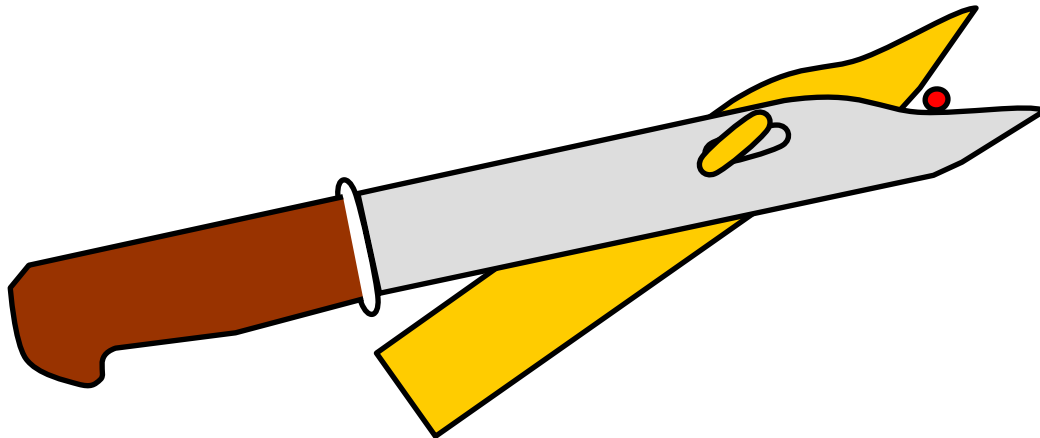


ОЧНЕВ А. В.



КУРС ТРИЗ ДЛЯ ОРУЖЕЙНИКОВ



ТУЛА 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Метод проб и ошибок	4
1.2. Метод мозгового штурма	7
1.3. Метод морфологического анализа	8
2. ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)	15
2.1. Некоторые понятия ТРИЗ	16
2.2. Техническая система	16
2.3. Противоречия	20
3. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	22
3.1. Возникновение технических систем	22
1. Закон полноты частей системы	22
2. Закон энергетической проводимости технической системы	23
3. Закон согласования ритмики частей	26
4. Закон динамизации технических систем	29
5. Закон увеличения степени вепольности системы	34
6. Закон неравномерности развития подсистем	37
7. Закон перехода с макро- на микроуровень	40
Развитие систем охлаждения ствола	41
8. Закон перехода в надсистему	42
9. Закон увеличения степени идеальности	45
Общая схема развития ТС	53
4. СТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	55
Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем	55
1.1. Синтез вепольей	55
1.2. Разрушение вепольей	57
Класс 2. Развитие вепольных систем	59
2.1. Переход к сложным вепольям	59
2.2. Форсирование вепольей	60
2.3. Форсирование согласования ритмики	62
2.4. Комплексно-форсированные вепольи	63
Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень	63
3.1. Переход к бисистемам и полисистемам	63
3.2. Переход на микроуровень	63
Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение систем	64
4.1. Обходные пути	64
4.2. Синтез измерительных систем	64
4.3. Форсирование измерительных вепольей	66
4.5. Направление развития измерительных систем	66
Класс 5. Стандарты на применение стандартов	66
5.1. Введение веществ	66
5.2. Введение полей	68
5.3. Фазовые переходы	68
5.4. Особенности применения физэффектов	69
5. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	70
6. РЕШЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	73
Автоматический пистолет Стечкина (АПС)	74
Формирование ТТЗ и облика проектируемого оружия	74
Проектирование механизма замедления темпа стрельбы	75
Основные шаги АРИЗ-85В применительно к данной задаче	75
Анализ вариантов конструкции замедлителя темпа	76
Вариант конструкции вращающегося замедлителя	80
Штатный замедлитель пистолета АПС	80
Исследование причин ненадежной работы переводчика в опытном образце АПС	82
Устранение причины ненадежной работы переводчика	84
Проектирование магазина	85
Предотвращение "двойного досылания"	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96

ПРЕДИСЛОВИЕ

Новая наука о законах развития техники и решении технических задач дает возможность инженерам, работающим в самых различных отраслях техники, быстро и эффективно решать нестандартные производственные и конструкторские задачи. Ее основатель, Генрих Саулович Альтшуллер назвал новую науку "Теория решения изобретательских задач" (ТРИЗ), и она полностью оправдывает это название.

Множество замечательных книг, в которых излагаются основные положения Теории решения изобретательских задач написано людьми, профессионально занимающимися вопросами развития этой науки. Для подтверждения выводов теории они выбирают наиболее яркие примеры из различных областей техники. А эти книги читают профессионалы в той или иной отрасли, и для них наиболее наглядны и убедительны примеры из их области деятельности. Именно в своей области они могут по достоинству оценить красоту и значимость предлагаемых теорией решений, а также адаптировать и дополнить положения теории применительно к своей специальности. Примеры по специальности помогут профессионалу еще и интуитивно почувствовать правильность выводов теории, более того, при вдумчивом чтении он может дополнить приведенные примеры своими, может быть, более удачными.

Цель данной книги - проиллюстрировать и подтвердить теорию решения изобретательских задач применительно к конструированию стрелково-пушечного вооружения. Книга написана на материале курса лекций по дисциплине "Методы научно-технического творчества", который с 1985 по 2000 годы преподавался студентам специальности "Стрелковое оружие" Тульского политехнического института, что определило объем и порядок изложения а, а также подбор примеров.

Основные положения теории решения изобретательских задач изложены на основе материалов книг серии «Техника-молодежь-творчество».

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1.Метод проб и ошибок

На протяжении веков развитие оружия, как и любого другого класса технических систем, происходило в результате последовательного ряда усовершенствований, называемых теперь изобретениями. В конструкцию вводились те или иные изменения и только в процессе эксплуатации образцов оружия выявлялась степень полезности этого изменения. Если изменение было неудачным, то это иногда стоило жизни охотнику или солдату. Удачные изменения в дальнейшем копировались в других образцах оружия, обеспечивая прогресс оружейной техники. Таким образом, развитие оружия шло с помощью метода проб и ошибок, причем цена ошибок была достаточно высока при разрушении или отказе оружия.

Позднее полезность нововведений стала выявляться не при эксплуатации, а специальными испытаниями, что позволило снизить "цену" ошибок. Это стало возможным с развитием промышленности, когда при серийном выпуске обеспечивалась повторяемость свойств и параметров оружия от образца к образцу. Первым видом испытаний стрелкового оружия было испытание стрельбой усиленным зарядом. При этом проверялась прочность ствола.

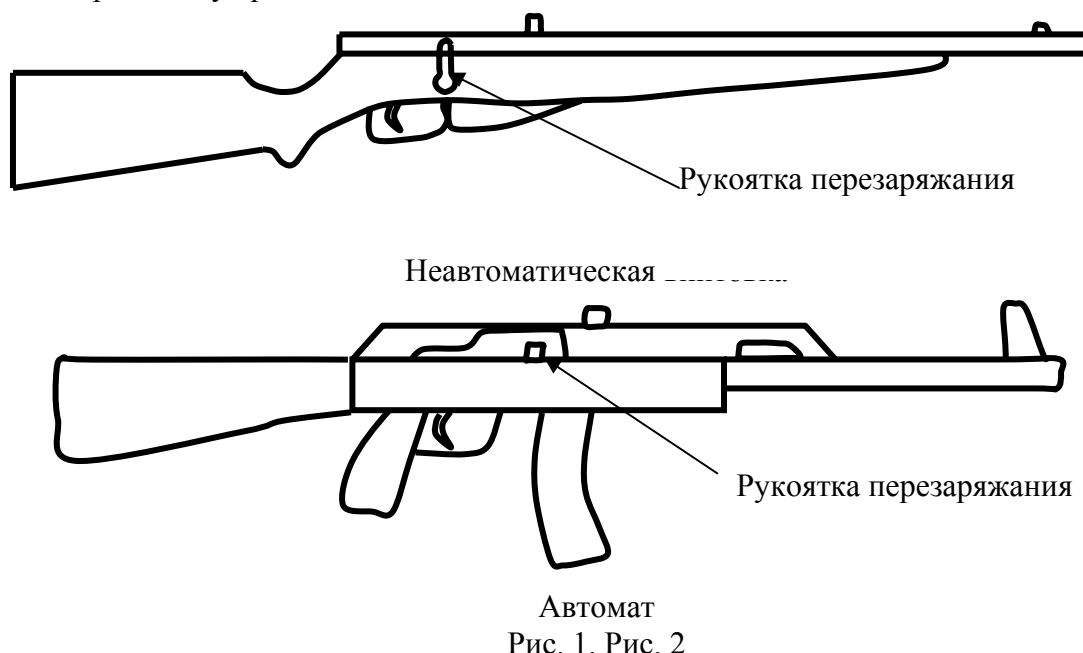
С появлением наук пробные изменения конструкции стали вносить не в изделие, а в его графическую модель - чертеж, что позволило более точно представить работу новых конструкций. С развитием математики, механики, физики прогнозирование поведения механизмов оружия стало осуществляться и расчетным путем. В настоящее время расчетным путем с достаточной точностью определяются: внутрибаллистические параметры выстрела, траектория полета пули или снаряда, запасы прочности ствола и узла запираания, характеристики движения исполнительных механизмов при перезарядании и т.д.

Эти методы расчета предназначены лишь для определения формы и размеров деталей и узлов при уже готовом конструктивном решении исполнительных механизмов оружия. Но для создания принципиально новой конструкции расчетные методы не пригодны. Обычно при создании нового образца оружия конструктор поступает так. На основании своего опыта и опыта эксплуатации оружия он мысленно вносит в конструкцию какие-либо изменения и проводит мысленные эксперименты по функционированию измененной конструкции. Если мысленный опыт на первый взгляд подтверждает полезность изменения - оно остается и изготавливается опытный образец для всесторонних испытаний. Если мысленный опыт не подтверждает полезность изменения, оно отбрасывается и выдвигается следующий вариант усовершенствования, цикл повторяется иногда десятки, сотни раз. То есть изобретатель решает задачу методом проб и ошибок, а цена ошибки теперь - потраченное впустую время конструктора и деньги, а также - впоследствии - затраченные на изготовление и испытания опытного образца.

Как видим, с прогрессом науки метод проб и ошибок был вытеснен из областей эксплуатации, подбора форм и размеров наиболее ответственных узлов и деталей известных конструктивных схем оружия, однако он остался до последнего времени в процессе синтеза новых конструктивных схем механизмов оружия.

Создавая новую конструкцию оружия, инженер для того, чтобы уменьшить количество пустых проб изучает опыт своих предшественников. Это позволяет не делать явных ошибок, но с другой стороны формирует определенный стереотип мышления, который иногда называют “вектором психологической инерции”. Конструктор делает пробы преимущественно в том направлении, которое ему подсказывает опыт, а, значит, кажется правильным, хотя это направление при решении сложных конструкторских задач нередко заводит в тупик. И уже наверняка конструктор не сделает пробы в направлении, которое ему кажется запретным, “безумным”. Так поколения оружейников проходили мимо казалось бы очевидных решений.

Первые образцы автоматических винтовок (автоматов) появились в начале века еще до первой мировой войны, и на протяжении почти 40 лет до середины сороковых годов они своим внешним обликом и расположением органов управления были похожи на неавтоматические винтовки.



В них приклад располагался сзади коробки автоматики. В неавтоматических винтовках такое взаимное расположение приклада и ствольной коробки было обусловлено эргономическими требованиями, т.к. в этом случае удобно располагалась рукоятка перезарядания, перемещая которую после каждого выстрела, стрелок перезаряжал оружие (Рис.1 и 2).

При стрельбе из автоматической винтовки стрелок пользуется рукояткой перезарядания только после смены магазина или при осечке. Еще реже используется рукоятка перезарядания в оружии, имеющем затворную задержку (например, в винтовке M16A1), останавливающую затвор в заднем положении при израсходовании патронов из магазина. После постановки в оружие нового снаряженного магазина затворная задержка вы-

ключается и затвор, двигаясь вперед, досылает первый патрон из снаряженного магазина.

Редкость использования рукоятки перезарядки в автоматических винтовках означает, что ее местоположение на оружие уже не влияет на удобство стрельбы и скорострельность, поэтому причина, обуславливавшая взаимное расположение приклада и коробки автоматики, исчезает.

Интересную подробность описывает В.Г.Федоров в книге "Оружейное дело на грани двух эпох". Чтобы уложиться в заданный вес при проектировании новой автоматической винтовки, он просил рабочего-осадчика выбирать из многих десятков заготовок прикладов самые легкие. Но ведь за счет приклада можно сократить не только вес, но и габариты оружия, если упирать в плечо непосредственно заднюю стенку коробки автоматики, снабдив ее небольшим затыльником. Такая компоновка стрелкового оружия получила название "Буллпап" (Рис. 3).

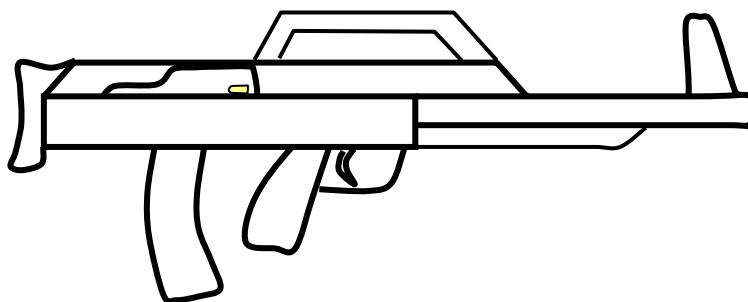


Рис. 3. Автомат булпап.

Этот пример показывает действие "вектора психологической инерции" конструкторов. Ограничение на "не классическую" компоновку оружия исчезло в начале века, идея сокращения веса и габаритов оружия за счет отказа от приклада появилась в середине века, а на вооружении такие системы появились в конце семидесятых годов (AUG-в Австрии в 1978 г., FA MAS - во Франции в 1978 г.).

Другой пример - развитие пистолетов-пулеметов. Первый пистолет-пулемет был сконструирован в 1915 году. В 30-40-х годах они получили широкое распространение и вплоть до 50-х годов пистолеты-пулеметы имели отдельно пистолетную рукоятку и приемное окно магазина. (Рис. 4). То есть фактически компоновка пистолетов-пулеметов повторяла компоновку неавтоматической винтовки. Требование уменьшения габаритов пистолетов-пулеметов вылилось в широкое применение складных прикладов без изменения длины ствольной коробки.

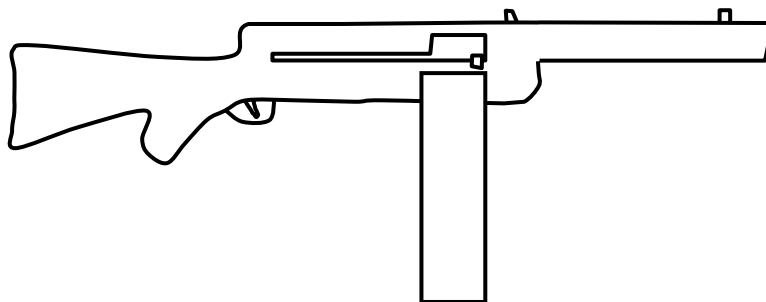


Рис. 4. Пистолет-пулемет классической компоновки.

Затем в 1954 году на вооружении в Израиле был принят пистолет-пулемет "Узи", характерной особенностью которого была компоновка с затвором на $2\frac{1}{3}$ длины надвигающимся на ствол, что позволило совместить приемную горловину магазина с пистолетной рукояткой. Это позволило значительно уменьшить длину ствольной коробки, а, значит, и длину всего образца.

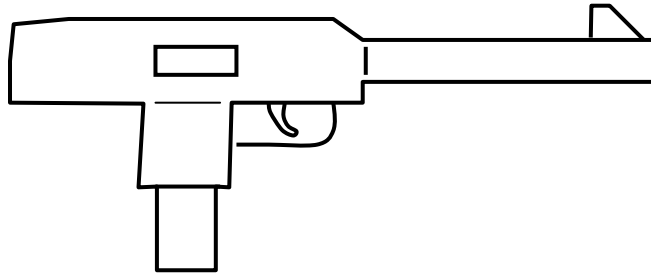


Рис. 5. Пистолет-пулемет с магазином в рукоятке.

Самое интересное, что для другого класса оружия - пистолетов это решение хорошо известно с начала века. Более того, в 1912 году был сконструирован пистолет Штейера с магазином в рукоятке, затвором, надвигающимся на ствол и возможностью ведения автоматического огня. Но, не имея объективных критериев для оценки выдвигаемых решений в методе проб и ошибок, специалисты вынуждены оценивать конструкции субъективно, часто выступая против перспективных изобретений, способных значительно увеличить эффективность конструкции. Так В. Г. Федоров в первую мировую войну создал автомат калибра 6 мм. А автомат, как массовое оружие, был применен только в конце второй мировой войны немцами. (Образцы МП-43, МП-44).

Приведенные примеры показывают, что при создании новых образцов оружия необходимо иметь методы борьбы с психологической инерцией конструкторов, а также объективные критерии оценки выдвинутых идей.

1.2 Метод мозгового штурма

Успешной попыткой справиться с психологической инерцией мышления специалистов является метод мозгового штурма. В основе метода мозгового штурма лежит прием разделения во времени процессов генерирования идей и их оценки. В этом случае, согласно Фрейду, высвобождается подсознательный процесс генерации идей, не сдерживаемый запретами сознательной логики, технического опыта и т.д., которые формируют психологическую инерцию.

Высвобождение подсознательного в процессе генерирования достигается следующими организационными мерами:

- в группу генераторов идей набираются люди с развитым творческим воображением, разных специальностей, то есть с разными "направлениями" векторов психологической инерции;
- запрещается всякая критика высказываемых идей;
- запрещается доказательство высказываемых идей, так как это является ответом на возможную критику, а также на внутреннюю самокритику;

-процесс выдвижения идей должен идти непрерывно, приветствуется развитие ранее высказанных чужих идей и смутных догадок;

-допускается высказывание фантастических, явно нереализуемых, шутливых идей для раскрепощения мышления.

Анализ высказанных в процессе мозгового штурма идей ведет другая группа людей, которые анализируют реализуемость высказанных идей.

Практика применения метода мозгового штурма показала, что он применим для решения несложных технических задач, задач рекламного характера, выявления недостатков оружия, причин брака и т.д. Но объективной оценки идей этот метод не дает, так как они оцениваются экспертами - специалистами, имеющими свои векторы психологической инерции.

Замечательным примером преодоления психологической инерции, на наш взгляд, является подствольный гранатомет ГП-25. Бурный прогресс в развитии оружия связан с введением заряжания с казенной части ствола. Именно заряжание с казенной части позволило разрешить давнее противоречие между скоростью заряжания (для чего ствол должен быть коротким) и дальностью и меткостью стрельбы (для чего ствол должен быть длинным). В однозарядном гранатомете ГП-25 длина ствола примерно равна длине гранаты, поэтому данное противоречие не возникает.

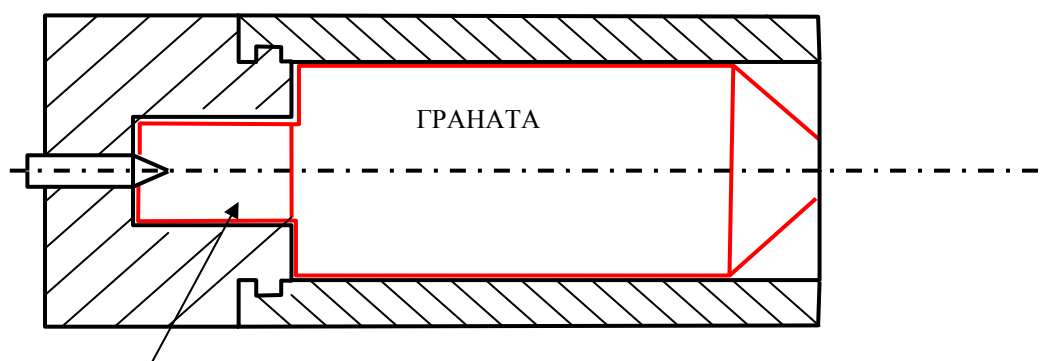


Рис. 6. Схема подствольного гранатомета ГП-25.

Значит скорости заряжания с казенной и дульной части ствола приблизительно равны, но второй вариант заряжания реализуется в более простой конструкции. Именно возвращение к дульнозарядной конструкции гранатомета резко упростило его конструкцию. Но следствием простоты конструкции гранатомета явилась необходимость выполнения "нарезов" на гранате и неотъемной от гранаты гильзы, которая выстреливается вместе с гранатой.

Как видно, целью мозгового штурма является получение как можно большего количества идей. Идеально было бы иметь способ получения всех возможных решений задачи.

1.3 Метод морфологического анализа

Для некоторых классов задач получение всех возможных решений достигается методом морфологического анализа. Например, пусть необходимо выбрать способ принудительного запираания канала ствола оружия.

Предварительно сформулируем, что такое запираение оружия, например, так.

Принудительное запираение заключается в предотвращении движения назад гильзы и затвора в момент выстрела. Геометрически это означает, что при запираении касательная к траектории движения либо ствола, либо затвора, либо третьей детали, замыкающей затвор, лежит в плоскости перпендикулярной оси канала ствола (точнее - в плоскости перпендикулярной направлению действия силы давления пороховых газов на дно гильзы).

При таком движении боевые выступы перечисленных выше деталей имеют возможность зайти за неподвижные опорные поверхности, перпендикулярные направлению действия силы пороховых газов, что обеспечит принудительное запираение.

Согласно методу морфологического анализа сначала необходимо сформулировать морфологические признаки. Морфологическим признаком назовем некоторый общий для многих вариантов рассматриваемой конструкции объект или его свойство.

В качестве морфологических признаков узла запираения выберем два морфологических признака:

- А) деталь, осуществляющую запираение;
- В) вид траектории движения детали при запираении.

Затем, для каждого морфологического признака перечисляют возможные варианты его реализации или исполнения.

В качестве детали, обеспечивающей запираение можно использовать:

A_1 - затвор; A_2 - ствол; A_3 - специальную запирающую деталь.

Согласно данному выше определению движение детали, обеспечивающее запираение, может происходить по следующим наиболее простым видам траекторий:

B_1 - неподвижная, B_2 - вращение вокруг оси, совпадающей с осью канала ствола, B_3 - вращение вокруг оси, перпендикулярной оси канала ствола, B_4 - поступательное движение в плоскости перпендикулярной оси канала ствола, B_5 - вращение вокруг оси параллельной оси канала ствола, B_6 - более сложные траектории.

Комбинируя альтернативные варианты морфологических признаков, можно получить множество различных решений узла запираения. Все эти решения сведем в морфологическую таблицу 1 (Приложение 1).

Теперь конкретное решение узла запираения выражается формулой $A_i B_j$, $i = 1, 2, 3$, $j = 1, 2, 3, 4, 5$

При условии, что запираение осуществляется движением только одной детали, имеется 15 возможных типов запираения. Каждая клетка морфологической таблицы соответствует определенному типу запираения.

Например, оружие с формулой запираения $A_1 B_1$ - соответствует оружию, заряжаемому с дула, где нет подвижных частей;

$A_1 B_2$ - запираение поворотом затвора (Рис. 7), которое используется в автоматах Калашникова, винтовке М16А1, пушке 2А42. Это наиболее предпочтительный и распространенный в настоящее время тип запираения;

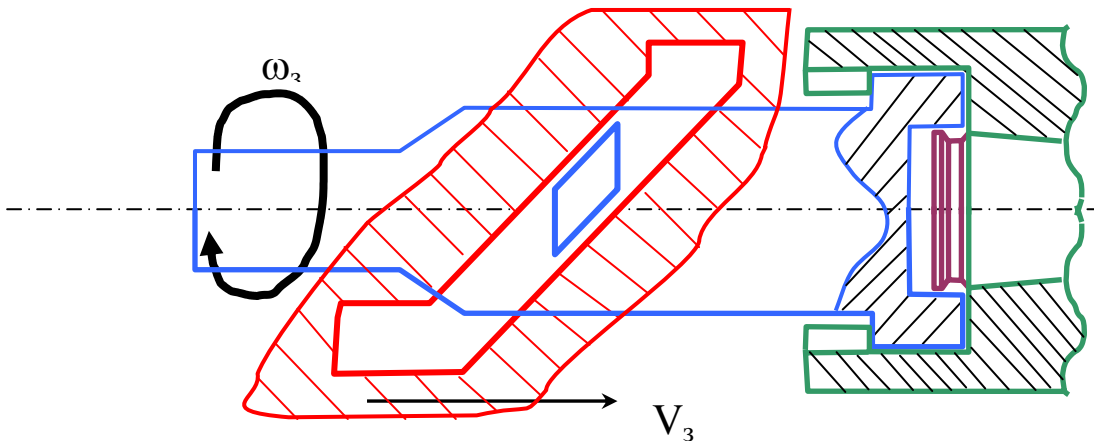


Рис. 7 Схема (А₁Б₂) запирания поворотом затвора вокруг продольной оси.

А₁Б₃ - запираение перекосом затвора (Рис. 8). Этот тип запираения применен в кабине СКС, пулеметах ZB-29, ZB-53, винтовке Токарева;

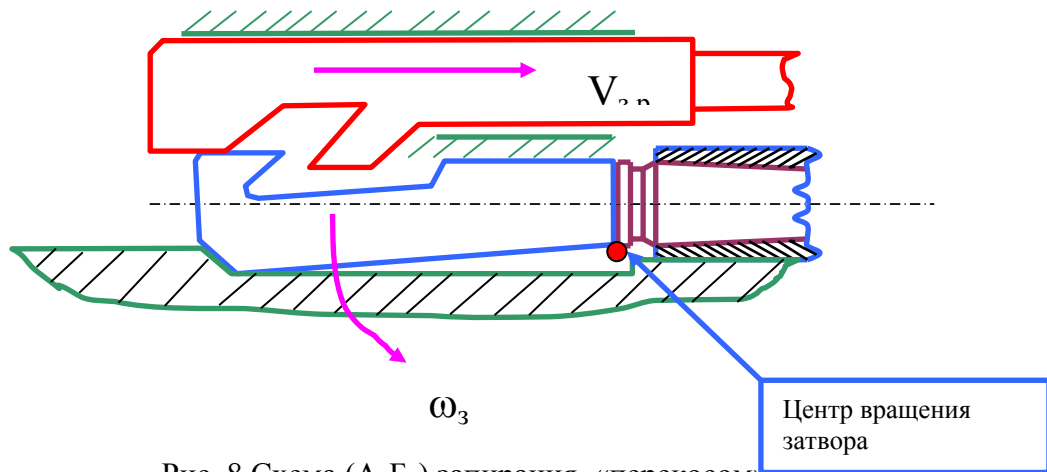
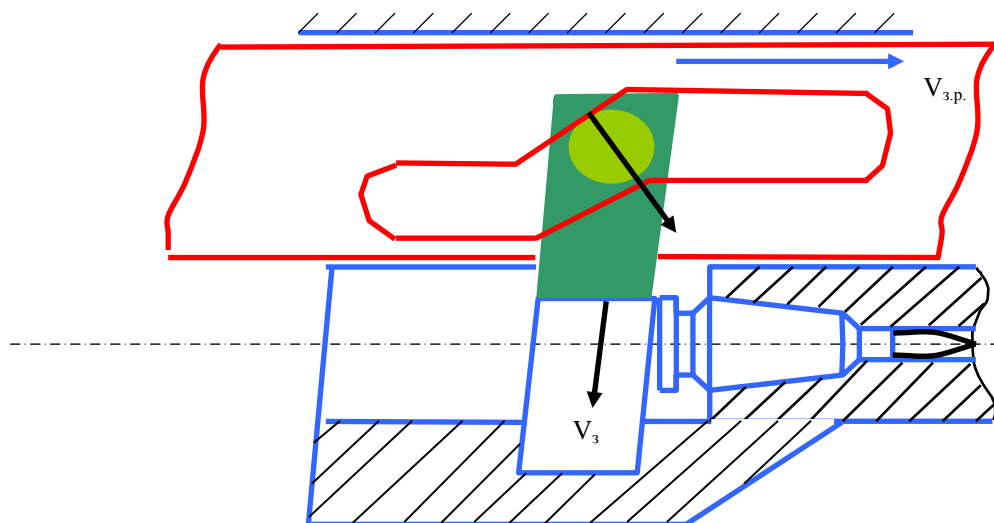


Рис. 8 Схема (А₁Б₃) запираения «перекосом» затвора.

А₁Б₄ - клиновое запираение затвором (Рис. 9), которое используется в



пушках 9А-4071("Балеринка"), ГШ-30,АМ-23, пулеметах А-127, НСВ;

Рис. 9 Схема (А₁Б₄) клинового запираения затвора.

A_1B_5 - примером служит запирание в старых неавтоматических винтовках Крнка (1869 г), карабине Верндля. Это так называемое крановое запирание (Рис. 10);

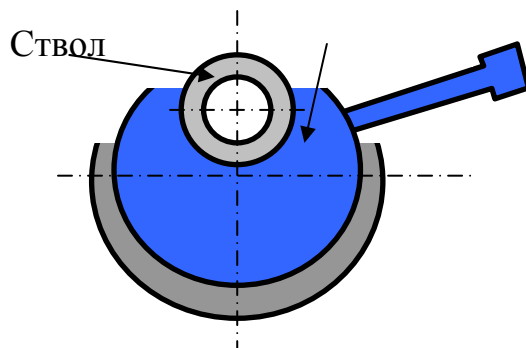


Рис. 10 Схема (A_1B_5) кранового запирания затвора

A_2B_2 - запирание поворотом ствола (Рис. 11). Применено в пистолетах "Рот-Штейер" образца 1907 года, "Штейер" образца 1912 года.

A_2B_3 - запирание перекосом ствола (Рис. 12). Этот тип запирания применен в пистолетах Браунинга, Кольта, ТТ.

A_2B_4 - клиновое запирание стволом использовано в пистолете "Кольт-Браунинг" (Рис. 13).

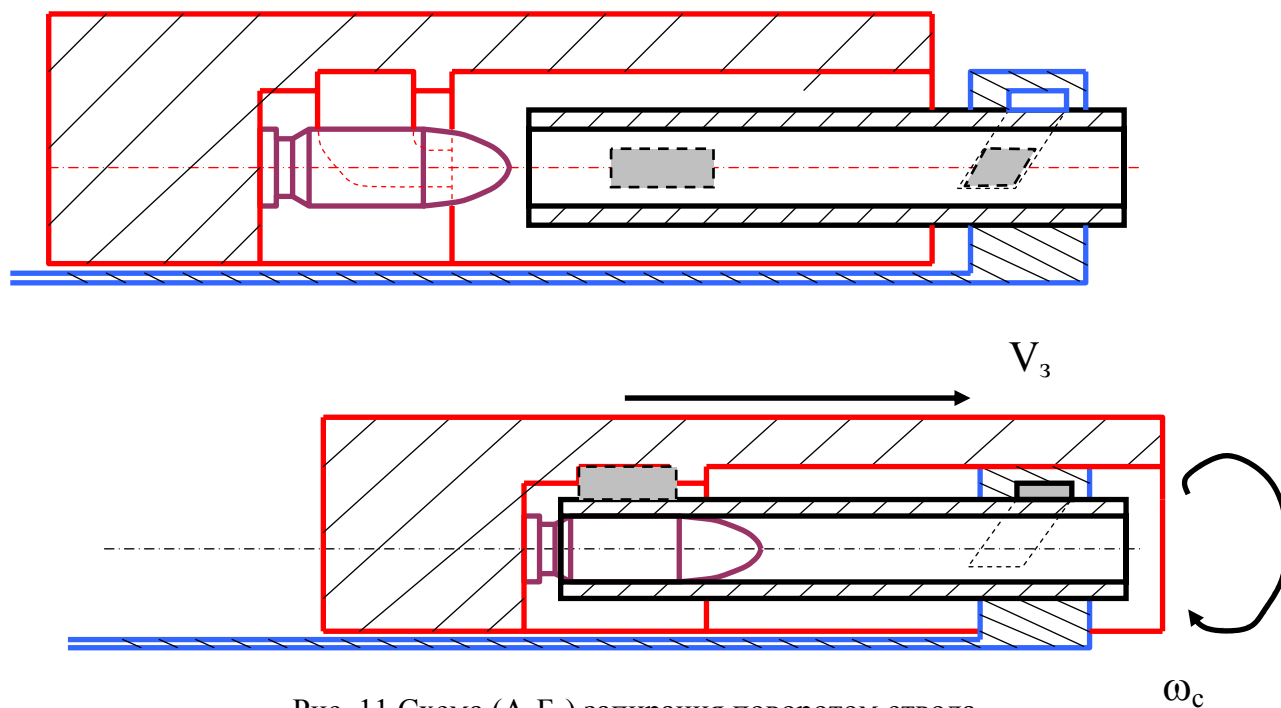
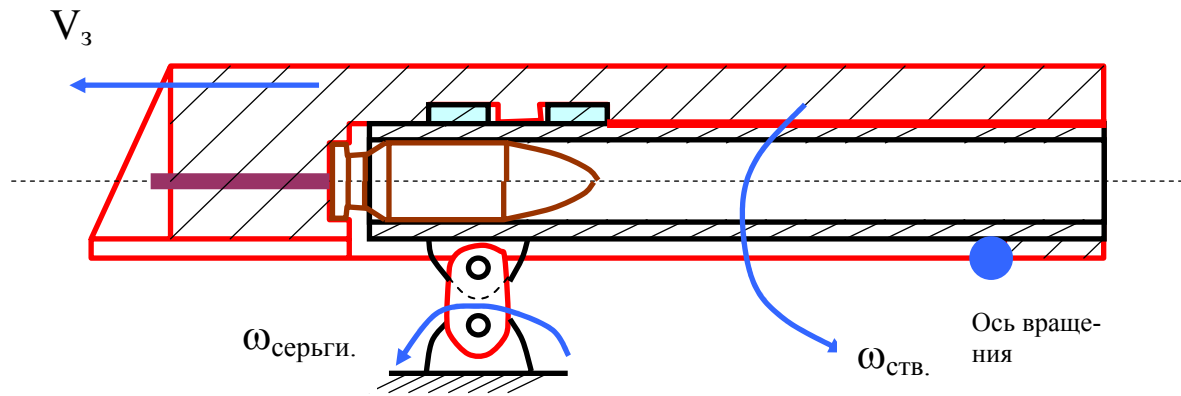
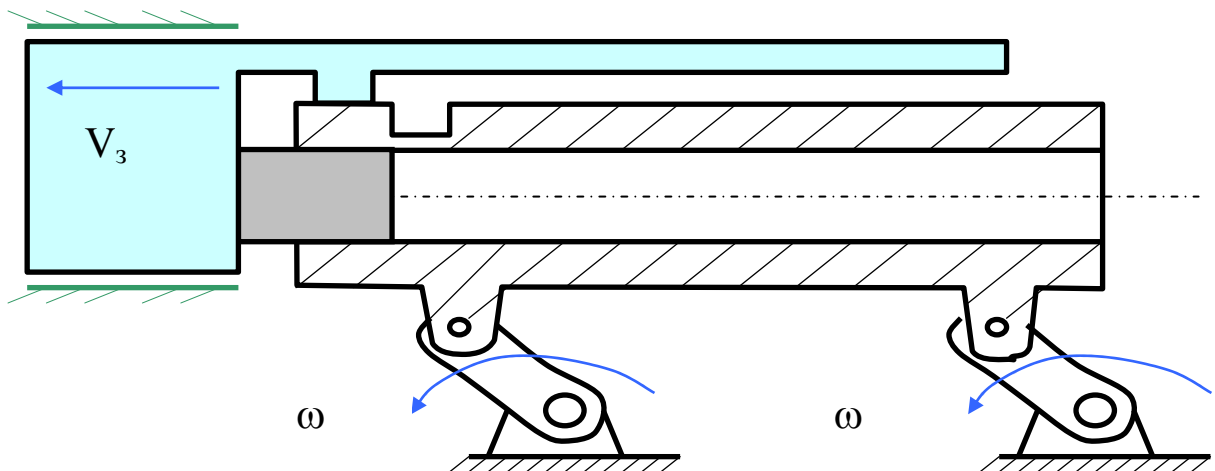
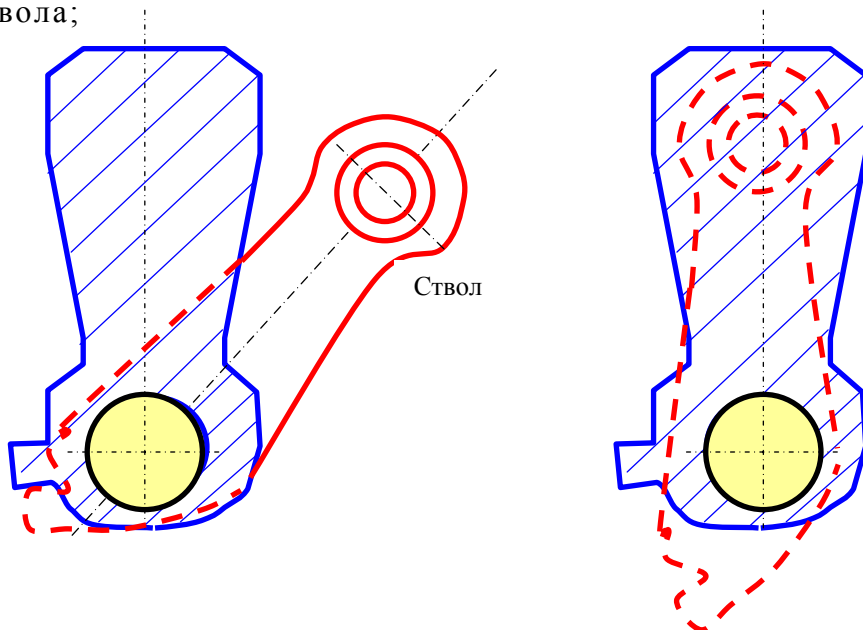


Рис. 11 Схема (A_2B_4) запирания поворотом ствола.

Рис. 12 Схема (А₂Б₃) запираия перекосом ствола.Рис. 13 Схема (А₂Б₄) запираия поперечным движением ствола.

А₂Б₅ - этот принцип запираия (Рис. 14) используется в револьверном оружии, так как барабан представляет собой блок патронников, то есть частей ствола;

Рис. 14 Схема (А₂Б₅).

A_3B_2 -запирание поворотом муфты (Рис. 15) применено в пулеметах МГ-131, МГ-15, МГ-17;

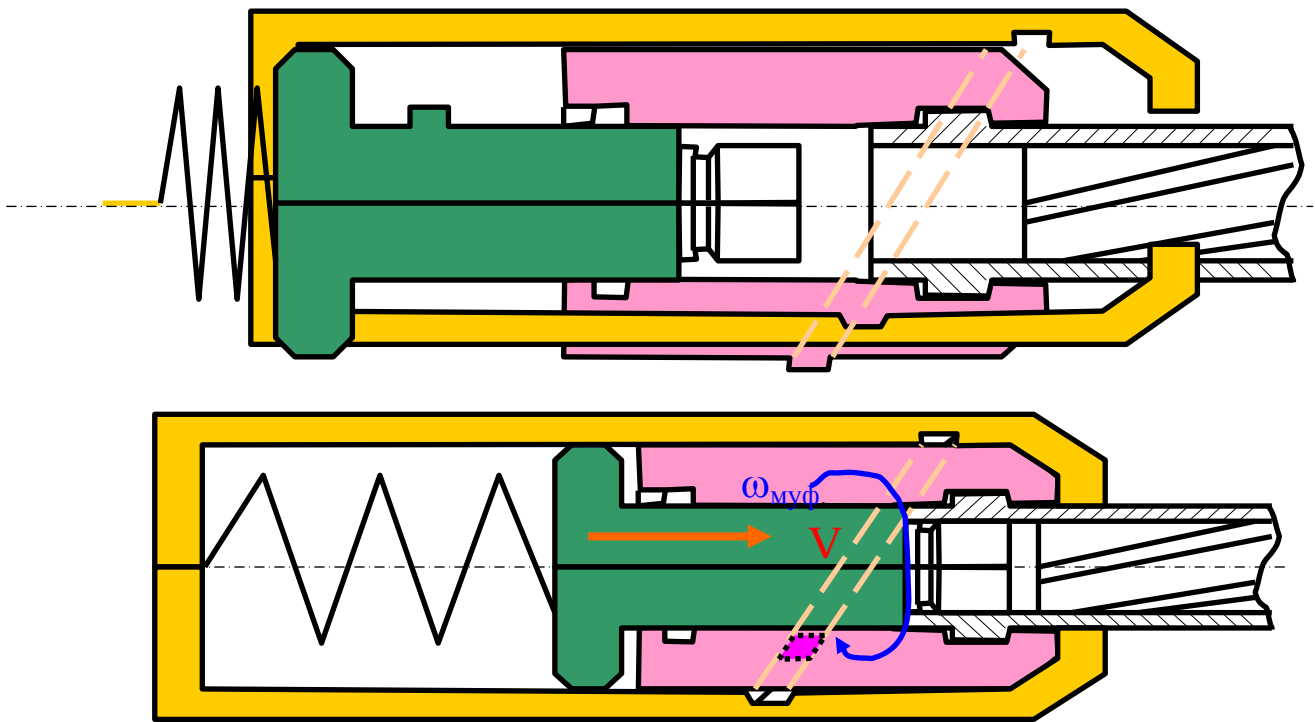


Рис. 15 Схема (A_2B_3) запирания поворотом ствольной муфты.

A_3B_3 - запирание разведением боевых упоров (Рис. 16) или одного боевого упора. Запирание разведением двух боевых упоров применялось в системах Дегтярева (пулеметы ДШК, РПД, ДП и т.д.), а также в автомате Федорова, винтовке Вальтера G-41. Запирание "разведением" одного боевого упора использовано в пистолете Вальтер (Р-38), пулемете "Миниган";

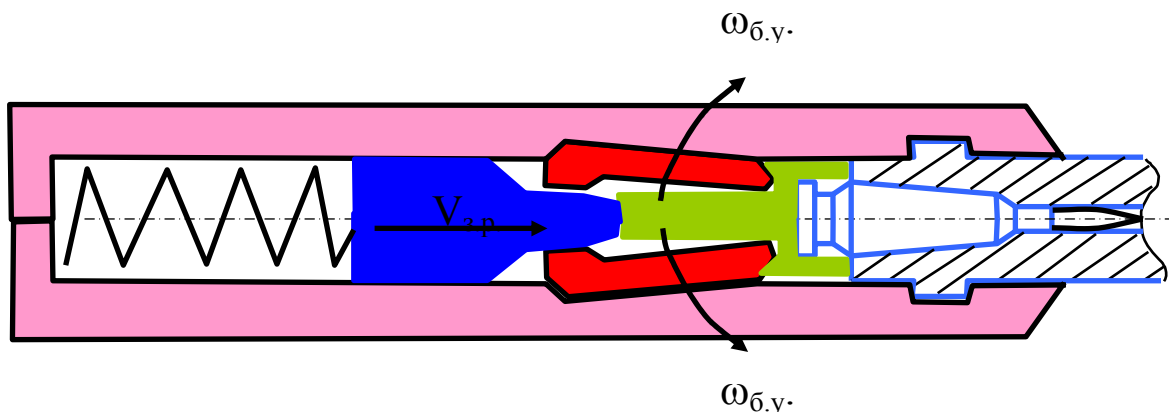


Рис. 16 Схема (A_3B_3) запирания разведением боевых упоров.

A_3B_4 - запираение клином (Рис. 17) используется в охотничьих самозарядных ружьях Браунинга, МЦ 21-12, ТОЗ-87, винтовке Симонова (АВС);

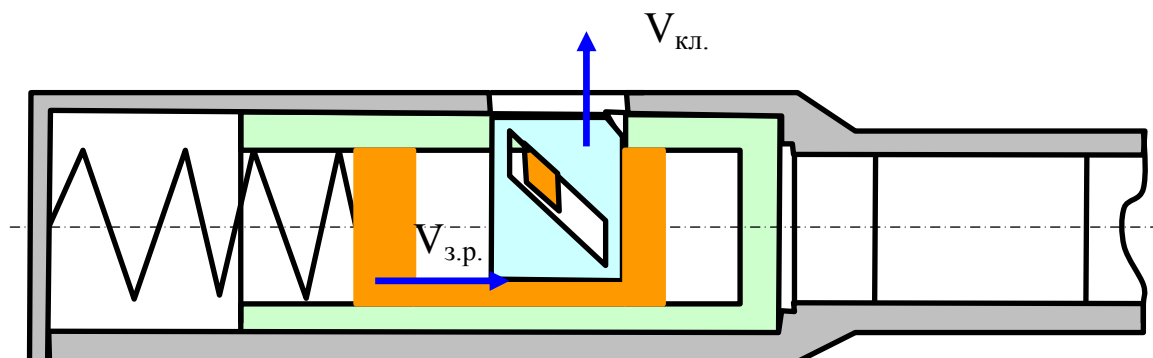


Рис. 17 Схема (A_3B_4) клинового запираения.

A_3B_5 - запираение вращением ствола вокруг продольной оси. Запираения такого типа применено в капсульной винтовке Грина.

При использовании формулы A_iB_j , выделив другие кроме перечисленных в таблице виды движения запирающего элемента, можно получить несколько новых патентоспособных типов запираения.

Надо заметить, что запирающую деталь для надежности тоже "запирают", то есть, предотвращают возможность ее движения при выстреле. Возможные способы запираения "запирающей" детали можно синтезировать, построив соответствующую морфологическую таблицу, причем в отличие от типов запираения затвора реально воплощенных вариантов в конструкциях оружия немного. Например, чаще всего "запираение" запирающей детали производится затворной рамой (АК, ПК, АМ-23, ЗВ-53, МГ-42); серьгой (ТТ, Кольт), запирающим рычагом ("Балеринка"), клином (неавтоматические охотничьи ружья). При этом запираение "запирающего элемента" происходит на участке свободного хода ведущего звена автоматики.

Аналогичные морфологические таблицы можно составить для других исполнительных механизмов оружия и получить с одной стороны их классификацию, а с другой - выявить новые патентоспособные типы этих механизмов.

Но, как и в методе мозгового штурма в морфологическом анализе нет объективных критериев для выбора наилучшего решения. Объективность такого выбора предполагает наличие некоторых правил или критериев, позволяющих сравнивать решения между собой. Наиболее общие из таких критериев сформулированы в теории решения изобретательских задач как законы развития технических систем.

2. ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)

Основным постулатом ТРИЗ является утверждение, что существуют объективные, не зависящие от воли людей, законы развития технических систем, которые познаваемы. Они могут быть сформулированы путем проведения анализа развития техники. Наиболее полным информационным фондом, который может служить основой для такого анализа, является патентный фонд и история развития техники.

Например, обратимся к одному из классов стрелкового оружия - к пистолетам-пулеметам и посмотрим, как с течением времени изменялся их облик. Сначала они имели жесткий, часто деревянный приклад (пистолеты-пулеметы Томпсона, Токарева, ППД, ППШ). Такое оружие удобно при стрельбе, но не удобно при транспортировке войск в машинах, при десантировании, а также при переноске образцов. Тем более, непригодны они для скрытого ношения. Чтобы повысить удобство транспортировки перешли к использованию складывающегося приклада (пистолеты-пулеметы МП-40, ППС, все современные образцы), а затем для еще большего уменьшения габаритов при транспортировке применили складывающийся под ствол магазин (пистолеты-пулеметы МГД-Франция; 39М-Венгрия, МП-46, МП-310-Швейцария), и, наконец, пистолеты-пулеметы со складывающейся коробкой автоматики (ПП-90).

Выявленная тенденция в развитии пистолетов-пулеметов наталкивает на предположение. Не является ли общей закономерностью переход от жесткой технической системы к гибкой, имеющей один или несколько шарниров, с целью приспособления к изменяющимся условиям эксплуатации?

В дальнейшем складывающиеся приклады появились на автоматах, ручных пулеметах, винтовках. В конце концов, от приклада как отдельной детали в некоторых образцах отказались совсем, передав функции приклада задней стенке коробки автоматики, установив на нее небольшой затыльник. Еще одно предположение. Всегда ли в процессе развития проявляется тенденция передавать функции какой-либо детали другой детали или механизму, имеющейся в оружии, а ее саму вообще исключить из конструкции?

Технико-исторические и патентные исследования во многих отраслях техники позволили подтвердить высказанные предположения и сформулировать ряд общих законов развития технических систем. Законы развития позволяют предсказать некоторые тенденции в совершенствовании как образцов оружия в целом, так и отдельных исполнительных механизмов, а также выработать объективные критерии оценки полученных конструктивных решений.

Одним из разделов ТРИЗ, позволяющим эффективно решать технические задачи является алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). АРИЗ представляет собой последовательность шагов по преобразованию исходной формулировки задачи в наиболее точную ее постановку, а также набор правил для ее решения. Эти правила позволяют получать решения задачи, соответствующие законам развития технических систем, почти без перебора вариантов.

Опыт решения технических задач с помощью АРИЗ позволил сформулировать типичные преобразования исходных технических систем в системы без выявленных при постановке задачи недостатков. Такая система типичных преобразований в соответствии с законами развития получила название стандартов на решения изобретательских задач. В настоящее время официально принято 76 стандартов, с помощью которых можно получить решения большинства технических задач.

2.1. Некоторые понятия ТРИЗ

Как в любой науке в теории решения изобретательских задач выработаны некоторые специфические, отличные от общепринятых значений термины и понятия, которые позволяют более точно описать изучаемые теорией объекты и процессы.

2.2. Техническая система

Чем отличается пулемет в собранном виде от того же пулемета, но в разобранном виде? Во-первых, собранный пулемет может стрелять, то есть он способен выполнять главную функцию, для выполнения которой пулемет и создавался. Разобранный пулемет стрелять, естественно, не может, так как надлежащее взаимодействие между его частями отсутствует. Так вот собранный пулемет является технической системой, а разобранный - нет.

Значит, технической системой (ТС) можно назвать совокупность взаимодействующих между собой элементов, при этом техническая система обладает дополнительными свойствами, которыми не обладает ни один из составляющих ее элементов. Основными свойствами ТС является способность выполнять главную полезную функцию (ГПФ), ради чего собственно и создается ТС. Взаимодействия между элементами, которые иногда называют связями, могут быть пространственными, временными, функциональными.

Например, пространственными связями являются: взаимодействие затворной рамы и затвора при отпирании и запирании поворотом затвора, взаимодействие затворной рамы с курком при его взведении.

Примерами временных связей являются:

- связь затвора и верхнего патрона в магазине (Рис. 18). За время забега затвора за патрон последний должен успеть подняться на линию досылания. В противном случае затвор не сможет дослать в ствол этот патрон;

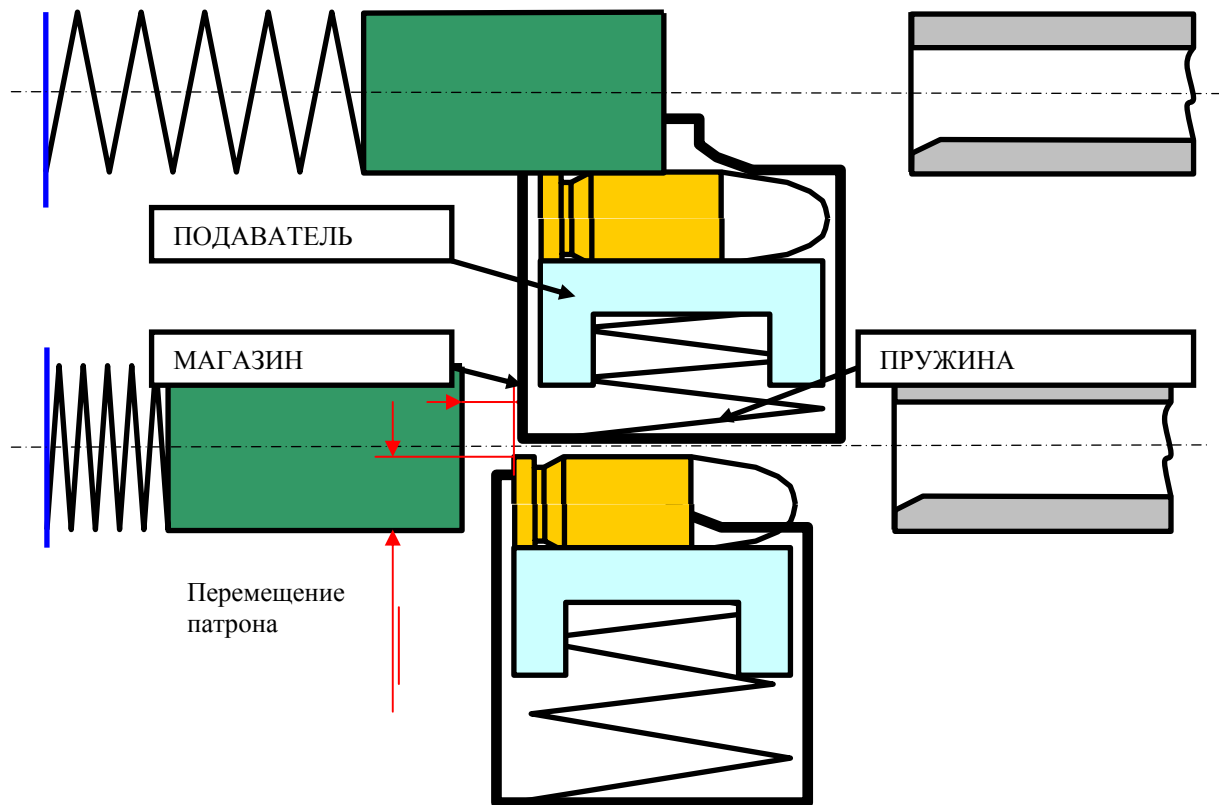


Рис. 18 Временные связи при подаче патрона.

- связь между отражаемой гильзой и затвором в винтовке М16 А1 (Рис. 19), в газовом пистолете "РЕСК".

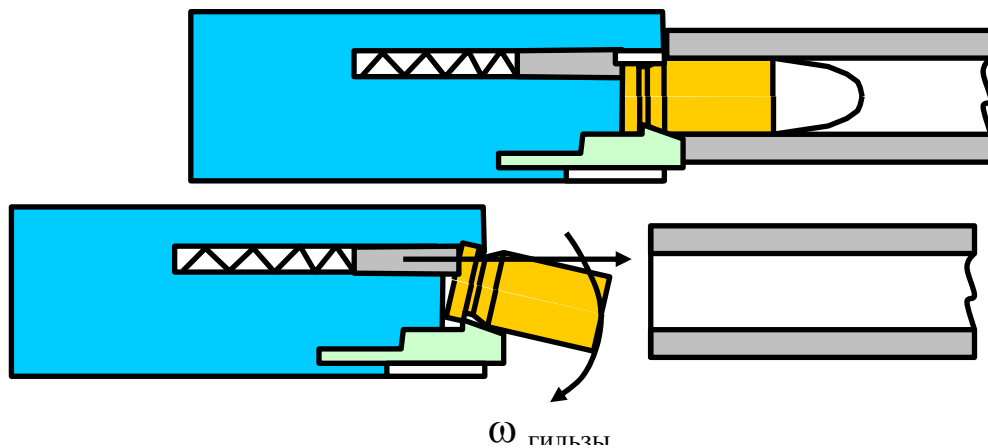


Рис. 19 Временные связи при отражении гильзы.

В них отражение происходит с помощью подпружиненного стержня (автоматическая винтовка М16А1) или ударника (газовый пистолет РЕСК), которые упираются в дно гильзы. После выхода стреляной гильзы из патронника, подпружиненный стержень или ударник толкает гильзу, и она, вращаясь вокруг зацепа извлекателя, отражается. При этом время процесса отражения должно быть меньше времени забега затвора, иначе

отражаемая гильза защемятся между накатывающимся затвором и пеньком ствола;

- связь между временем выстрела и временем выстоя затвора до отпирания в многоствольном оружии с вращающимся блоком стволов. Время выстрела должно быть меньше времени выстоя затвора до начала отпирания.

- связь между досылаемым патроном, отражаемой гильзой и положением поршня двигателя автоматики в пушке Р-23. Досылание очередного патрона в барабан пушки и отражение стреляной гильзы должны произойти до начала поворота барабана.

Функциональные связи имеются в системах наведения оружия, например, обратные связи по координате, скорости.

Кроме понятия технической системы в ТРИЗ введены понятия надсистемы и подсистемы. Техническая система "пулемет" может входить в систему вооружения, например, вертолета, где он устанавливается на подвижной установке, наведением его на цель управляет система наведения и т.д. Как видим, система вооружения вертолета также может быть названа технической системой, в которую пулемет входит в качестве одного из элементов. По отношению к пулемету система вооружения вертолета является технической системой более высокого уровня и называется надсистемой.

С другой стороны в состав пулемета входит механизм запирающего канала ствола. Это тоже техническая система, но по отношению к пулемету она имеет низший уровень, и поэтому называется подсистемой. ***Подсистемой называется техническая система, которая является элементом технической системы высшего уровня сложности.*** В оружии подсистемами являются исполнительные механизмы. В ТРИЗ элементы системы то есть подсистемы, независимо от их сложности еще принято называть "веществами", а связи между ними - "полями".

В общем случае основными свойствами "вещества" является способность быть источником и носителем поля, взаимодействовать с полем, преобразуя энергию поля одного вида в энергию поля другого вида. В ТРИЗ, при описании взаимодействия "веществ", целесообразно расширить понятие "поле" на все виды энергии. "Полями" являются силы давления пороховых газов, кинетическая энергия движущейся детали, потенциальная энергия деформации пружины, поле скоростей жидкости, поле температур и т.д.

Основными свойствами "поля" являются:

- способность содержать и переносить один из видов энергии;
- способность изменять количество переносимой энергии путем взаимодействия с "веществом".

Таким образом, "вещество" служит посредником в энергообмене "полей", а "поле" - посредником во взаимодействии "веществ".

Договорившись о терминах "вещество"(В) и "поле"(П), можно любую техническую систему представить в виде совокупности трехкомпонентных подсистем, каждая из которых состоит из вещества (В), поля (П) и третьего компонента, который может быть как веществом, так и полем. Такая простейшая трехкомпонентная модель называется ВЕПОЛЕМ. В зависимости от поставленной задачи техническая система может быть представлена вепольными формулами с требуемой степенью детализации. Например,

2.3. Противоречия

Изобретательские задачи бывают двух типов. К первому типу относятся задачи на построение новых технических систем, когда необходимо, например, обработать изделие, а как это сделать - неясно. Ко второму типу относятся задачи, при решении которых изобретатель наталкивается на некоторые противоречия между отдельными свойствами, характеристиками технической системы. То есть при улучшении одних характеристик, параметров ТС с помощью известных методов, недопустимо ухудшаются другие. Например, если в пистолете-пулемете для повышения кучности стрельбы и уменьшения темпа предотвратить удар затвора в крайнем заднем положении, то это приведет к увеличению хода затвора, а, следовательно, габаритов коробки автоматики. При увеличении темпа и ужесточении режима стрельбы из авиационной пушки, ее эффективность увеличивается, но резко снижается живучесть ствола.

Еще пример. При снижении массы стрелкового оружия увеличивается кинетическая энергия отдачи при выстреле, что отрицательно сказывается на кучности при стрельбе очередью.

Такие противоречия имеют двойственную природу. Их можно сформулировать и в противоположной форме. Например, если в пистолете-пулемете сократить габариты коробки автоматики, что увеличит компактность оружия, то возрастет темп стрельбы и усилится удар затвора о затыльник коробки автоматики в крайнем заднем положении, что ухудшит кучность.

Такие противоречия называются техническими противоречиями. Техническое противоречие - это противоречие, возникающее между отдельными подсистемами ТС или их параметрами. Если известными способами улучшить одну из подсистем, то недопустимо ухудшается другая подсистема или ее параметры. Ясная формулировка технического противоречия уже может подсказать направления поиска решения, по крайней мере, поможет выделить конфликтующие между собой подсистемы или их свойства. Затем в вепольной формуле работы ТС уже можно выделить элементарный веполь, включающий конфликтующие подсистемы. Такой веполь называется конфликтным, и поиск решения может быть сосредоточен на изменении всего трех элементов этого веполя.

При поиске решения очень часто оказывается, что для нормального функционирования ТС, устраняющего техническое противоречие, к одной из подсистем необходимо предъявить взаимно противоположные требования.

Например, в дульнозарядном оружии для ускорения заряжания диаметр пули должен быть меньше диаметра канала ствола, но диаметр пули должен быть в точности равен диаметру канала ствола, чтобы при выстреле не было прорыва пороховых газов между пулей и стенкой ствола. Оружие будет функционировать нормально, если оба эти требования будут реализованы.

Приведенные выше противоречивые требования называют физическим противоречием. Физическим противоречием называется физически (химически, геометрически) противоречивые требования, предъявленные к одному из элементов конфликтного веполя. Как правило, стремление разрешить физическое противоречие приводит к изменению только одного эле-

мента конфликтного вепоя, что предельно конкретизирует задачу и резко уменьшает количество вариантов решений.

Чтобы проводить изменения подсистемы, к которой предъявлены физически противоречивые требования, в нужном направлении надо знать законы развития технических систем. Далее они излагаются в формулировке, приведенной в статье Ю. Саламатова "Система законов развития техники" в сборнике "Шанс на приключение".

3. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. Возникновение технических систем

Техника возникла для удовлетворения потребностей людей. Для охоты, обороны, нападения возникло оружие. Главная функция оружия - поражение цели с помощью доставляемой к ней энергии. Носителем энергии является рабочий орган оружия, именно он является единственной функционально полезной частью технической системы. Рабочими органами "стрелкового" оружия были камень (в руке или в праще), копье, дротик, стрела, пуля, снаряд, которые являлись носителями энергии. Теперь перспективным рабочим органом может стать электромагнитное поле лазерных систем.

В приведенном выше списке рабочих органов оружия отношение количества доставляемой к цели энергии к массе носителя увеличивается и достигает бесконечности у потока фотонов.

Все остальные части и исполнительные механизмы оружия (лук, арбалет, ружье, пушка) являются вспомогательными, и они возникли на первых этапах взамен или в дополнение к рукам и глазам человека. Например, праща удлиняла руку человека и позволяла увеличить скорость метания камня. Магазины винтовок появились взамен руки человека, вставлявшего очередной патрон в оружие, что увеличило скорострельность.

В дальнейшем, как и все остальные технические системы, оружие возникало и развивалось в соответствии со следующими законами.

1 Закон полноты частей системы

Формулировка закона.

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы (ТС) является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

По определению каждая ТС должна включать в себя как минимум четыре части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления.

Двигатель предназначен для преобразования какого-либо вида энергии в тот ее вид, который необходим для функционирования ТС. Трансмиссия передает энергию от двигателя к рабочему органу. Органы управления предназначены для управления остальными элементами ТС. Рабочий орган предназначен для выполнения главной полезной функции ТС.

Для построения технической системы необходимо наличие этих четырех частей и их минимальная пригодность к выполнению функций системы.

При анализе ТС не всегда возможно без затруднений определить эти части системы. Поэтому при определении частей полезно задавать следующие вопросы:

- Что обрабатывается? - Изделие. Для оружия это поражаемая цель.

- Куда подводится энергия и что обрабатывает изделие (цель)? - Рабочий орган. Для оружия это пуля, дробь, снаряд.

- Через что подводится энергия? - Трансмиссия. В нашем примере это пороховые газы, разгоняющие снаряд.

- От чего подводится энергия? - Двигатель. В ствольном оружии энергия подводится от пороховых газов, так как они преобразуют внутреннюю энергию в кинетическую энергию поступательного движения. Ствол является частью двигателя, он канализирует поток газа.

- Чем осуществляется управление? - Органы управления. В ручном стрелковом оружии это спусковой механизм, прицел, переводчик режима стрельбы.

Первые ружья (Рис. 20) состояли почти только из этих основных частей: пули - рабочего органа, пороха (источника энергии) и пороховых газов (при выстреле) - двигателя и трансмиссии, ствола - части двигателя, спускового механизма - рычага с присоединенным к нему фитилем. Дополнительной частью были приклад с ложей для удобства пользования оружием. Таким образом, схему первого ружья можно представить так:

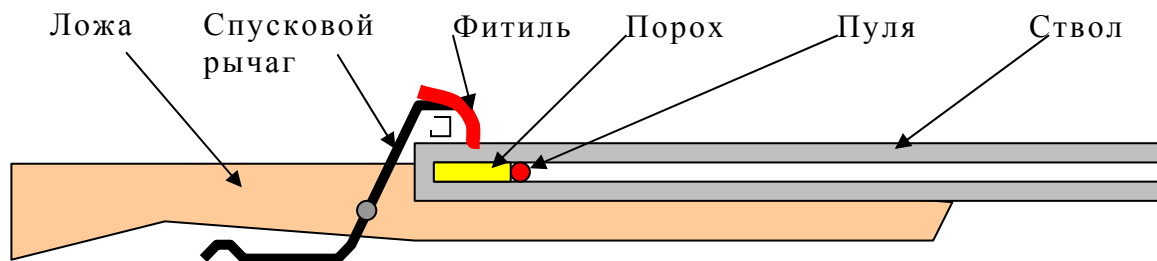


Рис. 20 Фитильное ружье.

Рабочий орган	Двигатель	Трансмиссия	Орган управления
Пуля	Пороховые газы	Пороховые газы, ствол	Спусковой механизм, ложа

Для того чтобы эксплуатировать такие ружья стрелок должен был выполнять множество функций. Во-первых, он осуществлял функции управления: наводил оружие в цель, рассчитывал (интуитивно) упреждение, определял момент выстрела, нажимал на спусковой крючок. Во-вторых, после каждого выстрела он осуществлял перезарядку оружия: засыпал в ствол порцию пороха, забивал пыж, закатывал пулю. В-третьих, он готовил оружие к стрельбе, зажигая фитиль. Естественно, что при таком числе операций, выполняемых стрелком после каждого выстрела, скорострельность была низкой – 1-2 выстрела в минуту.

2.Закон энергетической проводимости технической системы

Формулировка закона.

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является сквозной проход энергии по всем частям технической системы.

Этот закон имеет следующее следствие: чтобы часть системы была управляемой необходимо обеспечить сквозной проход энергии между этой частью и органом управления.

Многие задачи синтеза механизмов оружия сводятся к подбору вида энергии и типа передачи энергии эффективных в данных условиях. При этом рекомендуется руководствоваться тремя правилами:

Правило 1. При синтезе ТС надо стремиться к использованию одного поля (вида энергии) на процессы работы и управления в системе. При развитии ТС любые новые механизмы должны работать на энергии, проходящей сквозь систему или на бесплатной энергии (из внешней среды, или в виде отходов другой системы).

Например, многоствольная пушка АО-18, разработанная в России имеет для вращения блока стволов двигатель автоматики, использующий энергию пороховых газов, отводимых из каналов стволов. Поэтому она независима в этом смысле от установок и носителей, на которых она размещается. Зарубежные многоствольные системы (пушка GAU-8, пулемет "Миниган") часто для работы автоматики используют внешние электро- или гидро- двигатели. В этом случае требуется согласование оружия и носителя, а рекомендуемое правило не выполняется.

Еще один пример. Для первоначальной раскрутки блока стволов у пушки АО-18 использован пневмостартер, источником энергии в котором является сжатый воздух, который должен быть размещен на носителе. Кроме этого, для воспламенения электрокапсюлей патронов к пушке требуется подвести электроэнергию. Таким образом, в этой пушке для работы требуется целых три вида энергии: энергия пороховых газов для вращения блока стволов при стрельбе, энергия сжатого воздуха для раскрутки блока стволов перед началом стрельбы, электроэнергия для срабатывания электрокапсюлей в патронах. В пушке ГШ-6-23- для раскрутки блока стволов применен пиростартер, то есть источником энергии служит пороховой газ и пушка работает с использованием уже двух видов энергии: энергии пороховых газов и электроэнергии для воспламенения электрокапсюлей пиростартера и патронов. В пулемете ЯКБ-12,7 раскрутка блока стволов производится пружиной, которая предварительно закручивается блоком стволов после отстрела последнего патрона в очереди, то есть используются "отходы" энергии вращения блока стволов. Для работы пулемета используется только один вид энергии - энергия пороховых газов. Построение работы данного пулемета в наибольшей степени соответствует рекомендованному правилу.

Правило 2. Если техническая система состоит из веществ, менять которые нельзя, то используется поле, хорошо проводимое веществами.

Например, для увеличения точности стрельбы из зенитной пушки 2А38 на одном из двух стволов установлен датчик скорости, изменяющий действительную дульную скорость снарядов с целью внесения соответствующих поправок в систему наведения. Естественно, в этом случае снаряд изменять для целей измерения скорости нельзя, поэтому в датчике скорости для целей измерения скорости используют электромагнитное поле, хорошо проводимое металлическим корпусом снаряда. Снаряд при прохождении последовательно через две катушки проводов с током вызывает изменение их индуктивности, что позволяет вычислить его скорость.

Правило 3. Если вещества частей системы можно менять, то плохо управляемое поле заменяют на хорошо управляемое по цепочке:

*гравитационное---механическое---тепловое---магнитное---
электрическое---электромагнитное.*

Одновременно заменяют вещества или вводят в них добавки, обеспечивающие хорошую проводимость энергии.

Продemonстрируем действие этого правила на примере развития ударных механизмов. В малогабаритных минометах (Рис. 21) для накола капсюля используют энергию гравитационного поля, превращенную в кинетическую энергию падающей по стволу мины. В конце падения капсюль, расположенный в мине накалывается неподвижным бойком, размещенным в казенной части ствола. При этом зарядание производится с дула ствола. Для небольших минометов такая конструкция ударного механизма идеальна, так как этот механизм состоит всего из одной неподвижной детали-бойка.

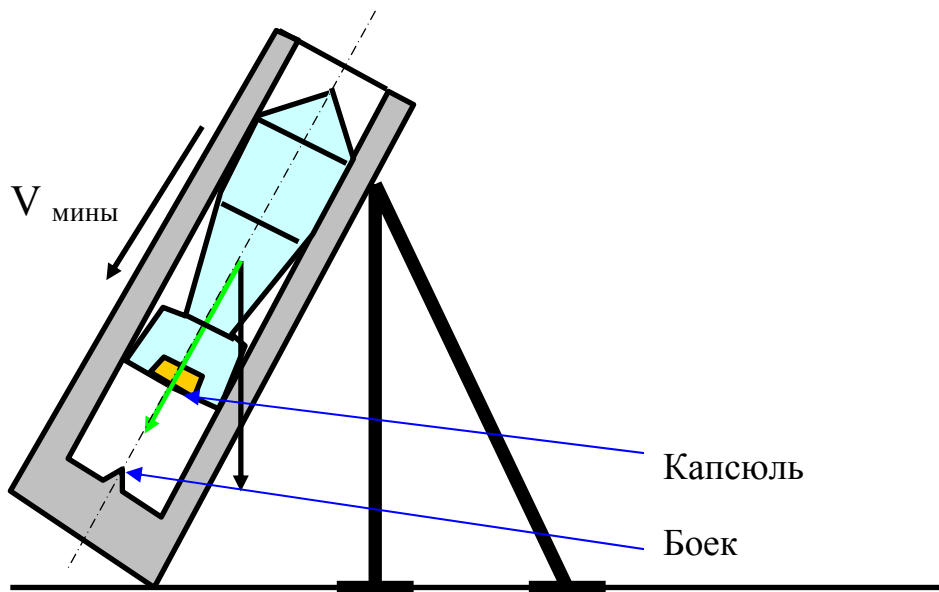


Рис. 21 Ударный механизм, использующий силу тяжести.

Но в крупнокалиберных минометах зарядание с дульной части затруднительно, поэтому они заряжаются с казны, как правило, при горизонтальном положении ствола. В этом случае использовать энергию гравитации в качестве источника энергии для работы ударного механизма невозможно. В таких минометах используются ударные механизмы с механическим полем сжатой боевой пружины в качестве источника энергии.

Использование теплового поля в качестве источника энергии для воспламенения порохового заряда распространения не получили, хотя такие попытки имелись. Например, пытались поджечь безгильзовый патрон, резко сжимая воздух в запатронном пространстве. Прессованный порох патрона воспламенялся за счет повышения температуры воздуха при сжатии.

В пушках все большее распространение получают боеприпасы с электрокапсюльным воспламенением из-за их надежности и быстродействия. Для воспламенения таких боеприпасов используется электроэнергия. Недостатком такого способа воспламенения является необходимость наличия хороших контактов в загрязненном оружии.

Электромагнитное "воспламеняющееся" устройство, не требующее наличие контактов использовано в турбореактивных осколочно-фугасных снарядах (ТРОФС). В ТРОФС имелась проволочная спираль для воспламенения, соединенная с одной из обмоток трансформатора. Другая обмотка

трансформатора располагалась на пусковой направляющей. При подаче переменного тока на эту обмотку, ток возбуждается в обмотке снаряда, спираль нагревается и воспламеняет пороховой состав основного воспламенителя двигателя.

В печати появилось сообщение о воспламенении порохового заряда в пушках с помощью лазерного луча, подводимого в ствол по световоду.

Таким образом, все рекомендованные выше источники энергии, кроме магнитной, использовались в различных конструкциях воспламеняющих порохов устройств.

При анализе конструкции на соответствие закону энергетической проводимости рекомендуется ответить на следующие вопросы:

- Есть ли в ТС сквозной проход энергии?
- Существует ли хорошая проводимость энергии между частями ТС и органом управления?
- Какое поле лучше всего проводят вещества в ТС?
- Можно ли применить более управляемое поле?
- Какое поле лучше всего применить для новой части ТС - имеющееся или даровое?

Попробуйте на основе закона энергетической проводимости решить простую задачу. Для охлаждения ствола надо прокачать охлаждающую жидкость в зазор между резервуаром, охватывающим ствол и наружной стенкой ствола. Какую энергию надо использовать для этого?

3. Закон согласования ритмики частей

Формулировка закона.

Необходимым условием принципиальной работоспособности ТС является согласование или сознательное рассогласование частоты колебаний или периодичности работы всех частей системы.

Хорошо работают, а, значит, и жизнеспособны только системы, в которых вид колебаний (или периодичность работы) подобран так, что части системы не мешают друг другу и наилучшим образом выполняют полезную функцию.

При проектировании стрелково-пушечного вооружения закон согласования работы частей изображается в виде циклограммы работы автоматики. Элементом, согласующим работу исполнительных механизмов, является, как правило, ведущее звено автоматики, которое в нужные моменты цикла работы автоматики обеспечивает сквозной проход энергии к исполнительным механизмам.

Различают два вида колебаний - собственные и вынужденные. Частота собственных колебаний системы определяется только внутренними ее характеристиками, вынужденные колебания происходят под действием внешних сил и частотой воздействия этих сил. При сближении частот собственных и вынужденных колебаний возрастает амплитуда вынужденных колебаний при неизменном значении амплитуды внешней силы и возникает резонанс.

Резонанс может быть и полезным и вредным явлением. Использование резонанса или предотвращение его позволяет улучшить работу технической системы простым изменением формы, размеров, массы колеблющихся элементов без введения новых.

При стрельбе из автоматического оружия очередями на все механизмы и детали оружия воздействуют периодические силы с частотой равной темпу стрельбы, поэтому для увеличения живучести механизмов оружия необходимо, чтобы никаких резонансных явлений в оружии не возникало. Между тем закон согласования ритмики иногда нарушается - есть образцы оружия, в которых ритмика "согласована" во вредном сочетании. Например, в пушке 2А42 собственная частота колебаний ствола-14-17 гц (а с учетом зазоров в соединении между стволом и коробкой автоматики еще меньше) близка к максимальному темпу стрельбы приблизительно 600 выстрелов в минуту -(10 гц), что приводит к большим колебаниям ствола при стрельбе очередью, а, следовательно, к большому рассеиванию снарядов. При стрельбе из этой пушки с темпом 200 выстрелов в минуту рассеивание значительно меньше.

Из закона согласования ритмики вытекают ряд правил:

1. В технической системе действие сил должно быть согласовано или сознательно рассогласовано с собственной частотой колебаний изделия или инструмента.

2. В ТС должны быть согласованы или сознательно рассогласованы частоты используемых полей.

Иногда при постановке работоспособных образцов оружия с продольным относительно ствола движением ведущего звена на установку, имеющую амортизаторы, оружие начинало давать задержки при стрельбе. Выяснилось, что при некоторых выстрелах в очереди ведущее звено автоматики имело слишком большую скорость отката, и это снижало живучесть деталей, а при некоторых выстрелах - оно имело слишком малую скорость отката и не доходило до заднего положения, с которого начиналась подача очередного патрона. Причиной этого являлась несогласованность движения самого оружия относительно установки и движения ведущего звена в оружии. Соответствующим подбором характеристик пружины амортизаторов установки это явление устраняется.

3. Если два действия несовместимы, то одно действие осуществляют в паузах другого.

Например, в револьверной пушке НН-30 охлаждение ствола производится впрыском охлаждающей жидкости в канал ствола между выстрелами при промежуточном положении барабана во время его поворота.

4. Любые паузы в одном действии должны быть заполнены другими действиями.

5. Если требуется измерять характеристики системы, изменение которых влияет на изменение собственных колебаний, то действие внешнего поля согласовывают с собственной частотой системы и по наступлению резонанса судят об изменениях контролируемых характеристик.

В оружии и установках под него требуется подавлять все виды резонансов. Существует несколько способов подавления резонанса:

1. Уклонение от резонанса путем изменения частоты собственных колебаний.

Например, для рассогласования собственной частоты колебаний ствола и темпа стрельбы можно:

а) перераспределить массу ствола по его длине, не меняя массу ствола;

б) ввести продольные ребра на стволе, которые увеличат его жесткость,

в) закрепить дульную часть ствола.

Так в БМП-3 дульная часть ствола 30-мм пушки скреплена со стволом 100-мм пушки, что увеличило жесткость 30-мм ствола, а значит и собственную частоту его колебаний;

2. Организация взаимонейтрализации двух действий.

В оружии со свободным затвором и задним шепталом существует два вредных фактора, приводящих к колебаниям оружия при стрельбе и ухудшающих кучность стрельбы. Это удар затвора в крайнем переднем положении и большая начальная скорость отката затвора, приводящая, как правило, к удару затвора в заднем положении.

Организация раннего разбития капсюля, когда накат затвора тормозится силой давления пороховых газов, предотвращает удар в крайнем переднем положении и снижает начальную скорость отката затвора, предотвращая удар в крайнем заднем положении (Рис. 22).

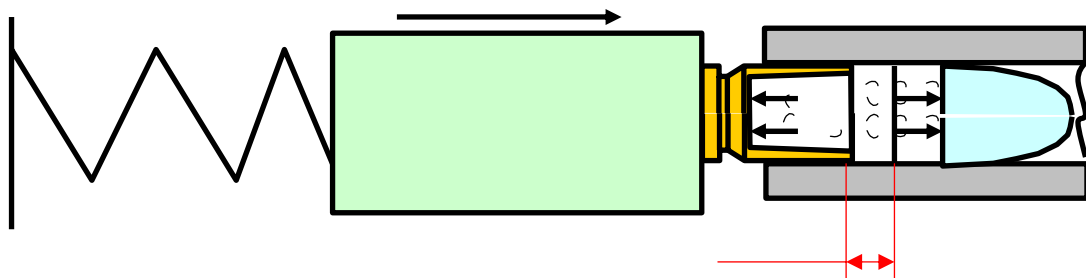


Рис. 22. Взаимонейтрализация вредных факторов на примере использования выката затвора.

3. Введение второго внешнего действия в противофазе к вредному.

Для компенсации опрокидывающего оружие момента, возникающего при выстреле, на дульную часть ствола устанавливаются компенсаторы опрокидывающего момента. Пороховые газы, выходящие из ствола, воздействуют на нижнюю поверхность компенсатора, создавая стабилизирующий момент (Рис. 23).

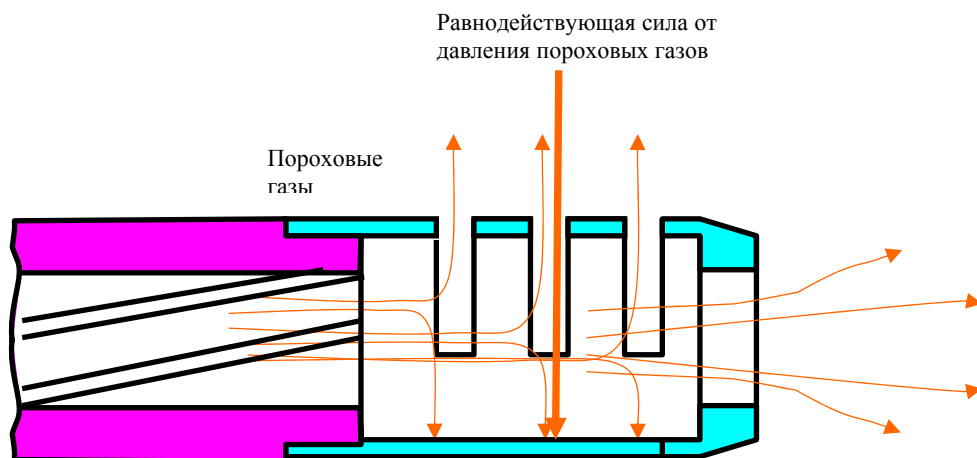


Рис. 23. Полезное использование отходов на примере дульного компенсатора опрокидывающего момента.

В спортивном пистолете конструкции Хайдурова компенсация опрокидывающего момента производится отводимыми вверх пороховыми газами из средней части ствола.

4. Самонейтрализация вредного действия путем его разделения на два, сдвиг одного из них по фазе и столкновение.

Для предотвращения отскока затворной рамы после ее прихода в крайнее переднее положение в пулемете MG-45 предусмотрен противоотскок (Рис. 24). Он выполнен по следующему принципу: внутри затворной рамы помещена масса с возможностью ее перемещения в продольном направлении. На затворную раму воздействует возвратная пружина. Перед ударом в крайнем переднем положении противоотскок находится у стенки полости в затворной раме. После удара затворной рамы она отскакивает, но тут же ее ударяет продолжающий движение вперед противоотскок, предотвращая дальнейший отскок затворной рамы.

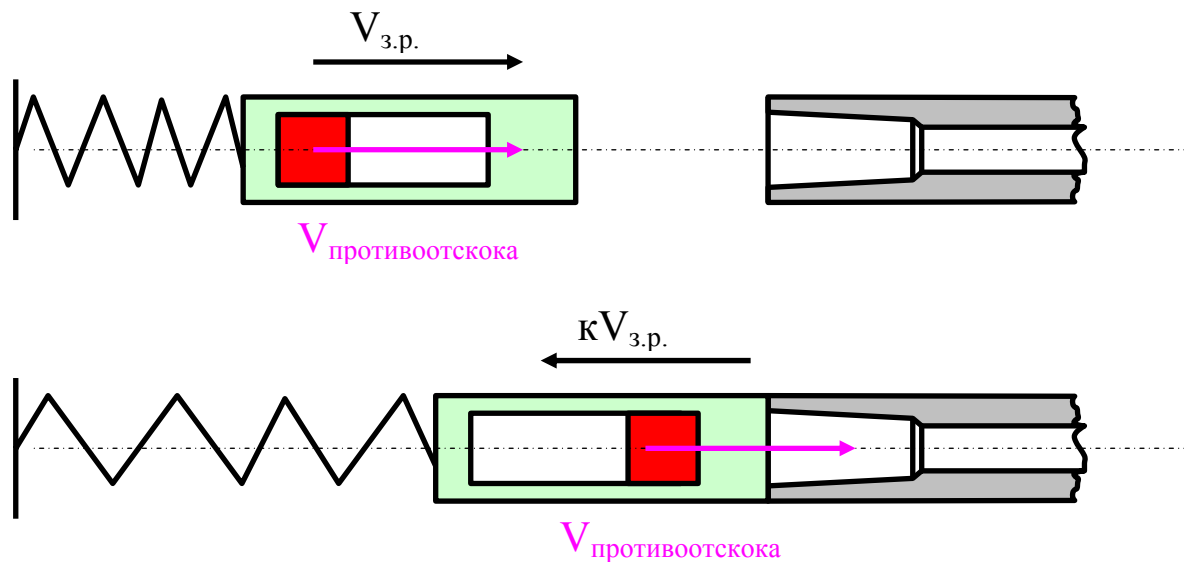


Рис. 24. Разделение вредного фактора на две части и их столкновение на примере работы противоотскока

5. Самоликвидация вредного действия путем введения дополнительных грузов со смещающимся центром тяжести.

Для того, чтобы шашкой удобно и эффективно можно было нанести колющий удар, ее центр тяжести должен находиться близко к рукоятке, а для рубящего удара необходимо, чтобы центр тяжести находился далеко от рукоятки. Для устранения этого противоречия предложено внутри рукоятки и части клинка сделать отверстие и частично залить его ртутью.

6. Ликвидация источника вредного действия.

4. Закон динамизации технических систем

Формулировка закона.

Жесткие системы для повышения их эффективности должны становиться динамичными, то есть переходить к более гибкой, быстро ме-

няющейся структуре и к режиму работы, подстраивающемуся под изменение внешней среды.

С момента синтеза и на первых этапах развития ТС имеют обычно жесткие связи и в них отсутствуют механизмы для изменения режима работы в зависимости от изменения внешних условий.

Для оружия изменение внешних условий прежде всего означает:

- изменение характера поражаемых целей;
- изменение режима стрельбы;
- изменение требований к оружию при стрельбе и при транспортировке.

Пушки, размещаемые на вертолетах, БМП применяются для поражения как бронированных целей, так и живой силы противника и других небронированных целей. В первом случае необходимо стрелять бронебойными снарядами, во втором - осколочно-фугасными снарядами. Во время второй мировой войны универсальность огня авиапушек по любым видам целей достигалась тем, что ленту снаряжали поочередно патронами с бронебойными и осколочно-фугасными снарядами, что почти в 2 раза снижало возможную эффективность стрельбы по конкретным видам целей.

В современных автоматических малокалиберных пушках для БМП и вертолетов предусмотрена возможность питания патронов из двух лент (пушки 2А42, 2А72), одна из которых снаряжается бронебойными боеприпасами, а другая - осколочно-фугасными. Пушки имеют сдвоенные патронноподающие механизмы.

В зенитной артиллерии давно применяются "динамичные" снаряды, в которых устанавливают время задержки разрыва в зависимости от дальности до цели.

Пулеметы сухопутных войск преимущественно ведут огонь по наземным целям, где высокий темп стрельбы не нужен, но иногда они применяются и для стрельбы по зенитным целям, где нужен высокий темп стрельбы. Для адаптации к этим видам стрельбы в пулемете ЗВ-53 предусмотрено 2 темпа стрельбы - высокий и низкий, что достигается за счет изменения величины хода ведущего звена и применения буферного устройства с высоким коэффициентом восстановления скорости затворной рамы после удара в заднем положении (Рис. 25).

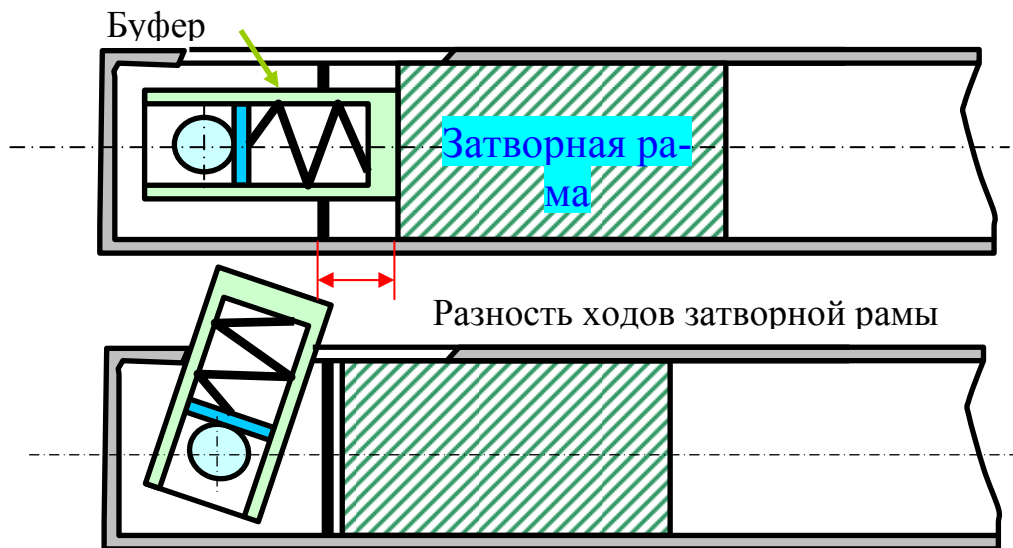


Рис. 25. Пример динамизации системы

Изменение режима стрельбы в зависимости от боевой обстановки предусмотрено в пистолетах-пулеметах, автоматах, ручных пулеметах и автоматических пушках. В них предусмотрено ведение одиночной, автоматической стрельбы и стрельбы очередями фиксированной длины. В пушке 2А42 имеется устройство для изменения темпа стрельбы.

В боевой обстановке оружие должно обеспечивать эргономическое удобство стрельбы, а при транспортировке оно должно быть как можно более компактным (Рис. 26).

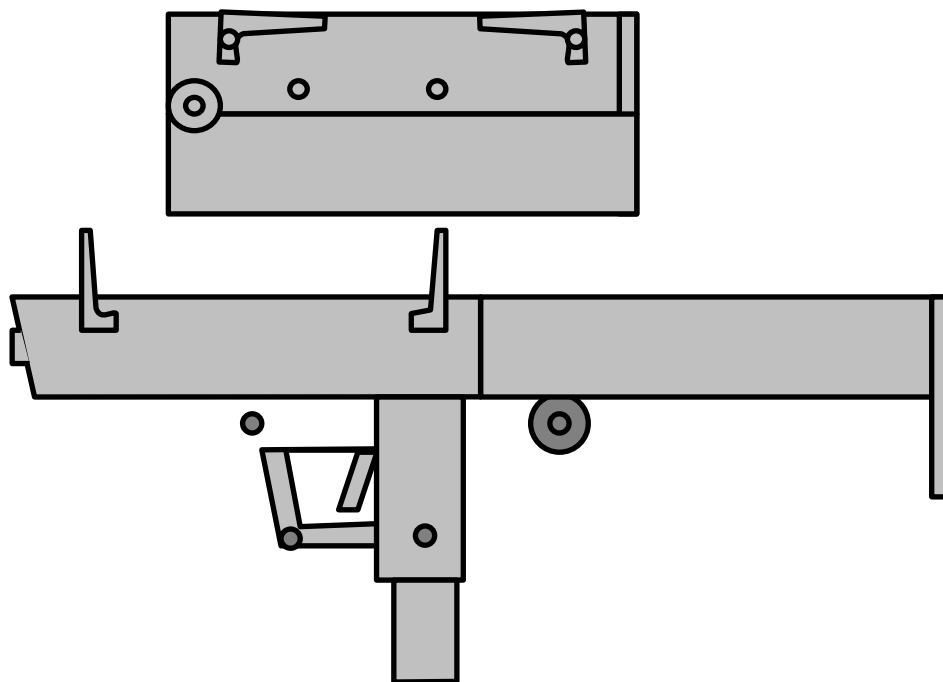


Рис. 26. Пример динамизации. Пистолет-пулемет ПП-90 в сложенном и разложенном виде.

Можно выделить следующие виды динамизации.

1. Динамизация элементов системы.

Динамизация начинается с разделения жесткого элемента на две шарнирно соединенные части, а дальше развитие идет по линии:

один шарнир — много шарниров — гибкое вещество — жидкость — газ — поле.

Примером перехода от жесткой системы к гибкой системе со многими шарнирами может служить эволюция пистолетов-пулеметов, изложенная во введении (Рис. 27).



Рис. 27. Пример динамизации приклада.

Другим примером может служить динамизация буферных устройств. Как правило, в конце отката затворная рама ударяется в заднюю жесткую стенку коробки автоматики, что вынуждает дополнительно упрочнять последнюю. Для смягчения удара стали использовать пружинные буферы, затем появились гидравлические откатные устройства, уменьшающие скорость прихода подвижных частей в заднее положение. Например, откатники во всех крупнокалиберных пушках или в гранатомете АГС-17. И, наконец, появилось пневматическое буферное устройство в пушке АМ-23. В нем функции буферной пружины выполняет пороховой газ, отводимый из канала ствола. Преимуществом такого буферного устройства являются высокие коэффициент восстановления скорости и надежность.

2. Динамизация используемых полей.

Динамизация полей осуществляется по следующей линии:

постоянное — импульсное — переменное — серия колебаний — переменное поле с изменением частоты, фазы, амплитуды, формы колебаний — переменное поле с использованием физических, химических эффектов — нелинейное поле с пространственной структурой.

3. Динамизация функций и параметров технической системы.

Развитие идет от однофункциональных систем с неизменными параметрами к многофункциональным с изменяющимися параметрами. Основные направления динамизации функций и параметров:

- использование ТС со сменными рабочими органами, или другими механизмами;

- изменение параметров рабочего органа под действием поля вплоть до смены функций (пример: сварка-резка).

В настоящее время на вооружении Австрии имеется система AUG со сменными стволами, которая в зависимости от длины и массы ствола может быть укомплектована как пистолет-пулемет, автоматическая винтовка, ручной пулемет.

Современные пистолеты проектируются так, чтобы после замены минимального количества деталей, они могли бы использовать различные даже по калибру патроны.

Попытки динамизировать в этом направлении неавтоматическую винтовку предпринимались уже с начала века. В винтовку вместо затвора вставлялось приспособление для стрельбы очередями пистолетными патронами. Таким образом, в одном оружии стремились объединить винтовку и пистолет-пулемет.

4. Динамизация управляемости технической системы.

Развитие технических систем идет от неуправляемых к управляемым и далее к самоуправляемым. При этом программы работы технических систем изменяются от жестких, заданных самой конструкцией системы, к ТС со сменными программами и далее к самопрограммируемым, самообучающимся.

Если раньше управление артиллерийскими системами осуществлялось расчетом, состоящим из нескольких бойцов, то теперь существуют зенитные ракетно-пушечные противоракетные комплексы (например «Каштан»), которые выполняют функцию защиты кораблей от противокорабельных ракет без участия человека в этом процессе. Система управления комплексом сама выполняет следующие функции:

- обнаружение цели;
- определение вида цели, выбор первоочередной цели;
- решение задачи встречи снаряда с целью и выбор необходимого упреждения;
- открытие стрельбы;
- окончание стрельбы в случае попадания. Попадание фиксируется по резкому изменению характеристик траектории цели.

5. Закон увеличения степени вепольности системы

Формулировка закона.

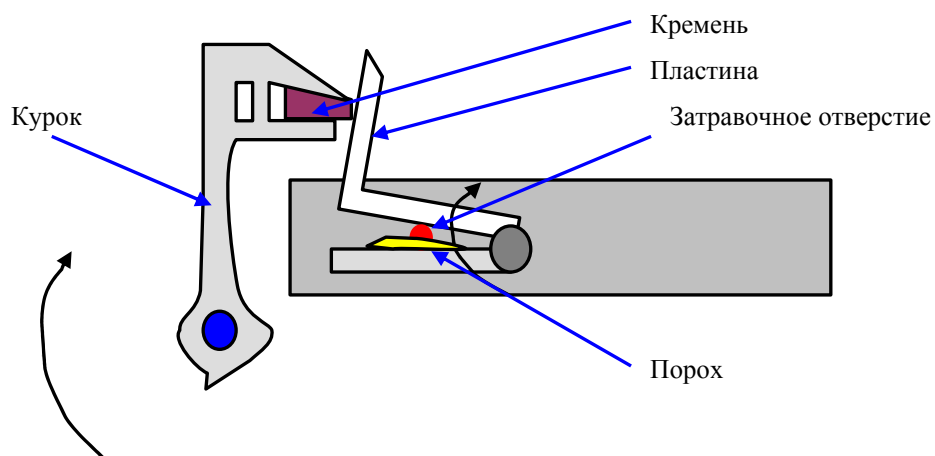
Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности: невепольные системы стремятся стать вепольными, а в вепольных системах развитие идет путем увеличения числа связей между элементами, увеличения количества подсистем.

Закон справедлив для периода развертывания технических систем, то есть для периода, когда для придания системе новых свойств (для увеличения главной полезной функции системы) в нее вводится новая подсистема.

Технические системы возникают в основном так. Появившаяся потребность обеспечивается сначала простым "веполем": изделие, обрабатывающее его орудие труда плюс сила и разум человека. Но при функционировании такого веполя постепенно выявляются его недостатки, а также новые потребности в увеличении полезной функции, в наделении ТС новыми полезными функциями, все в большей степени устраняющими участие человека в работе ТС, в устранении побочных вредных функций или свойств. Эти потребности поочередно воплощаются в дополнительные подсистемы, у которых в свою очередь выявляются недостатки и т.д.

Как правило, развертывается (усложняется) та часть веполя, которая испытывает наибольшие затруднения при выполнении главной функции системы. Вся история развития винтовки это - пример действия закона увеличения степени вепольности. Первые кремневые ружья состояли из ствола, ложи и ударно-спускового механизма. Но они имели малую скорострельность и в ближнем бою были бесполезны. Поэтому пехотные войска того времени состояли из стрелков, поражавших противника на расстоянии до 300 шагов и пикейщиков, вооруженных пиками и другим холодным оружием для ведения ближнего боя. С появлением штыка - дополнительной подсистемы, который сначала вставлялся в дульную часть ствола, ружье и в ближнем бою стало грозным оружием.

Для увеличения надежности воспламенения пороха в стволе стали использовать капсюль. Вепольные формулы работы кремневого ударного механизма (Рис. 28.) и капсюльного имеют вид:



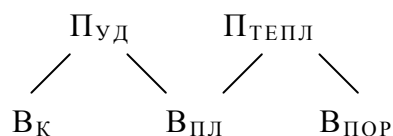
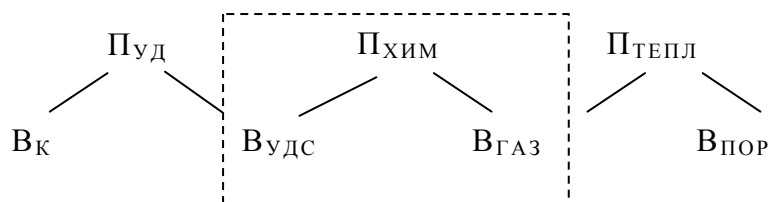


Рис. 28. Кремневый ударный механизм и его вепольная модель.



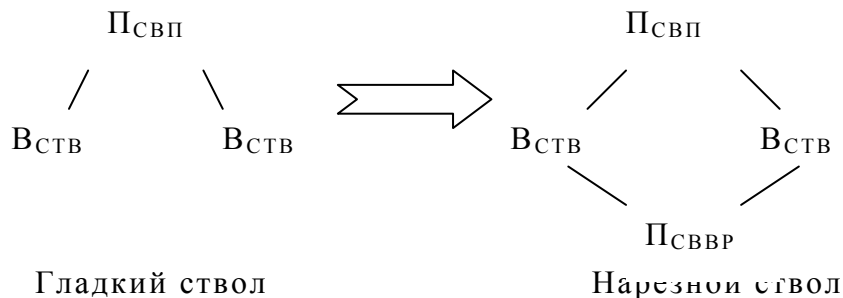
Вепольная модель капсюльного ударного механизма.

Обозначения:

V_K - курок, $V_{пл}$ - пластина, $V_{пор}$ - порох, $P_{уд}$ - кинетическая энергия удара курка, $P_{тепл}$ - тепловое поле, $V_{удс}$ - вещество ударного состава, $P_{хим}$ - энергия химических связей ударного состава, $V_{газ}$ - продукты разложения ударного состава.

В этом примере вещество разворачивается в самостоятельный веполь, который выделен пунктиром.

Для того чтобы стабилизировать продолговатую пулю на траектории ей придают вращательное движение, с помощью винтовых нарезов. Вепольные формулы взаимодействия пули и ствола в нарезном и гладкоствольном оружии имеют вид:



где $V_{ств}$ - ствол, $V_{п}$ - пуля, $P_{свп}$ - поле связи ствола и пули, направляющее последнюю при ее поступательном движении, $P_{сввр}$ - поле связи ствола и пули, придающее пуле вращение.

В данном примере совершенствование идет в направлении разворачивания связей в веполе с образованием двойного веполя.

Для повышения скорострельности дульнозарядных ружей ствол необходимо было делать коротким, а чтобы повысить дальность стрельбы, увеличивая начальную скорость пули, и удобство ружья в штыковом бою, ствол необходимо делать длинным. Для разрешения этого противоречия ствол был развернут в самостоятельный веполь, то есть от ствола была отсоединена задняя стенка, которая затем преобразовалась в затвор. Такие системы заряжались с казенной части, а затем закрывался и запирался затвор. Вепольная формула в данном случае имеет вид (Рис. 29):

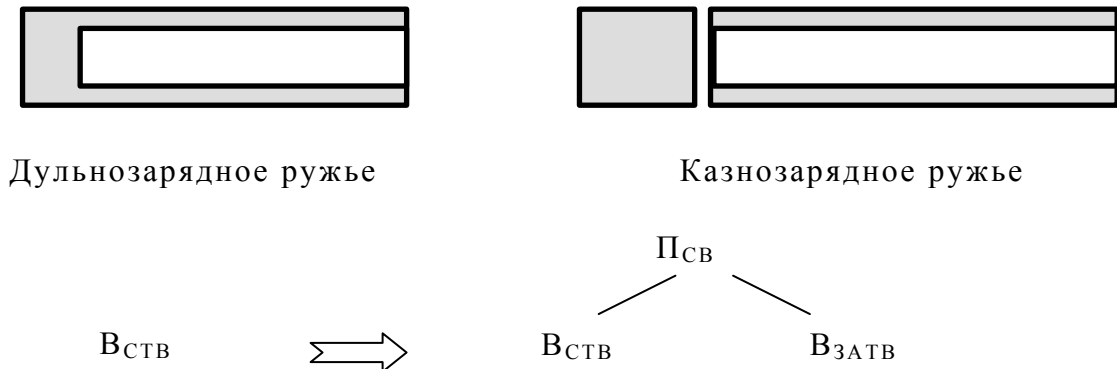


Рис. 29.

На рис. 29 обозначены: В_{СТВ} - ствол, В_{ЗАТВ} - затвор, П_{СВ} - поле связи ствола и затвора при запирании.

При переходе к казнозарядному оружию была повышена скорострельность за счет:

- а) меньшего пути заряда и пули при досылании в ствол;
- б) исчезновения необходимости разрывать бумажный мешочек с порохом и пулей для засыпки пороха в ствол и изготовления из пустого мешочка пыжа, так как проблема obturation зазора между стволом и пулей в казнозарядном оружии решена подбором их диаметров.

Но бумажный мешочек, объединявший порох и пулю в процессе выстрела из казнозарядного оружия не мог предотвратить прорыва порохового газа между затвором и стволом, что являлось большим недостатком.

Эту проблему решили, введя металлическую гильзу, объединявшую капсюль, порох и пулю. С точки зрения закона увеличения вепольности гильза появилась в результате повторного развертывания вещества "ствол" в самостоятельный веполь (Рис. 30):

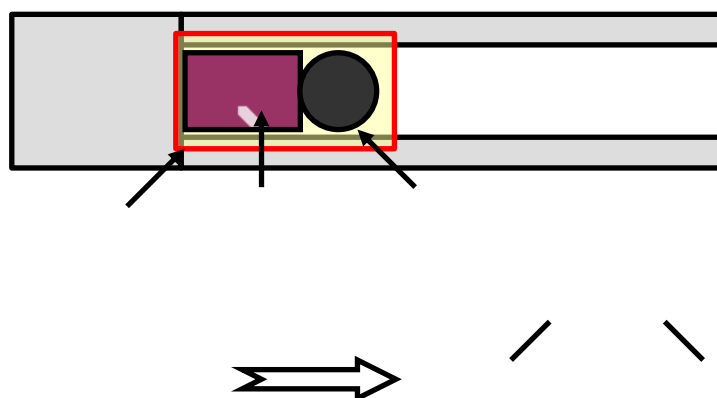


Рис. 30.

На рис. 30 обозначены В_{СТВ} - ствол казнозарядного ружья, В_{СТВ} - ствол дульнозарядного ружья, В_Г - гильза, П_{СВ} - поле связи между стволом и находящейся в нем гильзе.

С введением унитарных патронов сформировался облик однозарядной винтовки. В ней были решены вопросы скорости перезаряжания за счет применения унитарного патрона и заряжания с казны, дальности и меткости стрельбы за счет применения стабилизируемой вращением продолговатой пули с большой поперечной нагрузкой, а также за счет исключения прорыва пороховых газов между пулей и стволом. Т.е. цели, которые ставили перед собой оружейники того времени были в основном достигнуты.

Но с введением заряжания с казны и унитарного патрона стрелок должен был выполнять значительно большее число действий при перезаряжании оружия, а именно:

- 1 - отпереть канал ствола;
- 2 - открыть канал ствола;
- 3 - извлечь стреляную гильзу из патронника;
- 4 - удалить гильзу из оружия;
- 5 - вставить новый патрон в оружие;
- 6 - дослат патрон в канал ствола;
- 7 - закрыть канал ствола затвором.
- 8 - запереть канал ствола, обеспечив неподвижность затвора при выстреле;
- 9 - взвести ударный механизм.

В связи с этим следующим приоритетным направлением в совершенствовании винтовки явилось освобождение стрелка от возможно большего числа функций при перезаряжании оружия введением дополнительных механизмов, выполняющими эти функции быстрее и надежнее человека.

Сначала большую часть операций с патроном стрелок выполнял непосредственно рукой, затем появились механизмы-подсистемы, отражающие стреляную гильзу, досылающие вложенный в ствольную коробку патрон в патронник, магазины, автоматически подающие патрон на линию досылания, механизмы, взводящие курок или ударник при открывании затвора и т.д. При отработке этих механизмов выяснилось, что наиболее просто они могут быть скомпонованы при продольноскользящем затворе, запирающимся поворотом вокруг своей продольной оси.

Так сформировался структурный облик неавтоматической магазинной винтовки, где все операции по перезаряжанию выполнялись соответствующими исполнительными механизмами, а источником энергии для их работы была сила стрелка. Закончился второй этап совершенствования винтовок и начался третий - создание самозарядных винтовок.

6. Закон неравномерности развития подсистем

Формулировка закона.

Развитие частей системы идет неравномерно: чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

Неравномерность развития подсистем является причиной возникновения технических и физических противоречий. Изменение одной части ТС для повышения функциональных возможностей ТС в целом приводит, как правило, к ухудшению условий работы или характеристик других подсистем.

Например, переход к бездымному пороху позволил значительно увеличить начальную скорость пули, в результате чего появилась возмож-

ность уменьшить калибр и вес пули, облегчить оружие, но свинцовая пуля прежнего типа при новой баллистике срывалась с надрезов, резко деформировалась и даже плавилась во время выстрела.

Закон справедлив на всем протяжении развития ТС. В период усложнения ТС, возникающие из-за неравномерности развития подсистем противоречия разрешаются путем создания новых полезно-функциональных подсистем, и система постоянно обрastaет множеством подсистем, ее функциональные возможности расширяются.

При переходе к автоматическому ручному стрелковому оружию возникла необходимость в обеспечении безопасности обращения с ним. Для этого были введены новые подсистемы-предохранители от случайного выстрела и от выстрела при не полностью запертом канале ствола.

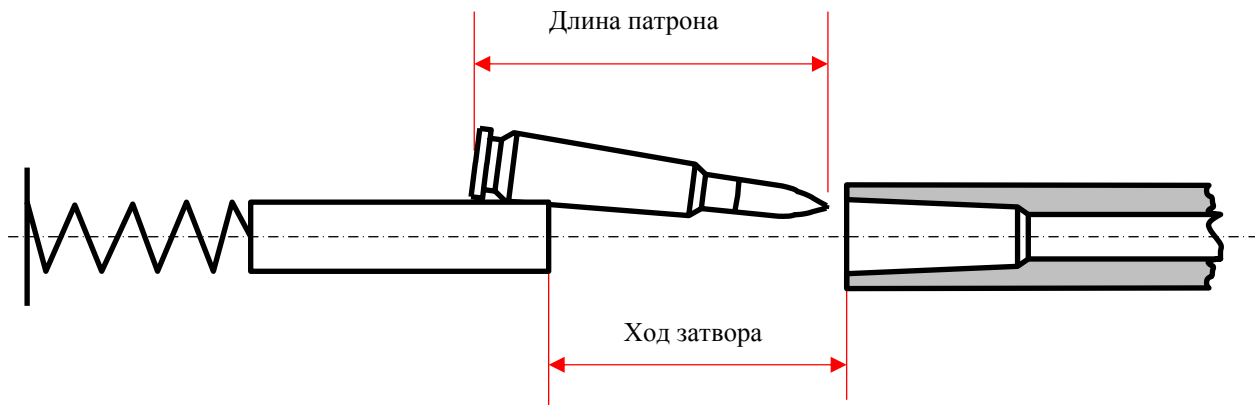
В период свертывания (упрощения) технической системы разрешаются путем исчезновения подсистем, причем их функции передаются соседним подсистемам или их заменяет "умное" вещество.

Например, с точки зрения запирания канала ствола при выстреле, "умным" веществом является свободный затвор. Он использует свою массу для предотвращения недопустимо большого выхода гильзы из патронника при выстреле. Потребность в специальных механизмах как при жестком запирании отсутствует.

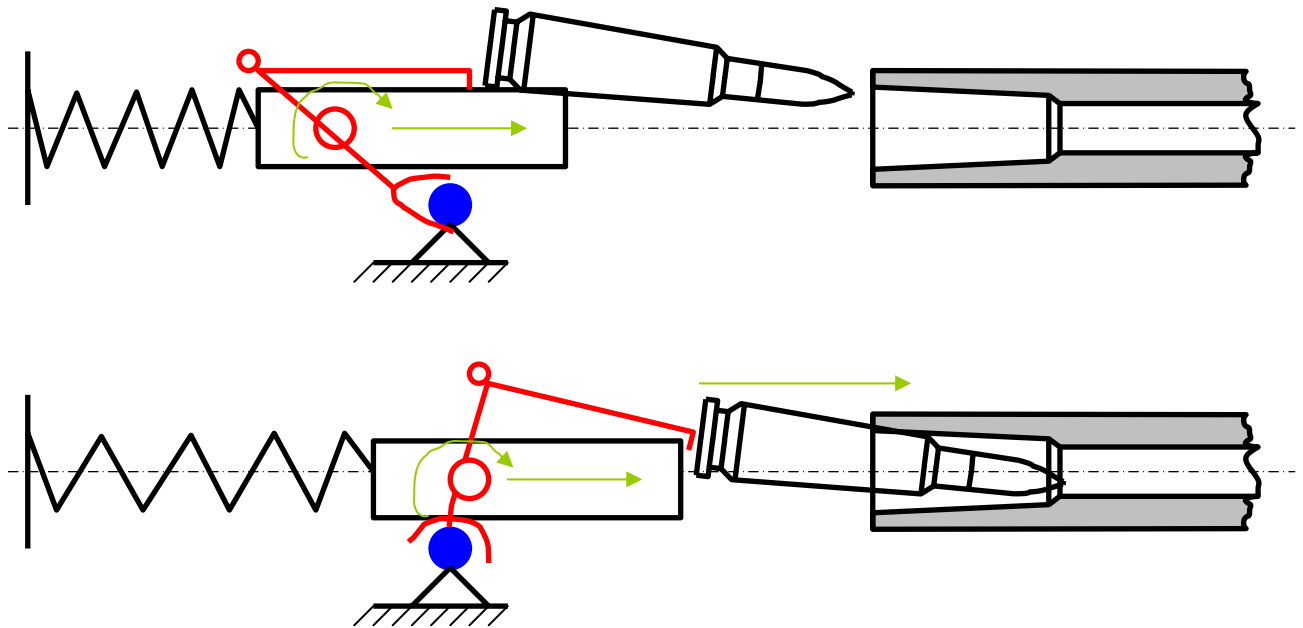
Неравномерность в развитии подсистем возникает следующим образом:

- возникает потребность в увеличении главной функции системы (например, требуется повысить темп стрельбы авиапушки);
- для увеличения главной функции требуется усилить (выделить) какое-либо свойство элемента системы - это начало специализации элемента. (Например, требуется уменьшить время движения затворной рамы при ограничении на величину ее скорости за счет уменьшения хода затворной рамы);
- при усилении одних свойств элемента нарушается взаимодействие (согласованность) с другими элементами, возникает техническое противоречие. (Например, при длине хода затворной рамы и затвора, меньшей, чем длина патрона, последний нельзя дослат в патронник продольным движением затвора);
- противоречие разрешается появлением новых полей, веществ, подсистем, чем достигается новый уровень согласования между элементами.

Например, противоречие разрешается или введением новой подсистемы - подавателя-извлекателя с требуемым ходом, что реализовано в пулемете А12,7, авиапушке АМ-23 (Рис. 31), или введением дополнительного движения ствола вперед, как в пулемете Савина-Норова (Рис. 32).



Ход затвора меньше, чем длина патрона, поэтому досылание патрона невозможно.



Введена новая подсистема - подаватель-извлекатель

Рис. 31. Пример введения новой подсистемы – подавателя-извлекателя в пушке АМ-23.

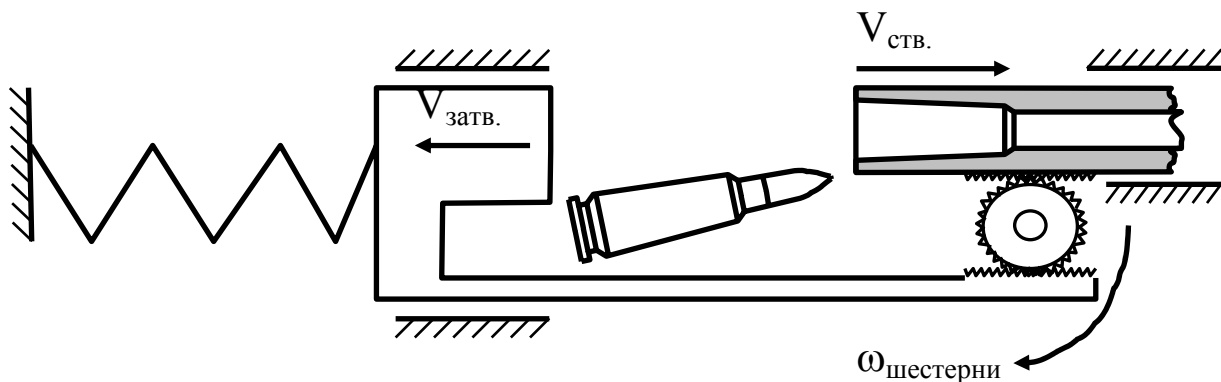


Рис. 32. Пример развития связей между элементами системы стволом и затворной рамой в пулемете Савина-Норова.

Иногда в процессе совершенствования ТС некоторые подсистемы достигают предела своего развития и сдерживают развитие системы в целом.

Существуют схемы автоматики одноствольного оружия, например, револьверные системы, позволяющие получить темп стрельбы 2-3,5 тыс. выстрелов в минуту. Однако для используемых режимов стрельбы в этом случае живучесть подсистемы "ствол" недопустимо снижается. Признано, что при принятых материалах, из которых изготавливаются стволы, и режимах стрельбы для обеспечения приемлемой живучести темп стрельбы не должен превышать 1500-1800 выстрелов в минуту.

Поэтому вынуждены были перейти к многоствольным схемам автоматики. Однако при темпе стрельбы 9-10 тыс. выстрелов в минуту, в много-

ствольных системах уже другая подсистема - патронная лента исчерпывает резервы своего развития. Поэтому вынуждены были перейти к беззвеньевому питанию, в котором патроны подаются не из ленты, а из специального барабана.

7. Закон перехода с макро- на микроуровень

Формулировка закона.

Развитие рабочих органов идет сначала на макро- а затем на микроуровне. То есть вместо колес, валов, резцов, должны работать молекулы, атомы, ионы, электроны (и т.д.), которые легко управляются полями с помощью физико-химических эффектов.

Закон действует на всей линии развития ТС. Выделены три направления перехода с макро- на микроуровень:

- увеличение степени дробления вещества и объединение дробных частей в новую систему;
- увеличение степени дробления "смеси" вещества с пустотой (переход к капиллярно-пористым материалам - КПВ);
- замена вещественной части системы на полевую (переход к действию "поле плюс вещество" или только полю).

Первое направление развития рабочих органов ТС можно проиллюстрировать следующей линией на примере рабочих органов оружия, то есть поражающих элементов (Таблица 2).

Таблица 2.

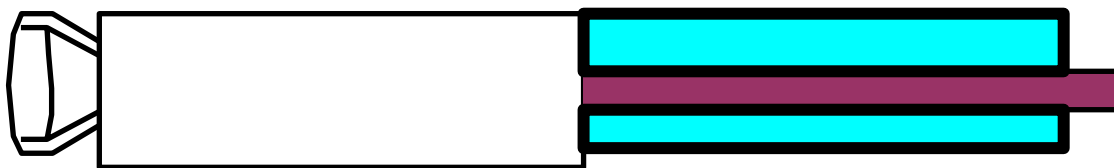
Сплошное вещество	Слоистое, волокнистое вещество	Мелкие частицы	Агрегаты молекул	Молекулы, атомы, ионы	Элементарные частицы
Свинцовая пуля	Пуля с оболочкой из плакированной стали, свинцовой рубашкой и сердечником	Дробь, картечь, пучок стреловидных поражающих элементов, осколочные снаряды	Бактериологическое оружие	Фугасные снаряды, химические отравляющие, слезоточивые вещества	Излучение при ядерном взрыве, электромагнитные волны в системах радиоэлектронной борьбы, лучи лазера

Второе направление-увеличение степени дробления "смеси" вещества с пустотой проиллюстрируем развитием системы охлаждения ствола. По отношению к твердому веществу пустотой могут считаться жидкость или газ.

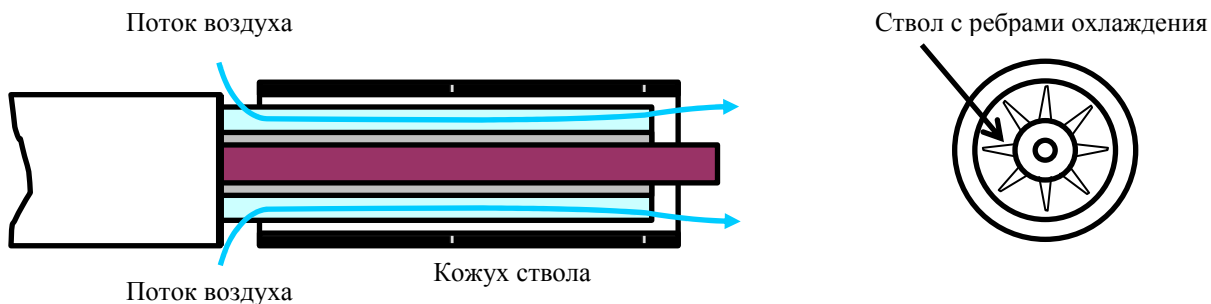
Таблица 3.

Сплошное вещество	Вещество с одной полостью	Перфорированное вещество	Капиллярно пористое вещество (КПВ) со структурой	КПВ, в порах которого расположено другое вещество
Сплошной ствол большой теплоемкости	Кожух на стволе в пулеметах "Максим", Браунинга	Ствол с кожухом и множеством каналов между стволом и кожухом в пушке А7041		Проект: наружная часть ствола из КПВ, а в порах находится охлаждающая жидкость. В ракетах так осуществляется охлаждение критического сечения сопла

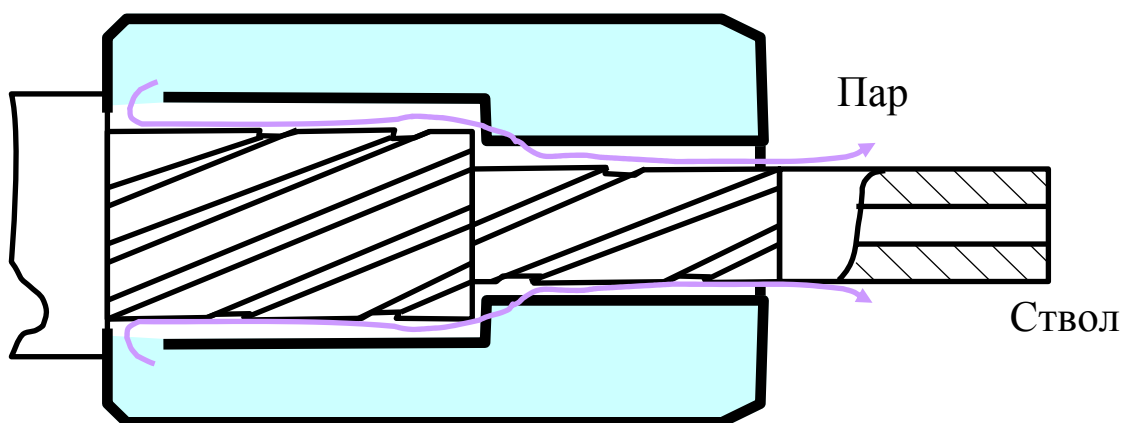
Развитие систем охлаждения ствола



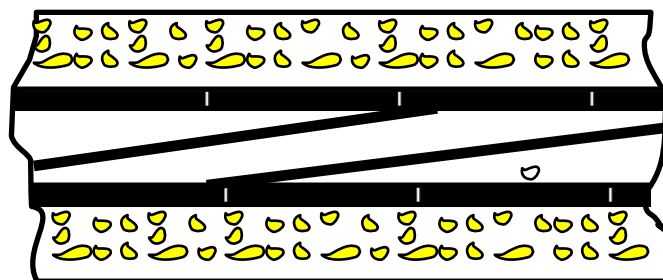
Вещество с одной полостью. Кожух пулемета Браунинга



Вещество с несколькими полостями Кожух и ствол пулемета Льюиса.



Перфорированное вещество. Ствол с кожухом и множеством каналов между стволом и кожухом в пушке А7041



Поры заполнены легкоплавким материалом, например, алюминием

Рис. 33. Пример развития вещества в системе охлаждения ствола.

Направление увеличения степени дробления "смеси" вещества с пустотой и переход к капиллярно-пористым материалам позволяет определить один из путей дальнейшего совершенствования систем охлаждения стволов. Для предотвращения перегрева ствола во время стрельбы при передаче тепла от пороховых газов к стволу температура ствола не должна увеличиваться, чтобы не снижать его прочностных свойств.

Автор предлагает сделать ствол двухслойным, причем внутренняя часть ствола изготавливается из обычной ствольной стали, а наружная – из капиллярно пористого вещества, в порах которого находится либо охлаждающая жидкость (открытые поры), либо легкоплавкий металл, например, алюминий (закрытые поры). В последнем случае тепло, поступающее в ствол, будет расходоваться на нагрев, а затем и на плавление алюминия, имеющего большую теплоемкость и теплоту плавления. Таким образом, будет осуществляться интенсивный теплоотвод от внутренней части ствола и его температура не превысит допустимую.

На любом этапе дробления вещества может возникнуть препятствие для совершения следующего шага развития, так как нет нужного вещества или при этом резко ухудшаются другие свойства системы. В этом случае используется третий путь перехода с макро- на микроуровень путем замены части системы "умным" веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемые действия, или самим полем. Причем источником или носителем поля могут быть "по совместительству" уже имеющиеся в системе или во внешней среде вещества.

При подрыве боеприпаса фугасного действия носителем энергии, воздействующей на цель, является внешняя среда - воздух, вода, грунт. При применении бинарных боеприпасов, когда вещество-горючее перед подрывом смешивается с воздухом, окружающая среда частично (кислород воздуха) является не только носителем, но и источником энергии.

Примером прямого действия закона перехода с макро- на микроуровень является переход от дымного пороха, который является смесью калиевой селитры (окислитель), угля и серы (горючее), к бездымному, у которого "горючее" и "окислитель" находятся в одной молекуле.

8. Закон перехода в надсистему

Формулировка закона.

Развитие системы может быть продолжено на уровне надсистемы.

В соответствии с законом исходная единичная система - моносистема удваивается с образованием бисистемы или при объединении нескольких систем образуется полисистема. При образовании би- и полисистемы происходят качественные изменения по трем направлениям:

- появление новых свойств;
- образование новых связей между элементами разных исходных моносистем;
- образование внутренней среды новой ТС.

Поэтому объединение систем оправдано только в случае появления новых качеств. Например, новое свойство - резать проволоку, образуется у

бисистемы "штык-нож плюс ножны" при их шарнирном соединении, причем для этого на ножнах выполняется режущая кромка (Рис. 34).

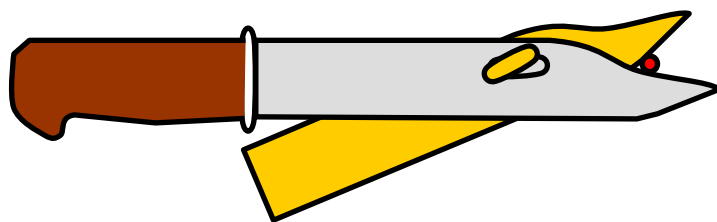


Рис. 34. Пример появления новых свойств при объединении в надсистему.

Образование новых связей между элементами разных исходных моносистем происходит в револьверных пушках, когда часть пороховых газов, образовавшаяся при выстреле из одного патронника, используется для отражения стреляной гильзы из другого патронника (элемента другой исходной моносистемы) и для досылания очередного патрона в третий патронник (Рис. 35.).

Развертка барабана пушки Р-23

3	Досылание патрона	Ствол
4		
1	Выстрел	
2	Извлечение гильзы	

Барабан

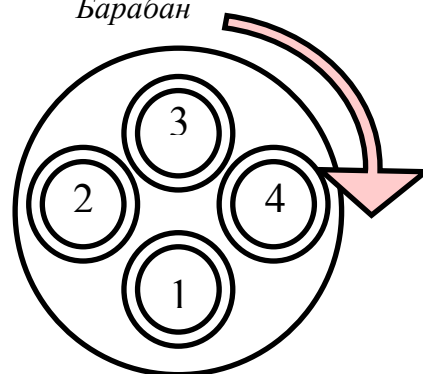


Рис. 35. Пример одновременного выполнения операций по перезаряданию.

Образование внутренней среды происходит при использовании многослойной или разнесенной брони на танках, БМП. Такая броня является полисистемой. За счет наличия в ней границ раздела между слоями и слоев с различными физическими свойствами происходит искажение, частичное отражение волн деформации, что приводит к повышению стойкости брони, уменьшению заброневоего эффекта (Рис. 36.).

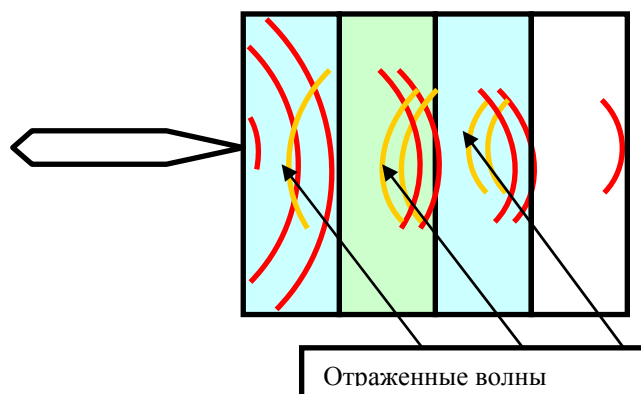


Рис. 36. Ослабление волн напряжений за счет их частичного отражения от поверхностей разделов слоев брони.

Полисистемы бывают однофункциональные и многофункциональные. Однофункциональные полисистемы развиваются по линии:

- полисистемы, образованные из одинаковых моносистем;
- полисистемы, образованные из моносистем со сдвинутыми характеристиками;
- частично свернутые полисистемы.

Свертыванием системы называется передача функций одной из подсистем другой подсистеме, после чего первая подсистема исчезает из ТС.

Например, из двух одинаковых охотничьих ружей при их объединении получается однородная бисистема - двуствольное охотничье ружье. При этом частичное свертывание выражается в применении одного приклада вместо двух в исходных моносистемах, одного прицельного приспособления, одного механизма запирания каналов стволов. Двуствольное ружье является бисистемой со сдвинутыми характеристиками, если в нем использованы стволы с различными дульными сужениями, различного калибра, с нарезным и гладким каналами. Трехствольное охотничье ружье является полисистемой со сдвинутыми характеристиками, в них обычно два ствола гладких и один нарезной (Рис. 37).

Варианты дульных частей двуствольных ружей.

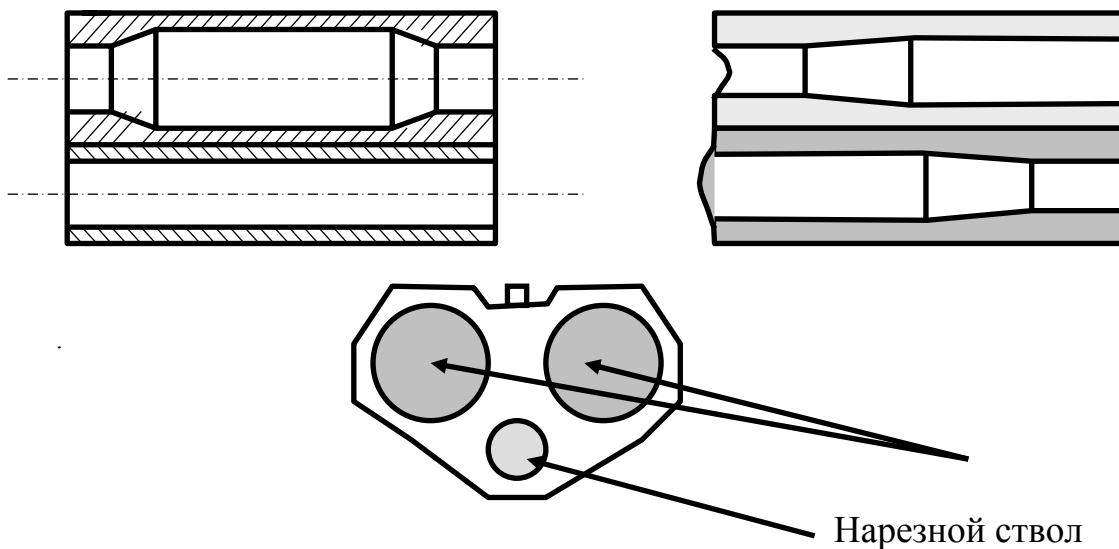


Рис. 37 Охотничьи ружья – полисистемы со сдвинутыми характеристиками.

Многофункциональные полисистемы бывают разнородными и инверсными. Примером разнородной бисистемы является автомат АК-74 с подствольным гранатометом ГП-25. Эта бисистема позволяет вести стрельбу, как пулями, так и гранатами. Свертывания в данной бисистеме нет. За рубежом существуют винтовочные гранаты, которые надеваются на ствол и метаются либо холостым, либо боевым зарядом. Это оружие уже можно рассматривать, как бисистему, образованную в результате полного свертывания двух систем (рис. 38).

Рис. 38. Результат свертывания двух систем: винтовки и гранатомета.

Совершенствование образцов оружия переходом к полисистеме происходило на всем протяжении истории его развития. Много стволов компоновалось в один блок, для последовательной стрельбы из каждого ствола. Так выполнялись пушки - "сорока", "орган"; пистолеты, ружья. Историческим примером в высшей степени свернутой полисистемы являются пушки и ружья, выполненные по схеме "эспиньоль", когда в один ствол помещалось несколько зарядов, которые затем последовательно воспламенялись (Рис. 39).

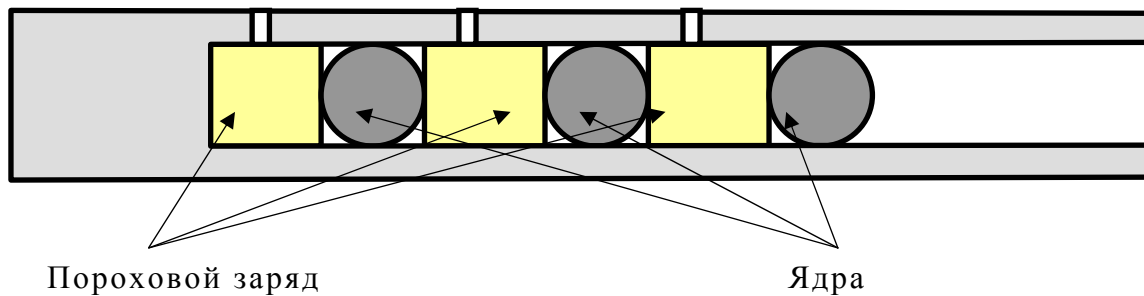


Рис. 39. Эспиньоль - результат свертывания нескольких пушек.

Современным направлением развития зенитных и авиационных пушек также является переход к полисистемам - многоствольным и револьверным образцам.

В многоствольных пушках при объединении исходных моносистем свертываются и исчезают все кроме одного двигателя автоматики, патронподающие механизмы, механизмы остановки стрельбы и предварительной раскрутки блока стволов. Затворы, ударные механизмы, затворные рамы, стволы не свертываются.

Многоствольные полисистемы приобретают принципиально новые свойства: нечувствительность к осечкам по вине патрона и чувствительность к затяжным выстрелам.

Более свернутыми, а значит и более совершенными с точки зрения ТРИЗ, являются конструкции револьверных пушек - полисистем, в которых от исходных моносистем остаются несвернутыми только патронники стволов, все остальные исполнительные механизмы присутствуют в одном экземпляре.

9. Закон увеличения степени идеальности

Формулировка закона.

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

Идеальной можно назвать ТС, масса, габариты, энергоемкость которой стремятся к нулю, а ее способность выполнять свою главную полезную функцию не уменьшается.

Поскольку для выполнения функций требуется только материальный объект, то за исчезнувшую (идеализированную, свернутую) систему ее функцию должны выполнять другие системы, соседние ТС, подсистемы, надсистемы. То есть остающаяся часть системы преобразуется так, чтобы выполнять еще и дополнительные функции - функции исчезнувшей системы. Принимаемая к выполнению "чужая" функция может быть аналогична собственной, тогда происходит простое увеличение главной полезной функцией данной системы. Если же функции не совпадают - происходит увеличение количества функций системы.

Исчезновение систем и увеличение главной полезной функции (ГПФ) или количества выполняемых функций - две стороны общего процесса идеализации. Поэтому различают два вида идеализации систем.

Идеализация первого вида происходит, когда масса, габариты, энергоемкость ТС стремятся к нулю, а ГПФ или количество выполняемых функций остается неизменным.

Например, на всем протяжении развития оружия масса, калибр пули уменьшались, а кинетическая энергия пули, которая в данном случае является мерой выполнения ГПФ, не уменьшалась. Идеализация второго вида происходит, когда ГПФ или количество функций увеличиваются, а масса, габариты, энергоемкость остаются неизменными или растут непропорционально мало по сравнению с ростом ГПФ. Для оружия типа автоматических винтовок, пистолетов характерен именно такой тип идеализации. Старое дульнозарядное ружье не очень отличается по массе и габаритам от современных автоматических винтовок, но их функциональные возможности очень сильно различаются. Скорострельность дульнозарядного оружия составляет около одного выстрела в минуту, а скорострельность автоматической винтовки может достигать 1000 выстрелов в минуту.

Если проследить во времени развитие ТС, то, как правило, развитие начинается с процесса идеализации второго вида, который иногда называют разворачиванием ТС. На этом этапе повышается число функций ТС и соответственно в ее составе появляются подсистемы, реализующие дополнительные функции. Описанный выше процесс совершенствования казнозарядной винтовки наглядно демонстрирует процесс разворачивания ТС.

Далее число функций, выполняемых ТС, стабилизируется и в ТС преимущественно идет процесс идеализации первого вида - свертывание ТС.

Часто оба процесса идеализации идут одновременно, причем на уровне системы идет процесс разворачивания, то есть идеализации второго вида, а на уровне подсистем - процесс свертывания, то есть идеализация первого вида.

Процесс разворачивания ТС всегда начинается с вещества. Именно на уровне вещества сильно проявляется действие факторов, сдерживающих увеличение главной полезной функции.

Можно выделить несколько стадий в эволюции вещества.

1. Улучшение нужного свойства вещества. Одним из направлений повышения дульной скорости пули является повышение давления в канале ствола при выстреле, при этом максимальное давление также растет. Французский ученый Ляме показал, что в трубе, нагруженной внутренним давлением, основную нагрузку несут внутренние слои, а наружные почти не нагружены. Даже если увеличить до бесконечности толщину стенок трубы, то максимальное давление, которое выдержит такая труба без пластических деформаций, равно 0,75 от предела упругости материала. По

этому для того, чтобы ствол выдерживал повышенное давление, лучше подобрать сталь с повышенным пределом прочности, а не увеличивать толщину стенок ствола. Такая специальная ствольная сталь была получена в Германии в прошлом веке на заводе Круппа.

2. Разделение однородного вещества на функциональные зоны.

Процесс развития обычно приводит к разделению моновещества на зоны, слои, части. Причиной этого является то, что при очередной попытке увеличения главной полезной функции выявляется, что свойством, от которого зависит это увеличение, должно обладать не все вещество, а лишь его часть.

График распределения максимального давления, действующего в различных сечениях канала ствола при выстреле показывает, что наиболее нагружена казенная часть ствола в районе патронника, следовательно, именно она должна быть наиболее прочной. Повышение предела упругости материала в казенной части ствола достигается закалкой этой части ствола (Рис. 40).

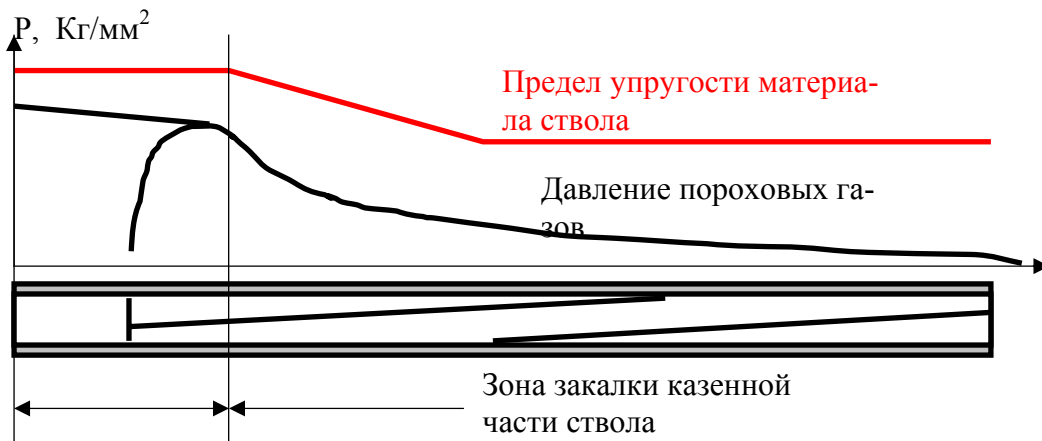


Рис. 40 Разделение однородного вещества на функциональные зоны..

3. Специализация зон по функциям, переход к неоднородному веществу. После разделения вещества на функциональные зоны начинается процесс их специализации - каждая зона выполняет только одну функцию.

Материал ствола должен обладать как высоким пределом упругости, чтобы выдерживать давление газов при выстреле, так и высокой износостойкостью, чтобы обеспечить высокую живучесть ствола. Совмещение этих свойств в одном материале привело бы к его резкому удорожанию, поэтому оружейники избрали другой путь - переход к неоднородному веществу, так как износостойкость необходимо обеспечить только во внутреннем слое ствола. Для обеспечения износостойкости канала ствола его хромируют.

4. Переход к составному веществу из специализированных веществ с высокими значениями полезной функции. Специализация зон по выполняемым функциям приводит в конечном итоге к разделению неоднородного вещества на составные части, к замене отдельных частей на вещества с высоким значением полезной функции.

Наиболее интенсивный износ, вплоть до исчезновения нарезов происходит в казенной части ствола, поэтому туда помещается лейнер (Рис. 41),

сделанный из жаропрочного сплава, например, КВН (кобальт, вольфрам, никель), что значительно повышает живучесть ствола.

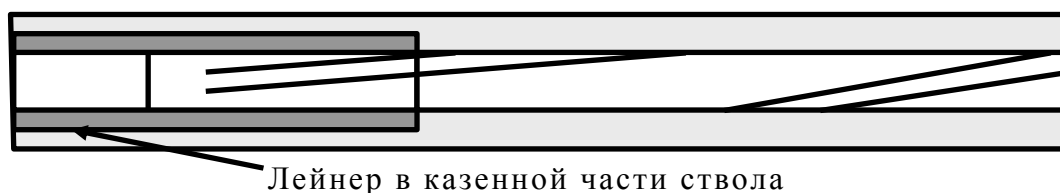


Рис. 41 Лейнирование ствола – переход к составному веществу.

В пуле стальной сердечник обеспечивает высокую бронепробиваемость, так как он прочный и не деформируется при встрече с преградой, оболочка из мягкой стали обеспечивает как заполнение нарезов, так и передачу вращательного движения сердечнику, свинцовая рубашка способствует хорошему заполнению нарезов, при выстреле она ведет себя как жидкость.

5. Развертывание составных частей в подсистемы. В пятидесятых годах прошлого века инженер Гадолин предложил способ увеличения прочности ствола без его утяжеления, заключающийся в том, что на ствол надеваются в горячем состоянии обручи или муфты, которые после охлаждения стягивали внутренние слои ствола, создавая в них сжимающее напряжение. В настоящее время применяют скрепление ствола кольцами, муфтами, намотку проволоки (Рис. 42).

6. Свертывание составного вещества или подсистемы в идеальное вещество. Рано или поздно подсистемы или составные вещества должны сворачиваться в вещество. Такое вещество, прошедшее один цикл развертывания-свертывания и приобретшее новое качество, обеспечивающее высокое значение главной производственной функции в конкретной ТС, можно назвать идеальным веществом первого порядка.

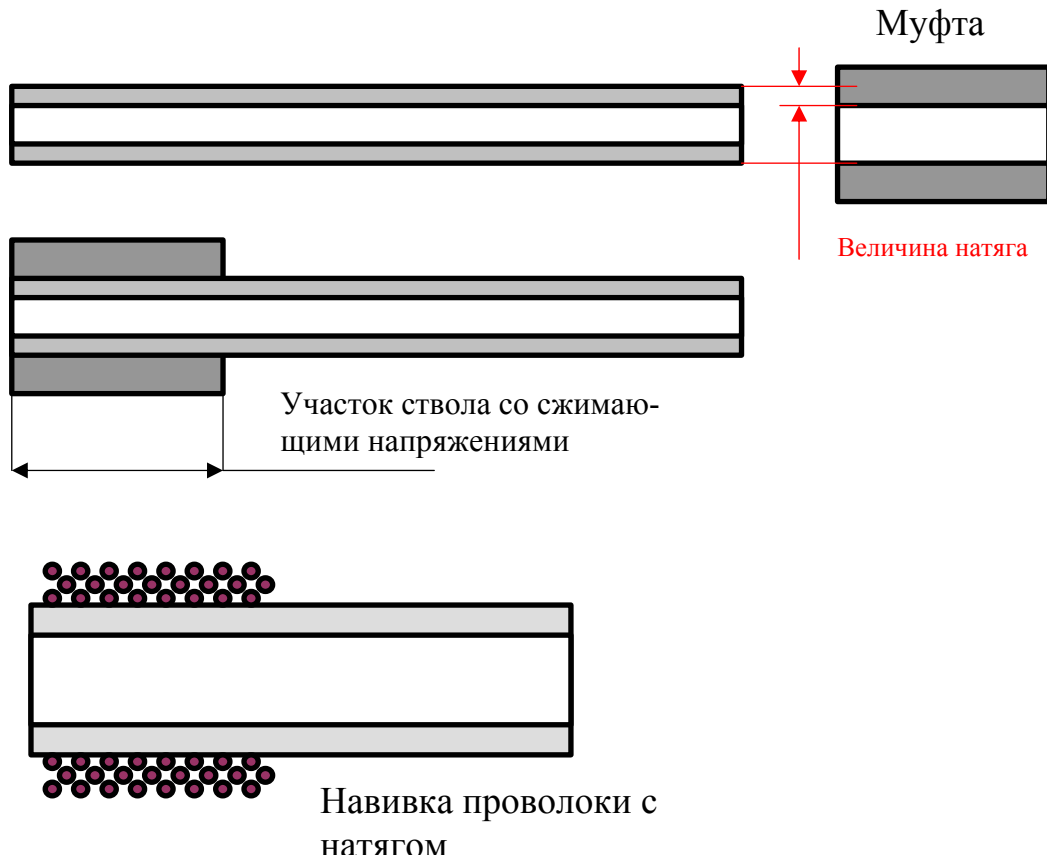


Рис. 42 Замена однородного вещества на составное вещество.

Примером идеального вещества 1-го порядка может служить само- или автоскрепленный ствол. Самоскрепление ствола осуществляется следующим образом: ствол подвергается внутреннему давлению, значительно большему (примерно в 2 раза), чем при выстреле. При этом внутренние слои получают, кроме упругой, еще и пластическую деформацию.

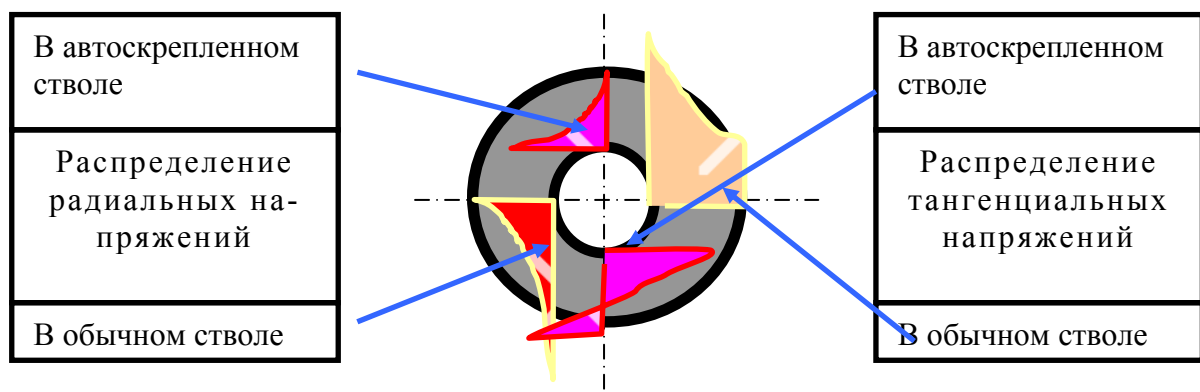


Рис. 43 Распределение напряжений в сечении автоскрепленного ствола при выстреле.

После снятия давления слои металла ствола стремятся принять свои первоначальные размеры, при этом внутренние слои, имеющие остаточные деформации будут сжаты наружными слоями. Таким образом, стенки ствола будут состоять как бы из бесконечного множества бесконечно тонких скрепленных слоев. При этом каждый вышележащий слой будет стягивать соседний нижележащий.

После периода развертывания ТС вступает в новый этап преобразований, который захватывает структуру, организацию и системные свойства

ТС. ТС уменьшает свою массу, габариты, энергоемкость при одновременном увеличении главной полезной функции. Для ТС, достигшей точки максимального развертывания возможны несколько путей свертывания:

- 1 - вытеснение части подсистем в надсистему;
- 2 - развитие подсистем в составе ТС;
- 3 - свертывание ТС в одну из подсистем;
- 4 - свертывание ТС или подсистемы в идеальное вещество.

В развитии реальных ТС чаще всего идут смешанные процессы свертывания: развивается и идеализируется то одна, то другая часть системы.

Первый путь свертывания - вытеснение части подсистемы за пределы ТС и их объединение в специализированные системы в составе надсистемы - характеризуется следующими особенностями:

- в ТС уменьшается количество элементов;
- уменьшаются масса, габариты, энергоемкость данной системы;
- увеличивается главная производственная функция данной ТС за счет

действия двух факторов:

1 - система "облегчается", упрощается структура и организация, улучшается функционирование;

2 - взамен функции вытесненной подсистемы поступает из надсистемы та же функция более высокого качества, так как бывшая подсистема становится в надсистеме специализированной системой. Эта система становится системой коллективного пользования, к которой периодически обращаются все технические системы. Функции таких ТС: коммутация, слежение, контроль и т.д. Вытесненные в надсистему подсистемы сначала выполняют те же функции, что и в ТС, но со временем система принимает на себя выполнение других функций.

Сначала система прицеливания в зенитных пулеметах - ракурсный прицел, была подсистемой, входившей в пулемет. Затем она была выделена в отдельную ТС, входящую в надсистему "зенитная установка". Такая система прицеливания установленная на зенитной установке ЗУ-2 обслуживает два 14,5-мм пулемета КПВ (Рис. 44). При этом ее функции расширились, при стрельбе система прицеливания учитывает поправки на дальность, скорость цели. В функции современной системы наведения входит еще и направление оружия с помощью электромеханической системы привода.

В стадии превращения в отдельную ТС находится система беззвеньевого питания многоствольных пушек и пулеметов. Кстати, в морских крупнокалиберных пушках система подачи боеприпасов всегда являлась самостоятельной ТС.

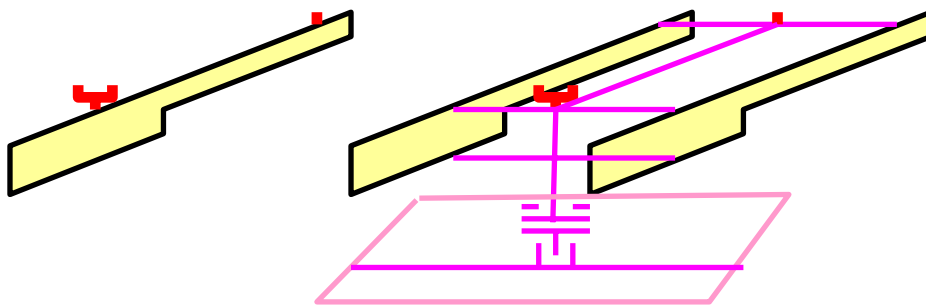


Рис. 44 Прицельное приспособление – подсистема в составе пулемета и отдельная система по отношению к пулемету в составе пулеметной установки (Зу-2).

Второй путь свертывания - развитие, преимущественно миниатюризация всех подсистем в составе данной ТС - имеет следующие особенности идеализации:

- уменьшение массы, габаритов, энергоемкости за счет миниатюризации;
- увеличение главной полезной функции подсистемы за счет повышения точности функционирования, так как уменьшается длина связей, требуемая мощность, исчезает часть вредных факторов;
- количество элементов остается неизменным вплоть до самого последнего момента - слияния подсистем.

Наиболее характерный пример миниатюризации - развитие радиоэлектроники.

В оружейной практике - это переход к узлам запираания малой длины: от запираания перекосом затвора и разведения боевых упоров к запираанию поворотом затвора и клиновому запираанию. Это позволяет увеличить допуск на зеркальный зазор, делает систему запираания менее чувствительной к износу запирающих поверхностей.

Примером миниатюризации может служить затвор пушки ГШ-23 калибра 23 мм, который более чем в 10 раз легче затвора пушки НР-23 такого же калибра.

Третий путь - свертывание ТС в одну из подсистем, главным образом в рабочий орган, характеризуется следующими направлениями:

1. Подсистема принимает на себя функции какого-либо вещества ТС и это вещество исчезает из ТС.

В охотничьем ружье ТОЗ-87 с газоотводной системой автоматики и подствольным магазином функции штока поршня газоотводного двигателя выполняет подвижный корпус подствольного магазина (Рис. 45).

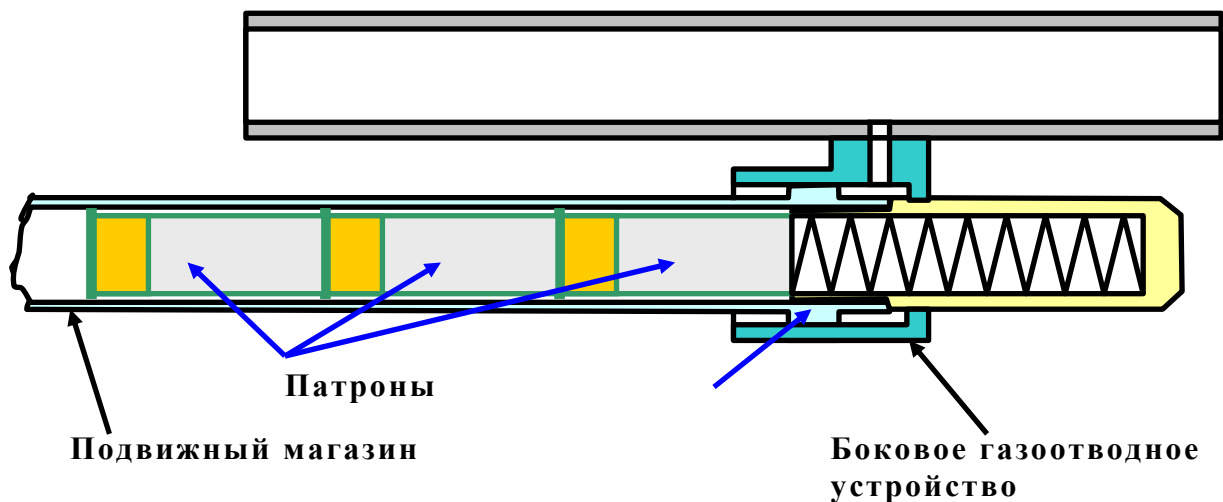


Рис. 45 Использование в ТТОЗ-87 подвижного магазина в качестве штока поршня.

Зачастую подсистема уже обладает свойствами, аналогичными свойствам веществ, используемых в другой части ТС, остается только вытеснить это вещество, "поручив" выполнение его функций подсистеме. Если же какая-либо подсистема не обладает нужным свойством, ее следует изменить в требуемом направлении. В ТОЗ-87 такое изменение заключалось в обеспечении подвижности корпуса магазина.

2. Совмещение двух подсистем в одной, причем вторая подсистема исчезает. При совмещении подсистем какая-то подсистема становится главной и принимает на себя выполнение дополнительной функции от второй подсистемы. Если одна из подсистем является рабочим органом, то остается именно она.

В настоящее время практически во всех образцах стрелкового оружия переводчики режима стрельбы выполняют функции предохранителя от случайного выстрела. В газовых пистолетах "RECK" функции отражателя стреляной гильзы выполняет ударник. В автомате АС для бесшумной стрельбы ударник имеет чрезвычайно большой ход после спуска с шептала, поэтому он выполняет функции замедлителя темпа стрельбы (Рис. 46).

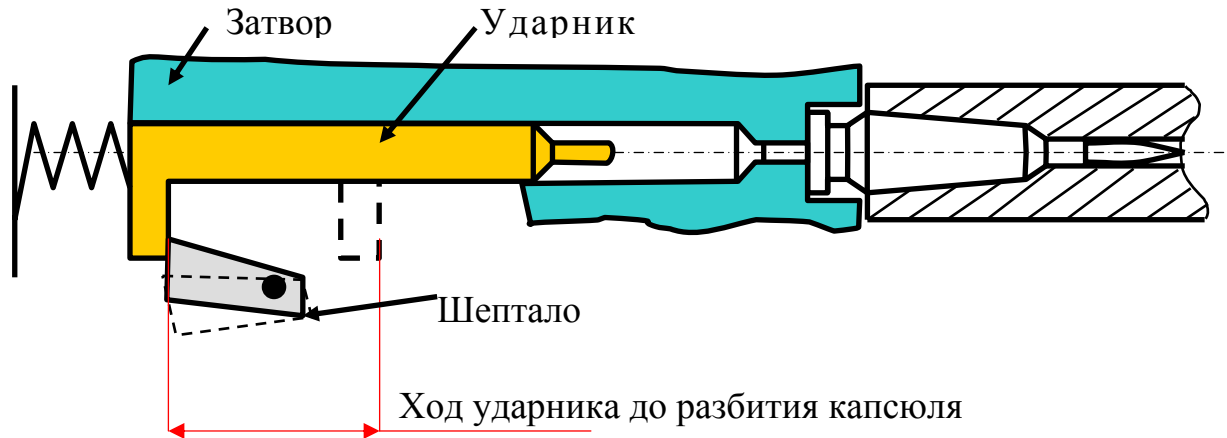


Рис. 46 Использование ударника в качестве замедлителя темпа стрельбы за счет его большого хода.

В системах, стреляющих с заднего шептала, функции ударного механизма выполняют затвор или затворная рама и возвратно-боевая пружина. В винтовке М16А1 затворная рама является цилиндром газоотводного двигателя автоматики, а затвор - поршнем, как отдельные элементы поршень и цилиндр двигателя автоматики отсутствуют (Рис. 47).

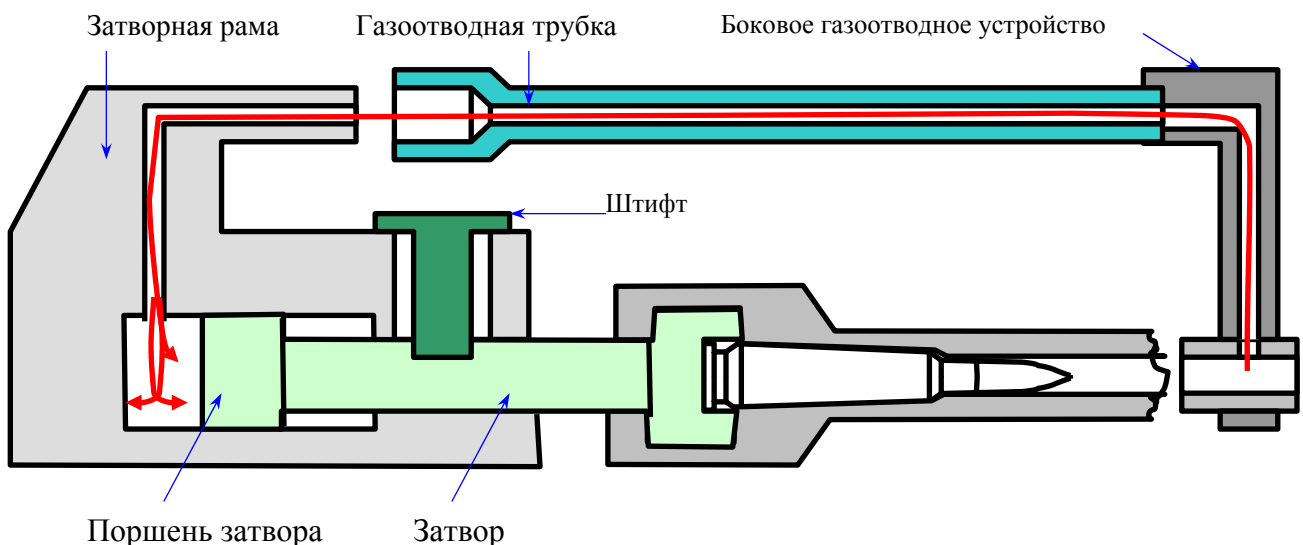


Рис. 47. Использование затвора в качестве поршня, а затворной рамы – в качестве цилиндра газоотводного устройства.

3. Замена одним веществом функций двух или нескольких веществ. Например, в существующих глушителях звука при выстреле газ отводится в специальный объем, заполненный путаной проволокой. Проходя сквозь пространство между проволокой, газ дросселируется. Та часть газа, которая следует непосредственно за пулей, отсекается резиновыми шайбами, которые простреливаются пулей, а затем схлопываются за ней. То есть проволока служит для дросселирования газа, а резиновые шайбы - для отсечки газа. Предложено использовать одно вещество, выполняющее эти функции. Таким веществом является пористая резина типа поролона. Оно смыкается за пулей и через него же дросселируется газ.

4. Замена нескольких подсистем одним универсальным веществом. В морской шестиствольной 30-мм пушке АО-18 охлаждение стволов осуществляется циркулирующей между кожухом и стволами водой. В состав системы охлаждения входят: вода, водяной насос, система управления насосом, резервуар для воды. Кроме этого энергия для работы насоса берется от бортовой электросети.

В системе охлаждения пушки 9А-4071 (Рис. 33) имеются бак для воды, размещенный вокруг ствола и вода, которая при стрельбе сначала нагревается в баке, затем частично испаряется и давление пара прогоняет пароводяную смесь между стенкой бака и наружной поверхностью, ствола по специальным канавкам. После окончания стрельбы испарение воды прекращается и система автоматически перестает работать. В данной системе вода - "умное" вещество, кроме своей основной функции, она выполняет функции насоса и системы управления насосом.

5. Замена ТС идеальным веществом.

К основным свойствам идеального вещества относятся: высокие значения выполняемой ГПФ, самоорганизацию, самостоятельность отклика на изменения во внешней среде (не требуется внешнее управляющее воздействие).

Общая схема развития ТС

Схема развития системы на любом уровне иерархии: веществ, подсистем, ТС, надсистемы и т.д. может быть наглядно представлены таким образом.

Сначала после появления новой ТС идет процесс ее развертывания, на котором увеличение главной полезной функции ТС сопровождается некоторым увеличением ее массовых, габаритных и энергетических характеристик. На этапе развертывания действуют преимущественно законы полноты частей, согласования ритмики работы частей, энергетической проводимости, динамизации, повышения степени вепольности. Система "набирает" необходимое количество подсистем, реализующих те или иные ее функции.

Затем начинается этап свертывания системы, на котором увеличение главной полезной функции сопровождается снижением массовых, габаритных и энергетических характеристик ТС. На этапе свертывания действуют преимущественно законы перехода с макро- на микро-уровень, перехода в надсистему, повышения степени идеальности. На этой стадии наблюдается

специализация системы - антидинамизация, но те функции, которые система перестает выполнять, передаются другой системе.

Например, если в первую мировую войну станковые пулеметы предназначались для стрельбы по живой силе противника на дистанциях до 2500-3000 м, то во вторую мировую войну предельная дистанция сократилась до 1000м, а на больших дистанциях данная задача была передана минометам и артиллерии, с чем они справлялись эффективнее.

Развитие ТС в целом является результатом совершенствования подсистем на каждом иерархическом уровне. Так как каждая подсистема вследствие закона неравномерности развития ПС находится на различной стадии развития, то первоначально может показаться, что ТС развивается хаотично: то за счет развертывания, то за счет свертывания, то действует одна группа законов, то другая. Однако если рассматривать развитие каждой подсистемы в составе данной ТС, то ПС строго подчиняются общей схеме.

Кроме того, одно техническое решение может отражать действие сразу нескольких законов развития. Например, использование в глушителях звука выстрела вместо спутанной проволоки для дросселирования газа и резины для отсечки газа, следующего за пулей, пористого материала типа поролон есть проявление действия двух законов. Пористый поролон - одно вещество выполняет две функции: дросселирование и отсечку газов, поэтому по отношению к пористым материалам это решение есть проявление закона перехода с макро- на микроуровень.

Зная законы развития технических систем, и определив положение конкретной ТС или подсистемы на линии развития, соответствующей каждому из законов развития, можно:

- объективно оценить полученное техническое решение конкретной задачи, а также сразу же сделать несколько модификаций этого решения в направлении действия законов развития;
- спрогнозировать дальнейшее развитие ТС и точнее сформулировать технические противоречия, препятствующие этому развитию.

На знании законов развития основана методика решения конкретных изобретательских задач, а стандарты на решение таких задач в большинстве своем являются их прямым следствием.

4. СТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Стандарты на решения изобретательских задач - это правила синтеза и преобразования технических систем, непосредственно вытекающие из законов развития этих систем.

Можно утверждать, что стандарты - это конкретные способы реализации законов развития применительно к различным типам физических противоречий. Поэтому многие примеры, иллюстрирующие действие законов развития ТС можно использовать в качестве примеров реализации стандартов.

По современным представлениям развитие систем идет по линии:

неполные веполюные системы - полные веполи - сложные веполи - форсированные веполи.

В любом звене этой цепи возможен переход как "вниз" на более низкий системный уровень, так и "вверх" - на уровень надсистемы.

Ниже дан обзор системы 76 стандартов, где в скобках приведены номера стандартов по классификации Г.С.Альтшуллера. Стандарты сгруппированы в 5 классов.

Класс 1. Построение и разрушение веполюных систем

1.1 Синтез веполей

Главная идея этого подкласса - использование закона полноты частей, т.е. для синтеза работоспособности ТС необходимо, в простейшем случае, перейти от невеполя к веполю, введя недостающее его элементам вещество и (или) поле (1.1.1). Нередко построение веполя наталкивается на трудности, обусловленные различными ограничениями на введение веществ и полей. Стандарты 1.1.2 - 1.1.8 показывают типичные обходные пути в таких случаях.

Общая схема формулировок стандартов 1.1.2 - 1.1.5 следующая:

Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, то задачу решают переходом к комплексному веполю;

а) вводят внутренние добавки (постоянные или временные) в одно из веществ (1.1.2);

б) если а) запрещено, то вводят наружные добавки, присоединяя их к одному из веществ (1.1.3);

в) если и б) запрещено, то в качестве вводимого в веполю вещества используют внешнюю среду (1.1.4);

г) если среда не содержит нужных веществ, то эти вещества могут быть получены:

- введением в среду добавок;
- заменой внешней среды (100% добавки); (1.1.5)
- ее разложением.

Примеры:

1.1.1

При охоте на крупного зверя применяют крупную дробь - картечь. При этом, чем больше дробин попадет в зверя, тем надежнее поражение. Для уменьшения разлета дробин охотники перед снаряжением патрона надсекают их, вкладывают в разрез веревку, а затем зажимают надрез. Получаются своего рода "бусы", которыми и снаряжают патрон.

1.1.2

Для уменьшения разлета мелкой дроби приведенный выше способ затруднителен, так как требуется слишком тонкая работа. Предложено надеть дробины способностью притягиваться друг к другу. Этого можно достичь, либо вводя в свинец, из которого изготавливается дробь, внутреннюю добавку в виде намагниченного ферропорошка, либо заменой свинцовой дроби ферромагнитной (т.е. 100% добавки).

1.1.3

Если введение ферромагнитной добавки считается неэффективным или недопустимым, например, из-за уменьшения плотности материала дроби, что снизит эффективную дальность стрельбы, то можно применить наружную добавку в виде пластмассового стаканчика, в который помещается дробь. Основной вклад в рассеивание дроби вносят выходящие из ствола вслед за дробью пороховые газы, а пластмассовый стаканчик предохраняет дробь от действия пороховых газов, а затем в 0,5-1м от дульного среза ствола отстает от дробин.

1.1.4

Практически все пули и снаряды, предназначенные для выстреливания из гладкоствольного оружия стабилизируются при взаимодействии с внешней средой - воздухом. При этом для стабилизации центр давления должен быть как можно удален назад от центра тяжести снаряда. Это достигается или постановкой оперения на заднюю часть снаряда (подкалиберные бронебойные снаряды, "стрелка" для пневматического оружия) или выполнением передней части пули из свинца, а задней - из войлока или пластика.

1.1.5

В автомате для подводной стрельбы применяется боеприпас с пулей, имеющей форму заостренного стержня. Стабилизация стержня в воде происходит заменой внешней среды, т.к. стержень движется в каверне (Рис.48).

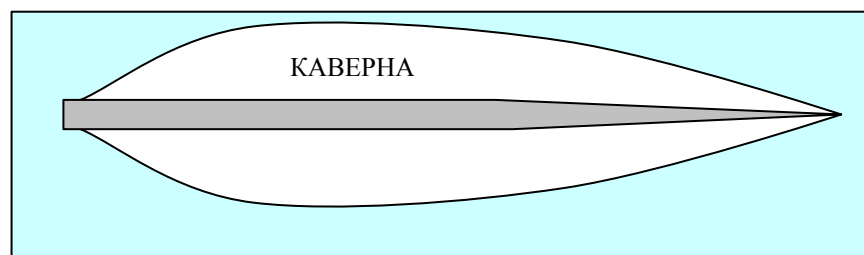


Рис. 48

Стандарт 1.1.6. Если нужен заданный режим действия, а обеспечить его по условиям задачи невозможно, то надо использовать максимальный режим, а избыток убрать. При этом избыток поля убирают веществом, а избыток вещества - полем.

Пример.

Для обеспечения стабильности работы автоматики в различных условиях эксплуатации, например, в чистом и смазанном оружии, в запыленном и загрязненном оружии, необходимо изменять импульс бокового газоотводного устройства. Это достигается или изменением минимального сечения газопровода (пулемет СГМ) или в соответствии со стандартом 1.1.6. То есть отверстие газопровода выполняют максимального сечения, рассчитанного на самые трудные условия эксплуатации, при этом боковое газоотводное устройство обеспечивает максимальный импульс, в боковой поверхности газовой камеры выполняют отверстия для сброса газов. В нормальных условиях эксплуатации отверстия частично или полностью открываются для сброса газов, уменьшая импульс ведущего звена.

Стандарт 1.1.7. Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым.

Пример.

С переходом на более высокоэнергетический бездымный порох, применявшиеся ранее свинцовые пули стали срываться с нарезов и даже плавиться. То есть максимальный режим действия на вещество (пулю) приводил к нарушению ее работоспособности. Для предотвращения этого на свинцовую пулю стали одевать оболочку из более прочного материала, который теперь взаимодействует с нарезами, не срываясь с них и закручивает свинцовую пулю. Так сейчас изготавливают пули для охотничьего нарезного оружия.

Стандарт 1.1.8. Если нужен избирательно-максимальный режим (максимальный режим в определенных зонах при сохранении минимального в других), поле должно быть максимальным, либо минимальным.

В первом случае, в местах, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество (1.1.8.1).

Во втором - в местах, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле, например, термитные, взрывчатые составы.

1.2. Разрушение веполей

Общая схема формулировок стандартов 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 этого подкласса следующая:

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное действия, то:

а) в случае, если непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, задачу решают:

1 - введением между двумя веществами постороннего дешевого третьего вещества. При этом вещество должно быть "прозрачно" для полезного и "непрозрачно" для вредного поля (1.2.1);

2 - если использование посторонних веществ запрещено, то вводят вещество, являющееся видоизменением имеющихся в веполе веществ (1.2.2);

б) в случае, если непосредственное соприкосновение веществ обязательно, то задачу решают переходом к двойному веполю, в котором полезное действие остается за полем Π_1 , а нейтрализация вредного действия осуществляется полем Π_2 (1.2.4).

Примеры.

1.2.1

При ударе подвижных частей в конце отката о заднюю стенку коробки автоматики в последней возникают большие напряжения, что вынуждает конструкторов упрочнять, а следовательно, утяжелять коробку автоматики. Для смягчения удара между задней стенкой коробки автоматики и подвижными частями помещают буферную пружину (пулеметы ДШК, НСВ), или фибровую прокладку (пистолет-пулемет ППШ).

1.2.2

Современные бронебойные пули, как правило, состоят из бронебойного сердечника из закаленной стали, свинцовой рубашки и плакированной медью оболочки из мягкой стали (Рис.48). Изготовить такую пулю сложно. Наиболее простая пуля - это один бронебойный сердечник, но при выстреле такой пулей произойдет взаимное смятие наружных слоев сердечника и нарезов ствола. Для предотвращения этого между пулей-сердечником и стволом должно присутствовать третье "мягкое" вещество, являющееся видоизменением имеющихся.

Предлагается сделать наружный слой пули-сердечника "мягким" обезуглероженным или незакаленным (отпущенным после закалки).

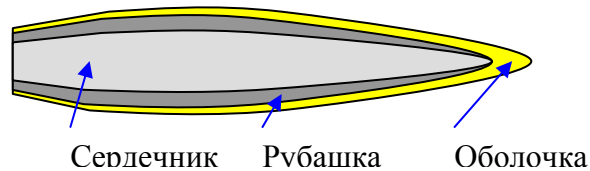


Рис. 48 Бронебойная пуля

Стандарт 1.2.3. Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача решается введением третьего вещества, оттягивающего на себя вредное действие поля.

Пример.

Звено типичной патронной ленты с открытым звеном представлено на рисунке 49.

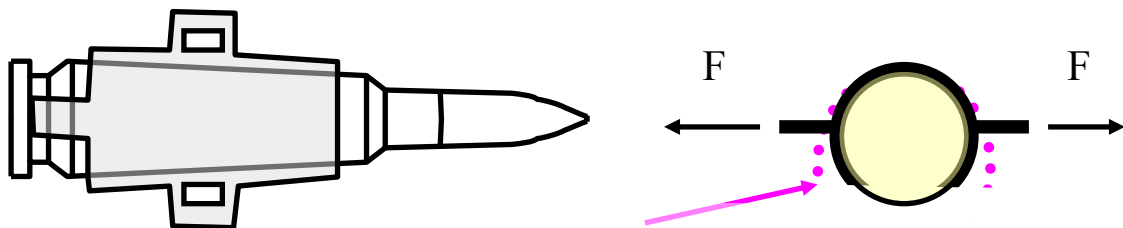


Рис.49

При работе патроноподающего механизма лента растягивается, крепление патронов в ней ослабевает и они могут выпасть. Чтобы растяжение ленты не влияло на закрепление патрона в ней на звене делают прорези а) (Рис.50). Теперь участки звена б) удерживают патрон вне зависимости от растяжения звена между этими участками.

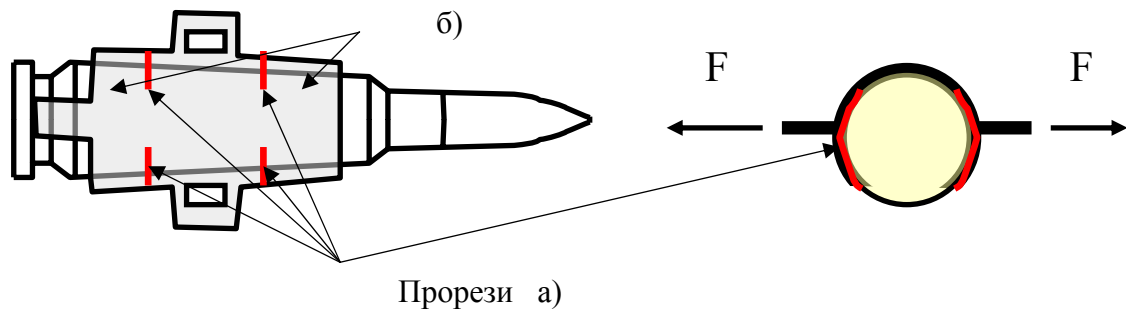


Рис.50

Стандарт 1.2.5. Если надо разрушить веполь с магнитным полем, задача может быть решена применением физэффектов, "отключающих" ферромагнитные свойства веществ, например, размагничивание при ударе или при нагреве выше точки Кюри.

Пример.

В процессе хранения оружие, в том числе и ствол, намагничивается, магнитным полем Земли. При выстреле вследствие действия высокой температуры внутренний слой ствола нагревается выше точки Кюри и размагничивается. Регистрируя степень этого размагничивания можно сделать вывод о том, сколько времени прошло после стрельбы. Ответ на этот вопрос важен в криминалистике.

Класс 2. Развитие вепольных систем

2.1. Переход к сложным вепольным

Повышение эффективности веполей может быть достигнуто прежде всего переходом от простых веполей к сложным - цепным и двойным. Подкласс конкретизирует механизм действия закона повышения вепольности ТС.

Общая схема формулировок стандартов 2.1.1, 2.1.2 этого подкласса следующая:

Если нужно повысить эффективность вепольной системы:

а) задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполь с образованием цепного веполя (2.1.1);

б) если замена элементов веполя недопустима, задачу решают постройкой двойного веполя путем введения второго поля, хорошо поддающегося управлению (2.1.2).

Примеры.

2.1.1

В револьверной пушке Р-23 для предотвращения прорыва пороховых газов между торцами барабана и ствола в ствол помещается obturator, изображенный на рисунке 51:

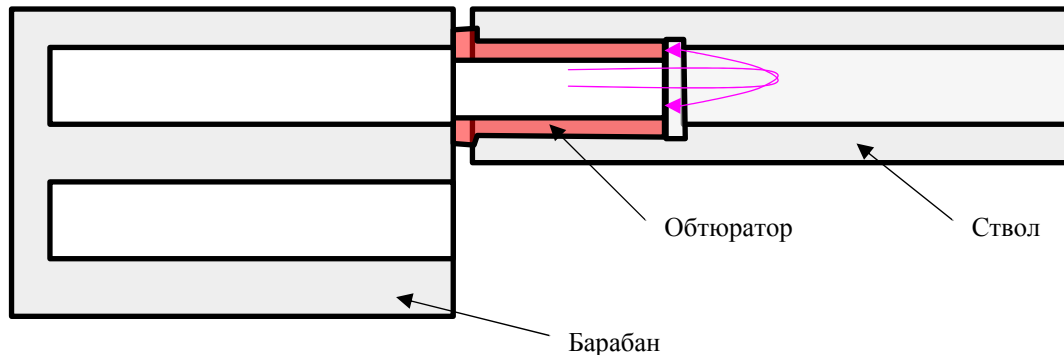


Рис. 51

Во время выстрела obturator прижимается своим задним торцом к барабану под действием силы давления пороховых газов на передний торец obturator.

2.1.2

Регулировать начальный импульс откатывающихся частей в откатных системах с коротким ходом ствола затруднительно, поэтому в систему вводят либо хорошо регулируемый дополнительный газоотводный двигатель, либо регулируемый дульный усилитель отдачи.

2.2. Форсирование веполей

Представленные стандарты позволяют увеличить эффективность веполей без введения новых полей и веществ. Достигается это форсированным использованием имеющихся вещественно-полевых ресурсов.

Общая схема формулировок стандартов 2.2.1, 2.2.6 этого подкласса следующая:

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена:

- а) заменой неуправляемого рабочего поля управляемым (2.2.1);
- б) увеличением степени дисперсности вещества, играющего роль инструмента (2.2.2);

Особый случай дробления - переход от сплошных веществ к капиллярно-пористым. Переход этот осуществляется по линии:

сплошное вещество - вещество с одной полостью - вещество со многими полостями - капиллярно-пористое вещество - капиллярно-пористое вещество с определенной структурой (2.2.3);

- в) увеличения степени динамизации, т.е. перехода к более гибкой структуре (2.2.4);

- г) переходом от однородных полей к полям, имеющим определенную пространственно-временную структуру (2.2.5);

- д) переходом от веществ однородных к веществам неоднородным, имеющим определенную структуру (2.2.6).

Примеры:

2.2.1

Одной из задач при проектировании патронов является наполнение кривой давления.

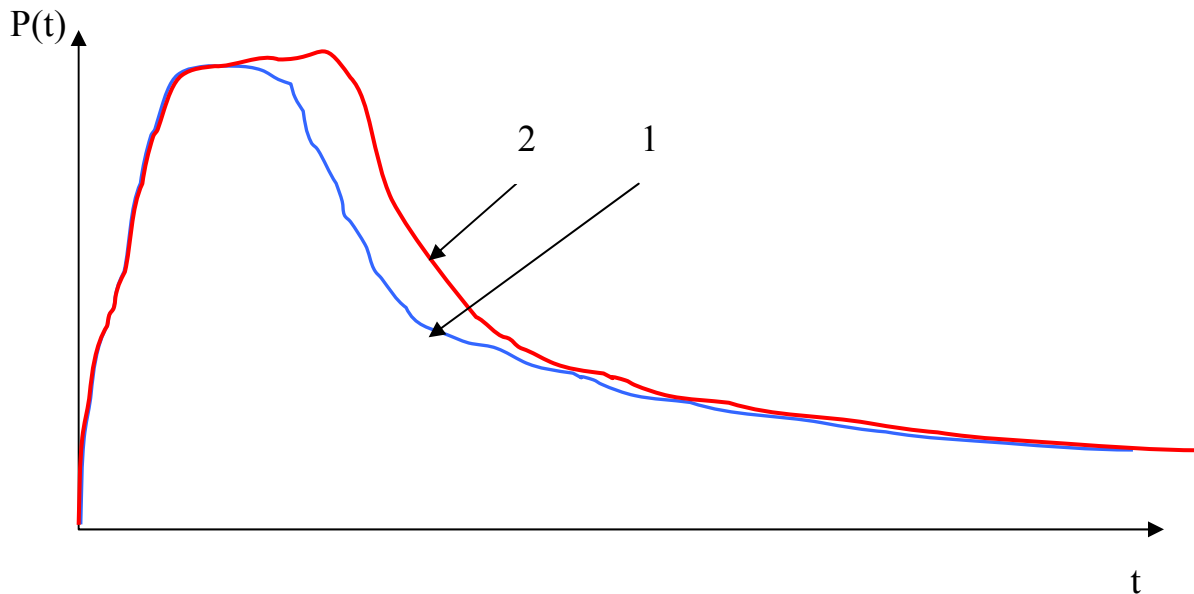


Рис. 52. Кривые давления.

На рисунке 52 зависимости давления пороховых газов от времени с начала выстрела показаны два графика. График 1 изображает зависимость $P(t)$ при использовании простого зернистого пороха, который создает неуправляемое рабочее поле. График 2 изображает зависимость $P(t)$ при использовании пороха с семиканальными зернами, либо подпрессованного пороха, чем создается управляемое рабочее поле.

Из сравнения графиков 1 и 2 видно, что площадь под кривой графика 2 больше, чем у графика 1 при одинаковом максимальном давлении. Это означает, что при одинаковом максимальном давлении импульс патрона во втором случае больше.

2.2.2

Как уже было сказано выше рабочие органы пушек - поражаемые элементы развивались по направлению:

чугунные ядра - бомбы - картечь - фугас - химические боеприпасы.

2.2.3

Глушители звука выстрела развиваются в направлении:

- цилиндр с перегородками (много полостей);
- цилиндр с перегородками и спутанной проволокой для охлаждения и дросселирования пороховых газов (начало перехода к капиллярно-пористым веществам);
- цилиндр с поролоновыми перегородками (капиллярно-пористое вещество);

- цилиндр с поролоновыми перегородками, причем поролон пропитан легко испаряющейся жидкостью для охлаждения пороховых газов и самого глушителя.

2.2.4

Действие этого стандарта на примере развития пистолетов-пулеметов продемонстрировано ранее.

2.2.5

В высокотемпных авиапушках досылающий удар досылателя ("однородное" поле) может привести к недопустимой деформации патрона, поэтому в пушке АМ-23 досылатель в процессе досылания патрона наносит ему последовательно три меньших по силе удара.

В многоствольном оружии закон изменения скорости досылаемого патрона задается профилем копира (поле скоростей с определенной пространственной структурой).

2.2.6

Для повышения эффективности в 5,54 мм пуле патрона НАТО, ее задняя часть выполнена из свинца, а в передней части расположен стальной сердечник (неоднородное вещество).

При прохождении такой пулей преграды она поворачивается и переламывается на части, создавая множество свинцовых осколков.

2.3. Форсирование согласования ритмики

Подкласс 2.3 включает стандарты по форсированию веполей особенно экономичным способом. Вместо введения или существенного изменения веществ и полей стандарты подкласса предусматривают чисто количественные изменения - частот, размеров, массы. Таким образом, значительный новый эффект достигается при минимальных изменениях системы.

Стандарт 2.3.1. В вепольных системах действие поля должно быть согласовано по частоте (или сознательно рассогласовано) с собственной частотой изделия или инструмента.

Пример.

Удаление зуба вибрирующими захватами, причем частота вибрации захватов равна собственной частоте колебаний зуба или близка к ней.

Стандарт 2.3.2. В сложных вепольных системах должны быть согласованы (или сознательно рассогласованы) частоты используемых полей.

Пример.

Должны быть рассогласованы: а) темп стрельбы и частота собственных колебаний ствола; б) темп и частота собственных колебаний оружия на амортизаторах.

Стандарт 2.3.3. Если два действия, например, изменение и измерение, несовместимы, одно действие осуществляется в паузах другого.

Пример.

Примеры применения стандартов этого раздела приведены выше при изложении закона согласования ритмики.

2.4. Комплексно-форсированные феполи

Форсирование феполей проводится аналогично подклассам 2.1-2.3, однако, имеются следующие особенности. Эффективность феполей повышается при использовании:

- а) магнитных жидкостей - коллоидных феррочастиц, взвешенных в керосине, силиконе или воде;
- б) капиллярно-пористой структуры вещества, которое может быть пропитано магнитной жидкостью.

Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень

3.1. Переход к бисистемам и полисистемам

Наряду с "внутрисистемным" совершенствованием (линия стандартов 2-го класса) существует линия "внешнесистемного" развития: на любом этапе внутреннего развития система может быть объединена с другими системами в надсистему с новыми качествами.

Эффективность системы - на любом этапе развития - может быть повышена:

системным переходом - объединением системы с другой системой (или системами) в более сложную би- или полисистему (3.1.1).

Повышение эффективности полисистем достигается:

- за счет развития связей элементов в этих системах, их динамизации (3.1.2);
- за счет увеличения различий между элементами системы (от одинаковых элементов к элементам со сдвинутыми характеристиками и далее к разнородным элементам) (3.1.3);
- за счет свертывания, т.е. сокращения вспомогательных частей (ПС), причем полностью свернутые подсистемы снова становятся моносистемами (3.1.4);
- за счет распределения несовместимых свойств между полисистемой и её элементами, когда вся система обладает свойством С, а её части - свойством анти-С (3.1.5).

Примеры применения стандартов этого раздела приведены выше при изложении закона перехода в надсистему.

3.2. Переход на микроуровень

Есть два пути перехода к принципиально новым системам: переход к надсистеме и переход к использованию "глубинных" свойств подсистем.

Эффективность системы может быть повышена переходом с макроуровня на микроуровень, когда систему или её часть заменяют веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемое действие (3.2.1).

Пример.

Переход на микроуровень был осуществлен, когда на смену дымного пороха, состоящего из механической смеси угля, серы, калиевой селитры пришел бездымный порох, в котором горючее и окислитель размещены в одной молекуле.

Переход поражающих элементов боеприпасов на микроуровень начался с применения фугасных, химических, атомных боеприпасов.

Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение систем

4.1. Обходные пути

Измерения и обнаружения в системах обслуживают главное - "измерительное" действие. Поэтому желательно так перестроить главное действие, чтобы оно исключало необходимость (или сводило к минимуму) измерительно-обнаружительные действия.

Если дана задача на обнаружение или измерение, целесообразно так изменить систему, чтобы вообще отпала необходимость в решении этой задачи (4.1.1).

Пример.

Раньше при использовании зенитных ракет с командной системой наведения необходимо было измерять координаты и скорость целей с помощью наземного радиолокатора и посылать управляющие команды ракете. С началом использования самонаводящихся ракет, например, с инфракрасной головкой самонаведения, необходимость в измерениях отпала.

Если предыдущий стандарт нельзя применить, то целесообразно заменить непосредственные операции над объектом операциями над его копией (фото-, кино-, звуко-, запахокопии) (4.1.2). Если нужно сравнить объект с эталоном с целью выявления отличий, то задачу решают совмещением изображений объекта и эталона.

Пример.

Для обучения стрельбе широко используются тренажеры, моделирующие процесс стрельбы. Использование тренажеров позволяет снизить стоимость обучения стрельбе и срок обучения.

При стрельбе в не боевых условиях используют копии цели - мишени, тарелочки и т.д.

Если предыдущие стандарты применить не удастся, то целесообразно перевести исходную задачу на измерение в задачу на последовательное обнаружение изменений (4.1.3). Ведь любое измерение проводится с определенной степенью точности, поэтому фактически всегда можно выделить элементарный акт измерения, состоящий из двух последовательных обнаружений. Переход от расплывчатого понятия "измерение" к четкой модели "два последовательных обнаружения" резко упрощает задачу.

Пример.

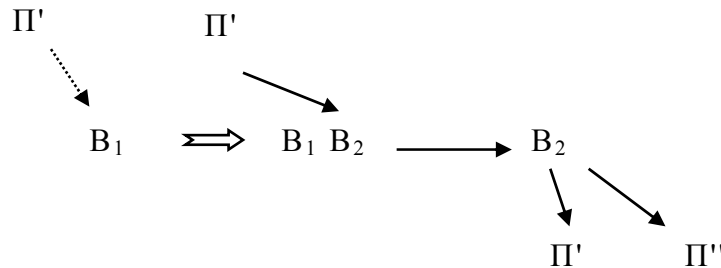
При производстве оружия и не только его для определения годности деталей не измеряют ее истинные размеры, а используют проходные и непроходные калибры, т.е. обнаруживают, укладываются истинные размеры детали в допустимые пределы.

4.2. Синтез измерительных систем

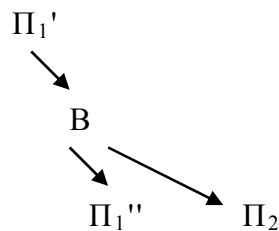
В синтезе измерительных систем проявляется тактика, типичная для синтеза "измерительных" систем: любым путём достроить веполю, вводя недостающие вещества или поля. Отличается синтез измерительных вепо-

лей тем, что структура веполя должна обеспечить получение поля на выходе.

Стандарт 4.2.1 Если невепольная система плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают, дотраивая простой или двойной веполю с полем на выходе:



где ----- - отсутствующее взаимодействие (действие).
Вепольные группы



типичны для ответов на задачи по обнаружению и измерению, причем Π_1' , Π_1'' - поля одного типа, но различной интенсивности, Π_2 - поле другого типа по сравнению с Π_1 .

Пример.

Для контроля траектории полета пули, и корректировки прицеливания используют трассирующие пули.

Если система или её часть плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают:

- переходом к внутреннему или внешнему комплексному веполю, вводя легко обнаруживаемые добавки (4.2.2);
- введением таких добавок во внешнюю среду, по изменению состояния которых можно судить об изменении состояния объекта (4.2.3);
- разложением внешней среды или изменением агрегатного состояния (4.2.4).

В частности, в качестве таких добавок используют газовые или паровые пузырьки, полученные электролизом, кавитацией.

Примеры.

4.2.2

Для определения цвета заряда в патронах для ракетниц на торцевой поверхности, противоположной дну гильзы, выполнены выступы, число и расположение которых несет информацию о цвете заряда.

4.2.3

При обращении с пистолетом важно знать, находится ли патрон в патроннике, причем это необходимо определить по внешнему виду пистолета. Для этого в пистолете, который является "внешней средой" по отношению к патрону, делают указатели наличия патрона в патроннике. В пистолете "Вальтер" такой указатель выполнен в виде подпружиненного стерж-

ня, один торец которого упирается в дно патрона, если он в патроннике, а другой - выведен через заднюю стенку затвора наружу.

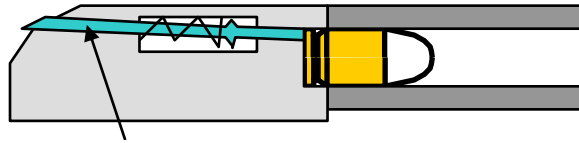


Рис. 53. Указатель наличия патрона в патроннике в пистолете Р-38 «Вальтер».

4.2.4

Траекторию движения пули в жидкой преграде можно зафиксировать по наличию кавитационных пузырьков, образующихся за пулей при ее движении.

4.3. Форсирование измерительных веполей

Если дана вепольная система, то эффективность обнаружений в ней может быть повышена:

- за счет использования физических эффектов (4.3.1);
- за счет возбуждения в системе резонансных колебаний, по изменению частоты которых можно судить о происходящих в системе изменениях (4.3.2);
- за счет изменения частоты собственных колебаний объекта (или внешней среды), присоединенного к системе (4.3.3).
- за счет перехода к фепольным системам (4.4).

4.5. Направление развития измерительных систем

Эффективность измерительной системы, на любом этапе развития, может быть повышена путем перехода к би- или полисистеме (4.5.1).

Специфической особенностью развития измерительных систем является то, что они развиваются в направлении:

измерение функции - измерение первой производной функции - измерение второй производной функции.

Пример: В системах приводов установок стрелково-пушечного вооружения для управления наведением используют обратные связи по скорости, ускорению.

Класс 5. Стандарты на применение стандартов

5.1. Введение веществ

5.1. При постройке, перестройке и разрушении веполей часто приходится вводить новые вещества. Их введение связано либо с техническими трудностями, либо с уменьшением степени идеальности системы. Поэтому

вещества надо "вводить, не вводя" и использовать различные обходные пути.

Стандарт 5.1.1. Если нужно ввести в систему вещество, а это запрещено условиями задачи, то следует использовать обходные пути:

1. Вместо вещества используют "пустоту".
2. Вместо вещества вводят поле.
3. Вместо внутренней добавки используют наружную.
4. Вводят в очень малых дозах особо активную добавку.
5. Вводят в очень малых дозах обычную добавку, но располагают её концентрированно - в отдельных частях объекта.
6. Добавку вводят на время.
7. Вместо объекта используют его копию, в которую допустимо введение добавок.
8. Добавку вводят в виде химического соединения, из которого она потом выделяется.
9. Добавку получают разложением внешней среды или самого объекта (электролизом или изменением агрегатного состояния).

Примеры.

5.1.1.(2)

Для фиксации меткости и кучности стрельбы используют мишени, но при стрельбе они портятся. Предложено использовать вместо вещественной мишени - "полевую". По границам зоны полета пули располагают 3 микрофона с системой регистрации сигналов. При прохождении пули через эту зону, о расстоянии от пули до каждого из микрофонов судят по разнице во времени при регистрации звуковых волн каждым из микрофонов.

5.1.1.(3)

При стрельбе очередью часто необходима фиксация пробойн от первой, второй и т.д. пуль в очереди, для чего перед стрельбой пули окрашивают в различные цвета. После прохождения пули сквозь мишень часть краски остается на мишени.

Стандарт 5.1.2. Если дана система, плохо поддающаяся нужным изменениям, и условия задачи не позволяют заменить инструмент или ввести добавки, вместо инструмента используют изделие, разделяя его на части, взаимодействующие друг с другом.

Пример.

В некоторых глушителях звука выстрела поток газов разделяют на две части, а перед выходом из глушителя их сталкивают друг с другом, при этом их кинетическая энергия частично гасится и интенсивность ударной звуковой волны уменьшается.

Стандарт 5.1.3. Введенное в систему вещество после того, как оно сработало, должно исчезнуть или стать неотличимым от вещества, ранее бывшего в системе или во внешней среде.

Примеры.

В артиллерии применяют гильзы, сгорающие при выстреле, поэтому ее экстракция не требуется.

В гранатомете ГП-25 используется граната с гильзой, которая при выстреле вылетает вместе с гранатой как одно целое.

По пуле, выстрелянной из оружия можно идентифицировать его. Во избежание этого в детективах предлагается использовать пулю из льда.

Стандарт 5.1.4. Если нужно ввести большое количество вещества, а это запрещено по условиям задачи, в качестве вещества используют "пустоту" в виде надувных конструкций или пены.

5.2 Введение полей

Если в вепольную систему нужно ввести поле, то следует:

- прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества (5.2.1);
- использовать поля, имеющиеся во внешней среде (5.2.2);
- использовать поля, носителями или источниками которых могут "по совместительству" стать вещества в системе или во внешней среде (5.2.3).

Примеры.

5.2.1.

Все образцы ручного автоматического оружия для осуществления перезарядки используют поле сил давления пороховых газов.

5.2.2

Для раскрутки блока стволов многоствольного оружия часто используются поля, имеющиеся на носителях - электроэнергия, сжатый воздух.

5.3. Фазовые переходы

Стандарт 5.3.1. Эффективность применения вещества - без введения других веществ - может быть повышена фазовым переходом 1, то есть заменой фазового состояния имеющегося вещества.

Стандарт 5.3.2. "Двойственные" свойства могут быть обеспечены фазовым переходом 2, то есть использованием веществ, способных переходить из одного фазового состояния в другое в зависимости от условий работы.

Стандарт 5.3.3. Эффективность системы может быть повышена за счет перехода 3, то есть использования явлений, сопутствующих фазовому переходу.

Пример.

Для увеличения теплоемкости ствола, что важно для повышения его живучести, предлагается сделать ствол многослойным.

Внутренняя часть ствола изготовлена из обычной ствольной стали, с толщиной стенки, выдерживающей давление пороховых газов при выстреле. Наружная часть ствола изготавливается из капиллярно-пористого материала с температурой плавления стали, а в поры помещается алюминиевый сплав с заданной температурой плавления. Тогда при стрельбе, когда температура ствола достигнет температуры плавления алюминиевого сплава, тепловая энергия будет расходоваться на плавление сплава, при этом температура ствола стабилизируется.

Через некоторое время после прекращения стрельбы, алюминиевый сплав вновь кристаллизуется.

Стандарт 5.3.4. "Двойственные" свойства системы могут быть обеспечены фазовым переходом 4 - замена однофазного состояния двухфазным.

Стандарт 5.3.5. Эффективность технических систем, полученных в результате фазового перехода 4, может быть повышена введением взаимодействия (физического, химического) между частями (или фазами) систем.

5.4. Особенности применения физэффектов

Стандарт 5.4.1. Если объект должен периодически находиться в разных физических состояниях, то переход следует осуществлять самим объектом за счет использования обратимых физических превращений, например, фазовых переходов, ионизации-рекомбинации, диссоциации-ассоциации.

Стандарт 5.4.2. Если необходимо получить сильное действие на выходе при слабом действии на входе необходимо привести вещество-преобразователь в состояние близкое к критическому. Энергия запасается в веществе, а входной сигнал играет роль "спускового крючка".

Пример.

Для точной стрельбы в снайперских и спортивных винтовках применяются спусковые механизмы со шнеллером. Легкое нажатие на спицу шнеллера освобождает предварительно подпружиненную деталь, которая бьет по шепталу, которое в свою очередь освобождает курок.

5. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) - это комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития ТС и предназначенная для анализа изобретательской задачи с целью выявления и разрешения скрытого в ней противоречия. Поскольку программу реализует человек, АРИЗ предусматривает операции по управлению психологическими факторами для снижения психологической инерции и стимулирования воображения. АРИЗ снабжен информационным фондом, включающим приемы устранения противоречий, стандарты на решение изобретательских задач, банки физических, химических, геометрических эффектов.

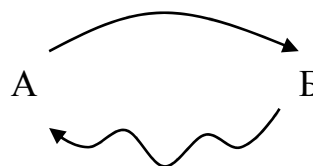
Было разработано 9 модификаций алгоритма. В настоящее время рабочим вариантом является АРИЗ-85В. Текст АРИЗ-85В см. <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v.asp>

Мы же здесь приводим схемы типовых конфликтов из АРИЗ-85В, поясняя их примерами из оружейной тематики.

Схемы типичных конфликтов в моделях задачи.

1. Противодействие

А действует на Б полезно (сплошная стрелка), но при этом постоянно или на отдельных этапах возникает обратное вредное действие (волнистая стрелка).



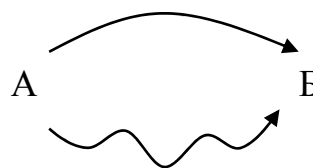
Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное действие.

Пример. В автомате АК 47 в откате затворная рама (А) взводит курок (Б) - полезное действие, а в накате взведенный курок (Б) трется о затворную раму (А) - вредное действие, тормозя ее накат.

В автомате АК-74 данный конфликт разрешен за счет того, что на курке за основным боевым взводом выполнен дополнительный боевой взвод, на который курок при взведении заскакивает по инерции.

2. Сопряженное действие

Полезное действие А на Б в чем-то оказывается вредным действием на это же Б (например, на разных этапах работы одно и то же действие может быть то полезным, то вредным). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

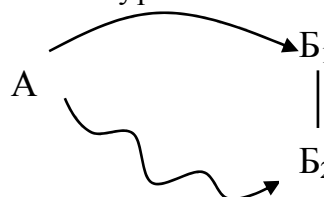


Пример. В охотничьих ружьях, револьверах курок (А) ударяет по бойку (Б) - полезное действие, для разбития капсюля. После выстрела курок (А) продолжает поджимать боек (Б), к капсюлю, что мешает провороту барабана в револьверах и "переламыванию" стволов в охотничьем ружье.

Для разрешения конфликта организуют "отбой" курка.

3. Сопряженное действие

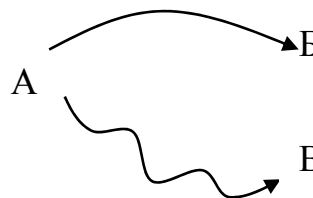
Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б. Требуется устранить вредное действие на Б₂, сохранив полезное действие на Б₁.



Пример. В карабине Гаранда при накате затворная рама (А) все время стремится повернуть затвор (Б), что необходимо для запираания - полезное действие, но это вызывает дополнительные силы трения между боевыми упорами затвора (Б) и направляющими коробки автоматики. В автомате АК 47 этот конфликт разрешен введение предварительного поворота затвора в начале запираания.

4. Сопряженное действие

Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему.

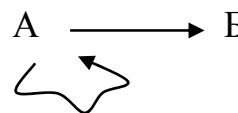


Пример. В пулемете СГМ для снижения температуры пороховых газов (Б), и исключения их свечения применен пламегаситель (А) в виде расширяющегося сопла. Однако пламегаситель (А) такой конструкции увеличивает отдачу всего оружия (Б).

Щелевой пламегаситель пулемета ПК этого недостатка не имеет.

5. Сопряженное действие

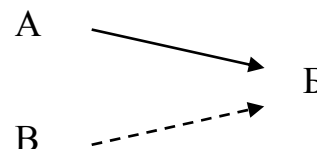
Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывает усложнение А). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.



Пример. При выстреле гильза (А) разгоняет свободный затвор (Б) полезное действие, но при этом в ней возникают осевые напряжения (вредное действие А на А), обусловленные трением стенок гильзы о патронник.

6. Несовместимое действие

Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например, обработка несовместима с измерением). Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действия А на Б.

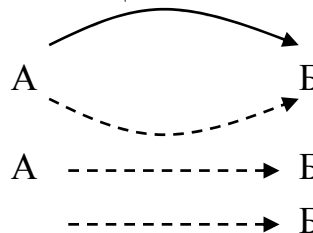


Пример. Кажутся несовместимыми стрельба очередью и внутреннее жидкостное охлаждение ствола одноствольной пушки.

В револьверной пушке НН-30 эти условия совмещены.

7. Неполное действие или бездействие

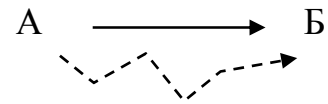
А оказывает на Б одно действие, а нужны два разных действия. Или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом - неизвестно. Требуется обеспечить действие на Б при минимально простом А.



Пример. Корпус (А) магазина опытного пистолета Стечкина служит для ориентации патронов (Б) (1-е действие). Но при полном магазине передние части верхних патронов (Б) оказываются опущены так, что их досылание невозможно (отсутствует 2-е действие). Необходимо, чтобы корпус (А) магазина обеспечивал бы поднятие передних частей верхних патронов.

8. "Безмолвие"

Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, Б или взаимодействии А и Б. Иногда дано только Б. Требуется получить необходимую информацию.



9. Нерегулируемое (в частности, избыточное) действие.

А действует на Б нерегулируемо (например, постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное). Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих-пунктирная стрелка).



Пример. В боковое газоотводное устройство пулемета ПКМ поступает избыточное для нормальной работы автоматики количество пороховых газов, а затем лишний газ сбрасывается через отверстие в газовом регуляторе. Это повышает надежность работы автоматики.

6. РЕШЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Решением изобретательских задач возможности ТРИЗ не ограничиваются. В оружейной практике часто приходится сталкиваться с задачами типа исследовательских, в которых нужно найти и объяснить причины того или иного наблюдаемого явления.

Исследовательские задачи часто возникают при отработке опытных образцов оружия, когда конструктор часто сталкивается с неожиданными для него явлениями в поведении образца (как положительными, так и отрицательными).

Такие же задачи возникают и при освоении производства образца при выяснении причин брака.

Чтобы исключить необходимость перебора многочисленных гипотез-объяснений, необходимо применить прием, получивший название "обращение исследовательской задачи". Он заключается в том, что вместо основного вопроса "как это объяснить?" нужно перейти к вопросу "как это явление получить?". Таким образом, происходит превращение исследовательской задачи в изобретательскую, в результате решения которой может быть получен ряд гипотез. Эти гипотезы должны быть проверены постановкой соответствующих экспериментов с целью их подтверждения или отклонения.

Прием обращения позволяет применить для решения исследовательских задач весь известный аппарат ТРИЗ. Однако при решении таких задач есть ряд особенностей.

Если при решении обычных изобретательских задач использование вещественно-полевых ресурсов всегда предпочтительнее, но не обязательно, то при решении обращенных исследовательских задач необходимо использовать только ресурсы. Это требование обусловлено тем, что система, в которой проявляется эффект, требующий объяснения, уже реально существует.

В оружии ресурсами, подлежащими тщательному учету при решении исследовательских задач, являются:

- тепловое расширение деталей при стрельбе;
- упругость элементов конструкций, считающихся при проектировании абсолютно жесткими;
- удары при присоединении деталей друг к другу вследствие наличия зазоров;
- дополнительные силы трения из-за перекосов при движении элементов конструкции;
- износ при эксплуатации;
- грязь, попадающая в оружие, загустевшая смазка.

Обычно при проектировании оружия, расчете его функционирования большинством из этих факторов пренебрегают, стремясь упростить расчетные модели.

В связи с изложенной особенностью для решения обращенных исследовательских задач в АРИЗ-85В целесообразно ввести следующие изменения:

В пункте 1.1 следует подчеркнуть, что необходимо получить именно наблюдаемый эффект, причем **без изменения в исходной ТС**, для чего формулировку пункта 1.1 изменим так:

1.1. Техническая система для (указать эффект, требующий объяснения).... (далее по тексту).

...Необходимо без изменений в ТС (указать эффект, требующий объяснения).

Пункт 1.4:

Выбрать из двух схем конфликта ту, которая обеспечивает получение требуемого эффекта.

Пункт 3.1:

Икс-элемент, **абсолютно не изменяя систему** ... (далее по тексту).

Так как в пунктах 4.6, 4.7 рекомендуется для решения задач ввести в ТС новые вещества и поля, то эти пункты надо исключить.

Пункт 6.1:

Сформулировать условия экспериментов, подтверждающих полученную гипотезу.

Пункт 8.1:

Если эффект вредный, поставить задачу по его устранению и решить её, начиная с п. 1.1 АРИЗ-85 В.

Если эффект полезный, выполнить пункт 8.1 в исходной формулировке.

Автоматический пистолет Стечкина (АПС)

Данный раздел написан по результатам бесед с конструктором Игорем Яковлевичем Стечкиным, в которых он рассказывал о процессе конструирования своего знаменитого пистолета. При дальнейшем изложении задачи, с которыми столкнулся конструктор, проанализированы с позиций ТРИЗ.

Формирование ТТЗ и облика проектируемого оружия

В боевых условиях младший офицерский состав должен был иметь личное оружие - пистолет для самообороны и пистолет-пулемет для ведения ближнего боя. Расчеты самоходных орудий, экипажи танков также нуждались как в пистолете, так и пистолете-пулемете.

В связи с этим перед конструкторами была поставлена задача значительно уменьшить массу и габариты носимого офицерами вооружения при сохранении огневой мощи.

Давайте рассмотрим возникшую ситуацию с точки зрения ТРИЗ. Даны две ТС - пистолет и пистолет-пулемет с аналогичными функциями. Необходимо уменьшить суммарную массу ТС при сохранении их функций - мощность стрельбы не должна уменьшаться.

Одним из законов развития ТС является переход в надсистему. Он гласит: эффективность ТС ... может быть повышена объединением ее с другой системой в более сложную полисистему. Повышение эффективности полученной полисистемы достигается путем объединения и сокращения вспомогательных элементов. Этот же способ повышения эффективности полисистемы указан в стандарте 3.1.4. на решения изобретательских задач.

Таким образом, ТРИЗ рекомендует соединить пистолет и пистолет-пулемет в одну ТС. При этом большинство механизмов обеих систем объединяются (ствол, затвор, магазин, рукоятка и т.д.). В итоге выявляется, что объединенная система - это пистолет с длинным стволом, имеющий возможность стрелять как очередью, так и одиночной стрельбой. Кроме того, для сохранения кучности пистолета-пулемета в ТС должен быть приклад, а для обеспечения прицельной одиночной стрельбы оружие должно иметь "переднее шептало". Так закон перехода в надсистему позволил создать образ оружия, которое удовлетворит сформированным выше требованиям (Рис.54).

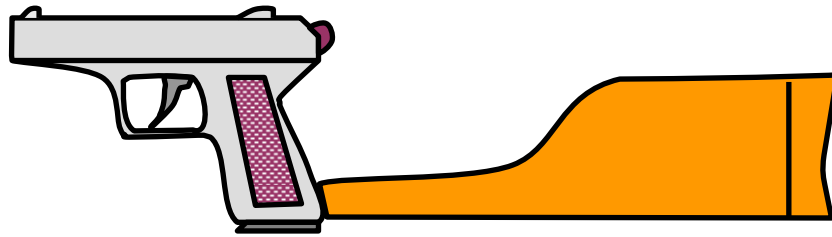


Рис. 54 Автоматический пистолет Стечкина.

Техническое задание на проектирование пистолета было выдано И.Я. Стечкину.

Проектирование механизма замедления темпа стрельбы

При проектировании пистолета анализ показал, что для получения заданной кучности при автоматической стрельбе необходим темп 600-700 выстрелов в минуту. При более высоком темпе стрельбы из пистолета весом в 1,5 кг (с прикладом) стрелок не успевал к моменту очередного выстрела вернуть оружие в положение, близкое к исходному.

Сначала И.Я. Стечкин пытался обеспечить заданный темп стрельбы увеличением массы свободного затвора и увеличением его хода. Но за снижение темпа стрельбы приходилось расплачиваться увеличением массы и габаритов оружия. При этом темп снизился до 1000 выстр./мин.

Дальнейшее следование по этому пути привело бы к недопустимо тяжелому оружию больших габаритов. Конструктор столкнулся с типичным техническим противоречием: снижение темпа стрельбы с целью улучшения кучности приводит к недопустимому увеличению массы и габаритов пистолета.

Основные шаги АРИЗ-85В применительно к данной задаче

Для решения этой задачи обратимся к алгоритму решения изобретательских задач (АРИЗ).

1.1. ТС "пистолет" включает в себя ствол, рамку, затвор, ударно-спусковой механизм, магазин с патронами, другие исполнительные механизмы.

Техническое противоречие 1 (ТП-1)

Если время цикла работы автоматики мало (высокий темп стрельбы), то затвор может иметь малую массу и ход, но ухудшается кучность стрельбы.

Техническое противоречие 2 (ТП-2)

Если время цикла работы автоматики велико (низкий темп), то улучшается кучность стрельбы, но затвор должен иметь большую массу и ход.

Необходимо обеспечить большое время цикла работы автоматики при относительно легком затворе, имеющем малый ход.

1.2. Изделие - рамка пистолета, инструмент - затвор.

1.4. Выбираем ТП-1.

1.5. Очень легкий затвор, имеющий малый ход, вызывает очень высокий темп стрельбы.

1.6. Вводимый икс-элемент должен обеспечить низкий темп стрельбы при легком затворе с небольшим ходом.

2.1. Оперативная зона - пространство, захватываемое затвором при перемещении.

2.2. Оперативное время-время движения затвора в откате - накате.

3.1. Идеальный конечный результат ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает большое время цикла работы автоматики при наличии затвора малой массы с малым ходом.

3.2. Затвор сам обеспечивает большое время цикла работы автоматики при малой его массе и ходе.

3.3. Затвор должен двигаться медленно, чтобы обеспечить заданную кучность стрельбы, и должен двигаться быстро, так как его масса мала.

5.3. Разрешение противоречивых свойств во времени. Часть времени цикла автоматики легкий затвор движется с большой скоростью, обеспечивая работу исполнительных механизмов, а часть времени - с малой скоростью (в пределе - с нулевой).

6.1. Технически данное решение может быть реализовано двумя способами:

1. Обеспечение выстоя затвора в конце отката.

2. Обеспечение выстоя затвора в конце наката.

В данной задаче икс-элементом является механизм задержки затвора в конце отката, или механизм задержки выстрела при приходе затвора в крайнее переднее положение.

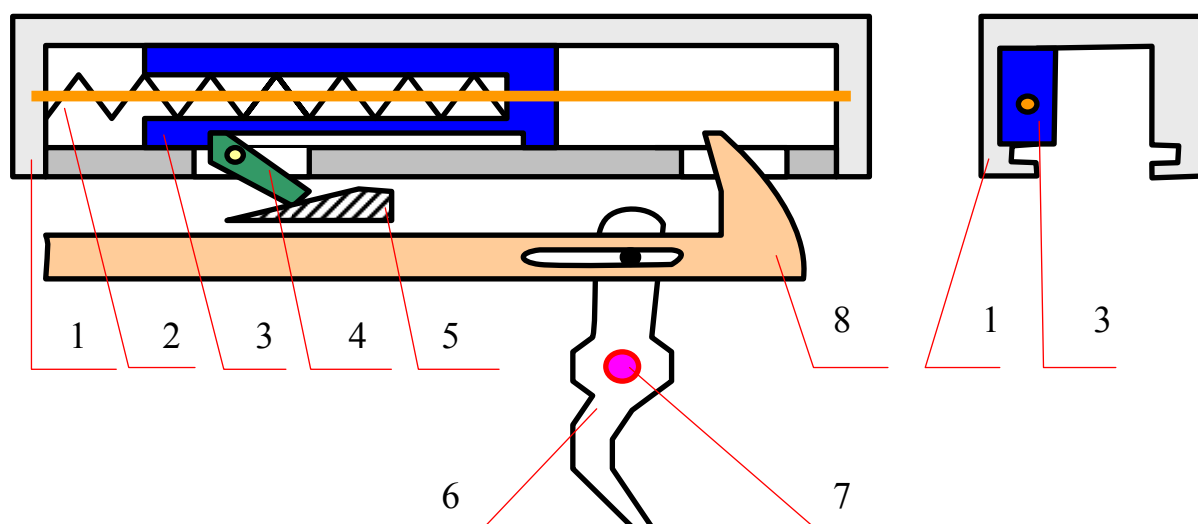
При проектировании АПС И.Я. Стечкин выбрал второй способ. Для пистолетов он имеет следующее преимущество - большую энергию затвора в накате для досылания патрона, а, следовательно, большую надежность работы в затрудненных условиях.

Заметим, что первый способ тоже был реализован И.Я. Стечкиным при проектировании опытного пистолета-пулемета "Клин".

Анализ вариантов конструкции замедлителя темпа

Обеспечение заданного времени выстоя затвора в крайнем переднем положении до начала очередного выстрела предполагает наличие специального механизма - замедлителя темпа стрельбы. Были проанализированы следующие варианты замедлителей.

1. Замедлитель расположен вдоль боковой стенки затвора (Рис.55).



1 - затвор; 2 – пружина замедлителя с направляющим стержнем; 3 – замедлитель; 4 – шептало замедлителя на затворе; 5 – выступ на рамке пистолета; 6 – спусковой крючок; 7 – ось спускового крючка; 8 – спусковая тяга.

Рис. 55 Принципиальная схема варианта конструкции замедлителя.

При ударе затвора 1 в крайнем заднем положении замедлитель 3 продолжает двигаться назад относительно затвора 1, сжимая пружину 2, и становится на шептало 4. При приходе затвора 1 в крайнее переднее положение шептало 4, взаимодействуя с выступом 5 на рамке пистолета, освобождает замедлитель 3. Он начинает перемещаться относительно затвора 1 и в конце своего хода ударяет по спусковой тяге 8, которая, воздействуя на шептало курка, освобождает курок.

Хотя при проектировании пистолета И.Я. Стечкиным этот вариант замедлителя был отвергнут из-за недостатка места в затворе для размещения в нем замедлителя с необходимыми для надежной работы характеристиками, но эта конструкция имеет одно принципиальное преимущество.

Масса замедлителя "включена" в массу затвора. Для нормального функционирования оружия свободный затвор должен иметь определенную расчетом массу, а постановка замедлителя именно в затвор позволяет снизить массу остальной части затвора. То есть можно сконструировать оружие так, что постановка замедлителя темпа стрельбы не утяжелит его. Возможная область применения такой конструкции замедлителя темпа стрельбы - пистолет-пулемет.

Анализ этой "неудачной" конструкции замедлителя может натолкнуть конструктора на постановку следующей изобретательской задачи (т.е. задачи, содержащей техническое противоречие).

Для увеличения надежности работы замедлителя темпа стрельбы желательно увеличить среднюю силу пружины, однако при этом уменьшается время работы замедлителя, что нежелательно. Что делать?

Обратимся к алгоритму АРИЗ-85В. Запись основных шагов алгоритма при решении данной задачи может быть следующей.

1.1. ТС для замедления темпа стрельбы включает в себя: замедлитель, пружину замедлителя, шептало замедлителя.

ТП-1. Если среднее усилие пружины замедлителя велико, то замедлитель работает надежно, но мало время работы замедлителя.

ТП-2. Если среднее усилие пружины мало, то время работы замедлителя нормальное, но надежность работы неудовлетворительная.

1.2. Изделие - замедлитель, инструмент - пружина.

1.4. Выбираем ТП-1.

1.5. Среднее усилие пружины очень велико, при этом время работы замедлителя мало.

1.6. Дано: замедлитель (масса) и сильная пружина замедлителя. Сильная пружина замедлителя приводит к очень малому времени работы замедлителя. Вводимый для решения задачи икс-элемент должен обеспечить большое время перемещения замедлителя под действием сильной пружины.

2.1. Оперативная зона - пространство, захватываемое замедлителем при его движении.

2.2. Оперативное время. Конфликтное время T_1 - время движения замедлителя вперед под действием пружины. Время до конфликта T_2 - время взведения замедлителя и его выстоя на шептале.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы.

Наименование элемента	Вещественные	Полевые	Пространственные	Временные
Замедлитель	сталь	кинетическая энергия	пространство за движущимся замедлителем	время работы замедлителя
Пружина	сталь	кинетическая, потенциальная энергия	пространство внутри пружины	
Внешняя среда	воздух	давление	пространство внутри пружины	

3.1. ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, увеличивает время замедления, сохраняя большую среднюю силу пружины.

3.3. Физические противоречия.

3.3.1. Замедлитель должен быть массивным, чтобы обеспечить большое время замедления (T_1) и не должен быть массивным, чтобы не увеличивать вес пистолета.

3.3.2. Ход замедлителя должен быть большим, чтобы обеспечивать заданное время замедления при сильной пружине, и должен быть маленьким из-за ограниченности габаритов затвора.

3.5. Варианты ИКР-2. В качестве икс-элементов используются вещественно-полевые ресурсы системы.

1. Замедлитель малой массы сам движется медленно под действием сильной пружины.

2. Пространство за движущимся замедлителем обеспечивает большое время замедления (T_1) при сильной пружине и движении замедлителя с большой скоростью.

3. Воздух за и перед движущимся замедлителем обеспечивает большое время замедления при сильной пружине.

4.3. Использование вещественно-полевых ресурсов для решения задачи.

1. Чтобы замедлитель малой массы двигался медленно под действием сильной пружины, необходимо:

- ввести между замедлителем и пружиной механизм с большим передаточным отношением;
- ввести большую приведенную массу замедлителя при малой физической массе. Например, ввести винтовые направляющие для замедлителя.

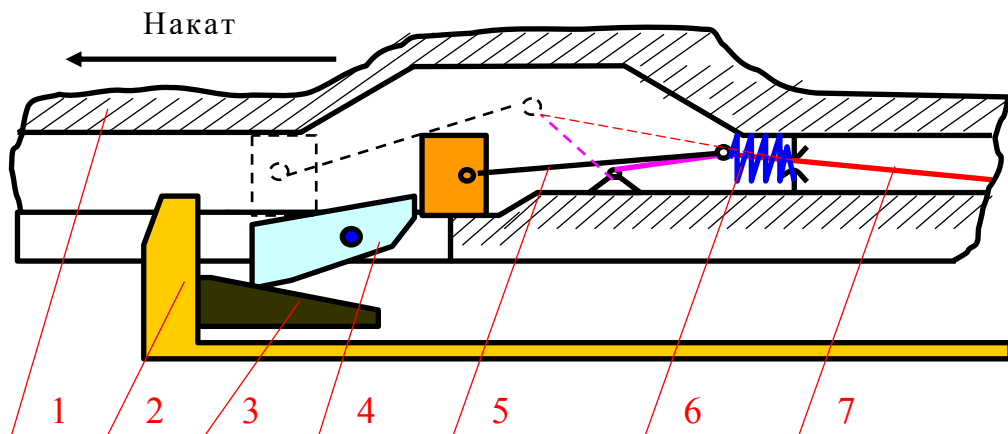
2. Ход замедлителя в ограниченном пространстве (оперативная зона), может быть большим, если замедлитель перемещается вперед-назад.

3. Воздух может замедлять движение замедлителя, если он вынужден выходить через малое отверстие (пистолет-пулемет "Суоми", МП-40).

5.3. Разрешение физических противоречий (ФП) с помощью типовых преобразований.

ФП-3.3.1. можно разрешить посредством системного перехода - разделение во времени:

Часть времени замедлитель движется с малым ускорением, а часть - с большим. Технически это можно реализовать, поместив между пружиной и замедлителем механизм с переменным передаточным отношением, например, кривошипно-шатунный механизм (Рис.56).



1 - затвор; 2 – спусковая тяга замедлителя; 3 – выступ на рамке пистолета;
4 – шептало замедлителя на затворе; 5 – замедлитель – кривошипно-шатунный механизм; 6 – пружина; 7 – направляющий стержень.

Рис. 56 Принципиальная схема варианта конструкции замедлителя в виде кривошипно-шатунного механизма.

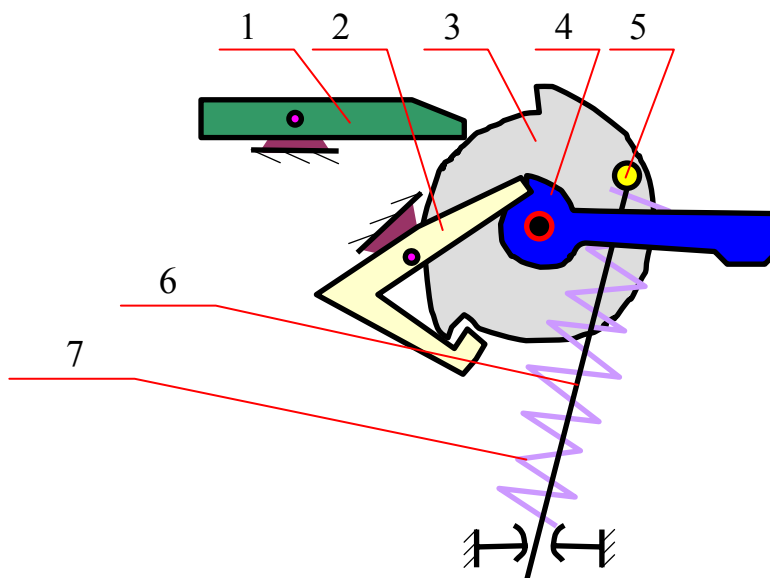
В начале работы замедлителя кривошипно-шатунный механизм находится в положении, близком к "мертвой" точке, поэтому ускорение замедлителя маленькое, затем по мере ухода от "мертвой" точки ускорение возрастает, несмотря на уменьшения усилия со стороны разжимающейся пружины.

ФП-3.3.2. можно разрешить системным переходом 1б - сочетание системы с антисистемой. В данном случае - это движение замедлителя вперед-назад.

Как видно из сравнения решений по пунктам 4.3 и 5.3 часть решений совпадает. В дальнейшем приемлемость того или иного варианта замедлителя определяется расчетами и конструкторскими проработками.

Вариант конструкции вращающегося замедлителя

Вторым вариантом, рассмотренным И.Я. Стечкиным, был вариант установки вращающегося замедлителя на одной оси с курком (Рис.57). При откате затвора он взводит как курок 4, так и замедлитель 3. Курок 4 становится боевым взводом на шептало 2, а замедлитель 3 боевым взводом - на шептало замедлителя 1. При приходе затвора в крайнее переднее положение он поворачивает шептало 1, освобождая замедлитель 3. Замедлитель вращается под действием пружины 7 против часовой стрелки. В конце вращения выступ 2 замедлителя, воздействуя на шептало курка 3, поворачивает его, освобождая курок.



1 - шептало замедлителя; 2 - шептало курка пружина; 3 - замедлитель; 4 - курок; 5 - ось направляющего стержня пружины; 6 - направляющий стержень; 7 - пружина.

Рис. 57 Принципиальная схема вращающегося замедлителя

Недостатки у данной конструкции оказались те же, что и у предыдущей: малый момент инерции и малый угол поворота замедлителя, следовательно, слишком малая для надежной работы замедлителя средняя сила пружины.

Штатный замедлитель пистолета АПС

Оба предыдущих варианта конструкции замедлителя темпа стрельбы были отвергнуты из-за малой надежности, обусловленной малой массой (моментом инерции) замедлителя и малой средней силой пружины при ограниченном ходе (угле поворота) замедлителя.

По результатам анализа предыдущих вариантов конструкций И.Я. Стечкиным были сформулированы основные требования к замедлителю из условия достаточной надежности работы: большая масса замедлителя, большой ход, большая средняя сила пружины. Такой замедлитель нельзя

было расположить в затворе, оставались два "свободных" места - рукоятка и подствольное пространство.

И.Я. Стечкин разместил замедлитель с требуемыми характеристиками в рукоятке за магазином. Здесь конструктору мог бы пригодиться один из приемов разрешения технических противоречий - принцип перехода в другое измерение, то есть движение замедлителя по другому направлению - параллельно оси рукоятки.

Кроме этого, при постановке замедлителя в рукоятку решение задачи об увеличении времени замедления использованием движения замедлителя как вниз так и вверх очевидно.

Замедлитель работает следующим образом (Рис. 58).

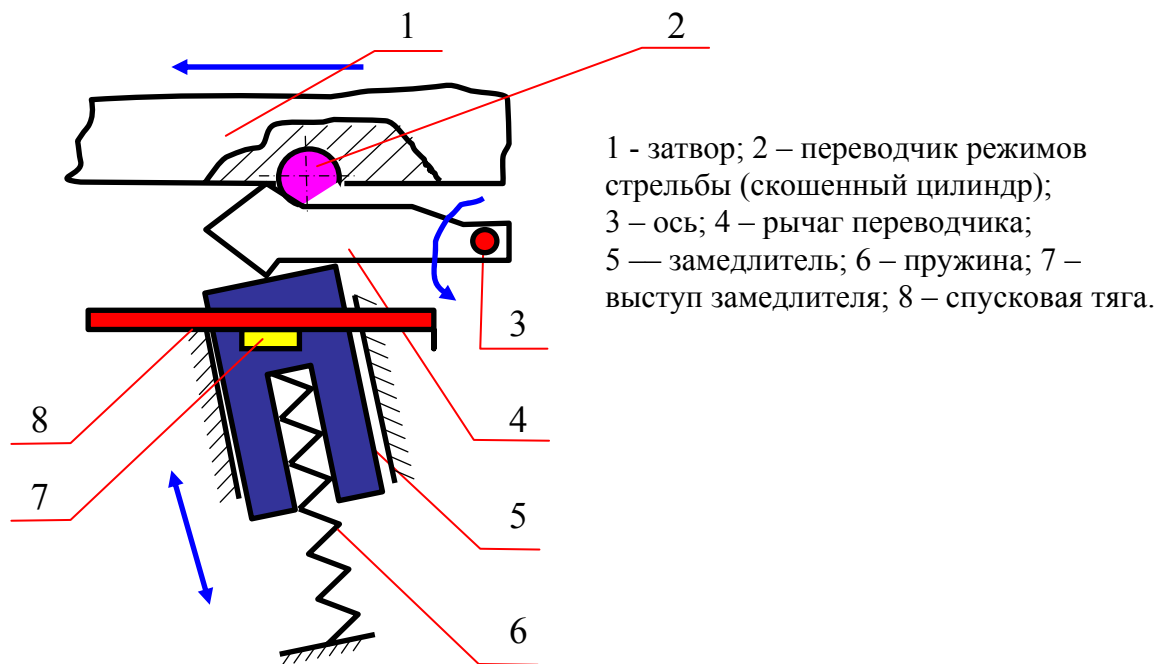


Рис. 58 Первый вариант замедлителя АПС

В начале отката затвор 1 переводчиком 2 через рычаг 4 разгоняет замедлитель 5. Он в конце движения вниз ударяется о рамку пистолета и движется вверх. Дойдя до крайнего верхнего положения, замедлитель после нескольких отскоков останавливается. В конце наката затвора переводчик 2 вторично разгоняет замедлитель 5, который движется вниз, ударяется в нижнем положении о рамку пистолета, движется вверх и в конце подъема бьет снизу по спусковой тяге. При этом спусковая тяга воздействует на шептало, и курок освобождается. Происходит следующий выстрел.

Основные преимущества данной конструкции замедлителя.

1. Характеристики замедлителя обеспечивают надежность его функционирования.

2. Увеличение времени замедления за счет движения замедлителя вниз и вверх.

3. Кроме своего прямого назначения такая конструкция замедлителя дает еще дополнительный положительный эффект. Система затвор-замедлитель в начале отката работает как полусвободный затвор, так как к массе затвора через рычаг присоединения масса замедлителя. Следова-

тельно, скорость затвора в начале отката уменьшается. Например, скорость затвора в крайнем заднем положении без замедлителя равна 4 м/с, а с замедлителем - 3 м/с.

Исследование причин ненадежной работы переводчика в опытном образце АПС

В процессе испытаний АПС был выявлен самопроизвольный перескок переводчика из положения для автоматической стрельбы в положение для одиночной стрельбы.

Установление причины этого является исследовательской задачей. Основная рекомендация ТРИЗ в этом случае заключается в том, чтобы перевести исследовательскую задачу в изобретательскую. Решением исследовательской задачи является ответ на вопрос: "Как объяснить наблюдаемое явление?" Решением изобретательской задачи в этом случае будет ответ на вопрос: "Каким образом обеспечить получение данного явления?".

В данном случае изобретательская задача формулируется так: "Каким образом можно обеспечить самопроизвольный перевод переводчика из положения для автоматической стрельбы в положение для одиночной стрельбы?" При этом никаких изменений и дополнений в системе не допускается. Необходимый эффект должен быть получен только за счет внутренних вещественно-полевых ресурсов системы.

Для решения данной задачи используем алгоритм АРИЗ-85В. Вот запись основных шагов.

1.1. ТС для перевода переводчика включает: переводчик, рычаг переводчика, затвор, фиксирующая пружина переводчика (здесь перечислены только те элементы, с которыми непосредственно взаимодействует переводчик).

ТП-1. Если сила взаимодействия переводчика с рычагом проходит через ось вращения переводчика, то вращения не происходит, но на практике происходит (перевод переводчика) движение переводчика по часовой стрелке (Рис. 59).

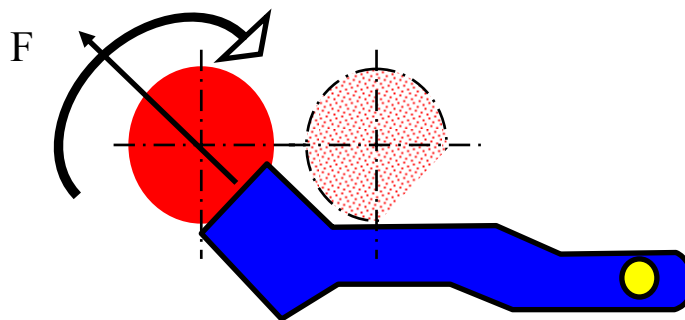


Рис. 59

ТП-2. Если сила взаимодействия переводчика с рычагом проходит ниже оси вращения переводчика, то вращения будет происходить всегда, но поворот переводчика происходит редко.

1.2. Изделие - переводчик, инструмент - рычаг замедлителя.

1.4. Главным производственным процессом в данной задаче является поворот переводчика, выбираем ТП-2.

ТП. Поворот переводчика возможен при наличии значительного момента сил, действующих со стороны рычага, но по чертежу (Рис. 59) сила

взаимодействия между рычагом и переводчиком проходит через ось переводчика и не создает вращающего момента.

1.6. Даны: переводчик и рычаг замедлителя. Чтобы обеспечить поворот переводчика рычаг должен взаимодействовать с ним так, чтобы линия действия силы не проходила через ось вращения переводчика, но взаимное расположение рычага и переводчика перед взаимодействием такое, что, согласно чертежу, сила взаимодействия проходит через ось переводчика. Икс-элемент должен обеспечить такое взаимодействие рычага и переводчика, чтобы сила не проходила через ось вращения переводчика при сохранении взаимного положения деталей перед взаимодействием согласно чертежу.

2.1. Оперативная зона-область контакта рычага и переводчика.

2.2. Оперативное время - конфликтное время - время взаимодействия рычага и переводчика в начале отката затвора.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы

Наименование вещества-носителя ресурса	Вещественные	Полевые	Внутрисистемные поля взаимодействия веществ	Пространственные
Переводчик	сталь	кинетическая энергия поступательно-го движения	сталь - сталь (прихват при высоких температурах, силы трения)	геометрия переводчика
Рычаг замедлителя	сталь	кинетическая энергия вращения		геометрия замедлителя положение замедлителя
Внешне системные ресурсы	Воздух, вода, пыль, смазка	давление, увеличение трения		теплоперенос

3.1. ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не изменяя систему, вызывает в оперативной зоне в течение конфликтного времени возникновение значительного момента сил, поворачивающего переводчик, сохраняя взаимное положение деталей согласно чертежу.

3.2. Вещественно-полевые ресурсы, абсолютно не изменяя систему, вызывают в оперативной зоне в течение конфликтного времени возникновение момента сил, поворачивающего переводчик, сохраняя взаимное положение деталей согласно чертежу.

Здесь в формулировку ИКР-1 вместо слов "вещественно-полевые" ресурсы необходимо последовательно поставить наименование ресурса и выбрать варианты, имеющие смысл. Например:

- кинетическая энергия вращения рычага;
- сила трения между рычагом и переводчиком;
- пыль и т.д.

3.3. Физическое противоречие

Линия действия силы должна проходить через ось вращения переводчика, согласно чертежу, и не должна проходить через ось вращения, чтобы поворачивать переводчик.

4.1. Моделирование маленькими человечками (Рис. 60.)

4.3. Варианты решения задачи применением вещественно-полевых ресурсов:

- силы трения, возникающие между переводчиком и рычагом создают момент, поворачивающий переводчик;

- грязь, попадающая в зону контакта, может изменить точку приложения силы взаимодействия;
- грязь, пыль в сочетании с кинетическим полем относительного движения рычага и переводчика могут привести к износу поверхностей контакта и нарушению их геометрии;
- кинетическое поле рычага, возникающее при отскоке замедлителя после удара в крайнем верхнем положении, может привести к тому, что в момент взаимодействия рычаг не находится в крайнем верхнем положении.

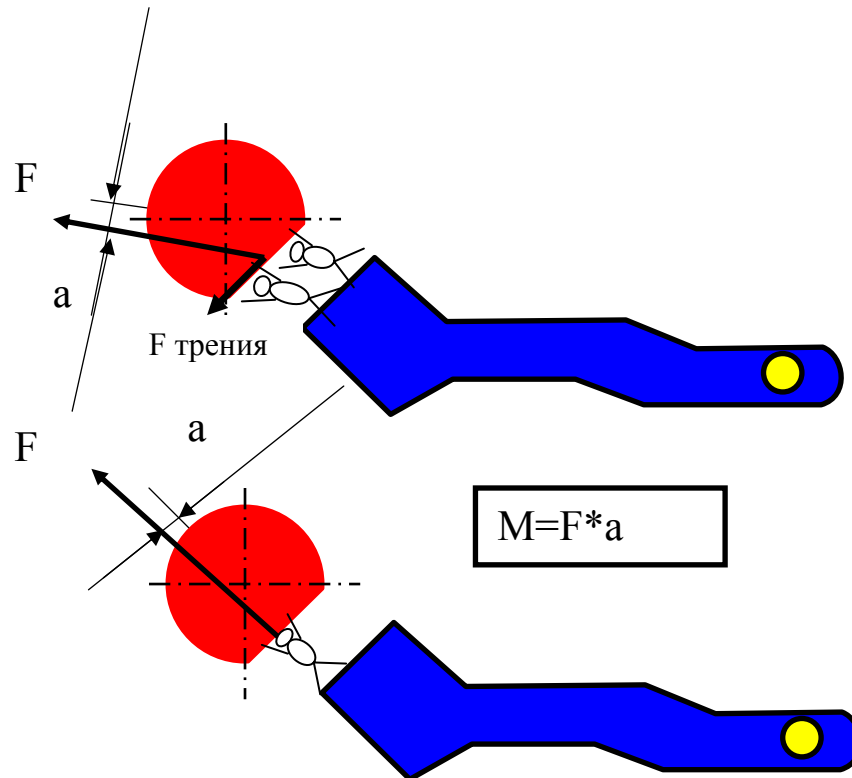


Рис. 60 Моделирование маленькими человечками.

7.4. Для проверки выдвинутых гипотез необходимо провести следующие эксперименты:

- при экспериментальных стрельбах не доводить рычаг до крайнего верхнего положения, чтобы искусственно создать размер “а” (Рис. 60.);
- сравнить результаты при стрельбе из сильно загрязненного в месте контакта переводчика с рычагом оружия с результатами при стрельбе из чистого, хорошо смазанного оружия;
- сравнить результаты стрельбы из нового и прошедшего испытания на живучесть оружия.

В результате испытаний, а также анализа, проведенного И. Я Стечкиным, выяснилось, что причиной поворота переводчика было изменение геометрии контактирующих поверхностей вследствие их износа.

Устранение причины ненадежной работы переводчика

Перед конструктором встала проблема устранения отмеченного недостатка. Необходимо было разрешить следующее ФП: переводчик должен контактировать с рычагом замедлителя, так как он должен разгонять замедлитель через рычаг, и не должен контактировать, чтобы не создавался

вращающий момент, вызывающий поворот замедлителя из положения для автоматической стрельбы в положение для одиночной стрельбы.

По классификации ТРИЗ ТП, содержащееся в задаче, - это сопряженное действие, то есть полезное воздействие переводчика на рычаг (для разгона замедлителя) сопровождается вредным действием рычага на переводчик (износ поверхности контакта). Для решения данного класса задач в ТРИЗ имеется стандарт 1.1.7, который сформулирован так. Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество (на переводчик для разгона через рычаг замедлителя), а это по некоторым причинам (износ поверхности и нарушение ее геометрии) недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым. Таким "веществом", связанным с переводчиком является только затвор. В конструкции АПС так и сделано: на затворе выполнен выступ, разгоняющий через рычаг замедлителя при любом режиме стрельбы, а переводчик только ограничивает верхнее положение рычага замедлителя при одиночной стрельбе (Рис. 61).

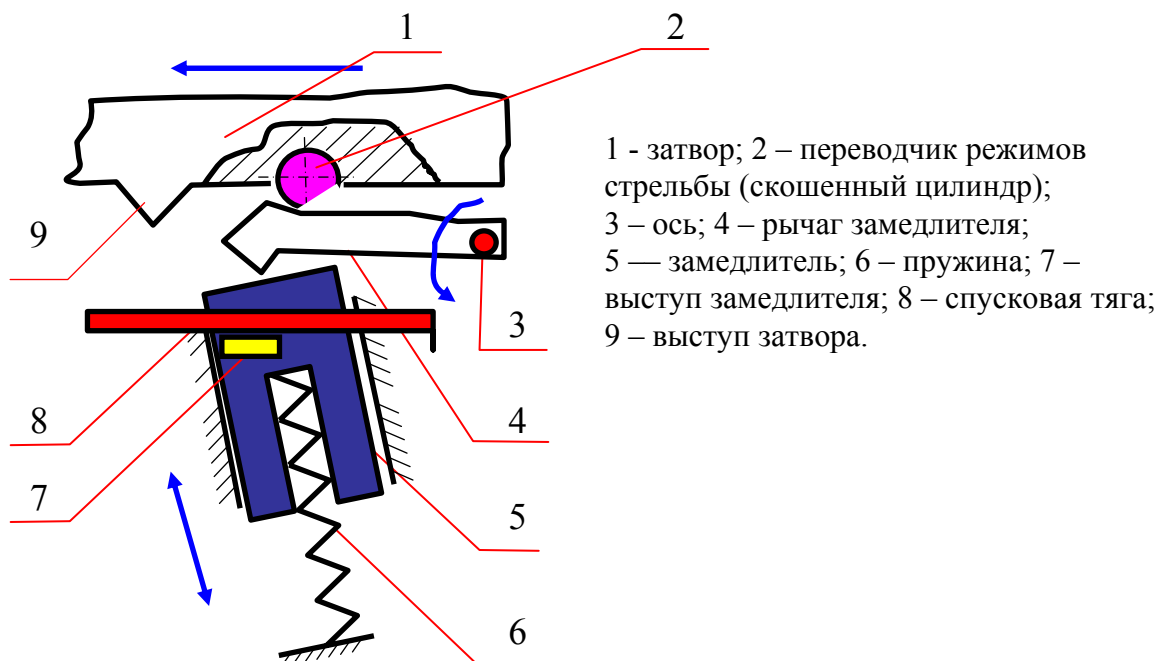


Рис. 61 Замедлитель пистолета АПС

Проектирование магазина

При изготовлении опытного образца АПС выяснилось, что если в магазине более 14 патронов, то верхний патрон не прижимается полностью к загибам магазина, его передняя часть опущена вниз, что исключало нормальное досылание патрона. При увеличении усилия поджатия пружины магазина это явление сохранялось. Угол наклона оси рукоятки к оси канала ствола составлял 72 градуса.

Причина возникновения момента выявляется в результате анализа приложенных к патронам сил (Рис. 62.). Перенос силы пружины F к верхнему патрону приводит к возникновению момента $M = F \cdot a$, под действием

которого передняя часть патрона опустится, делая невозможным досылание патрона.

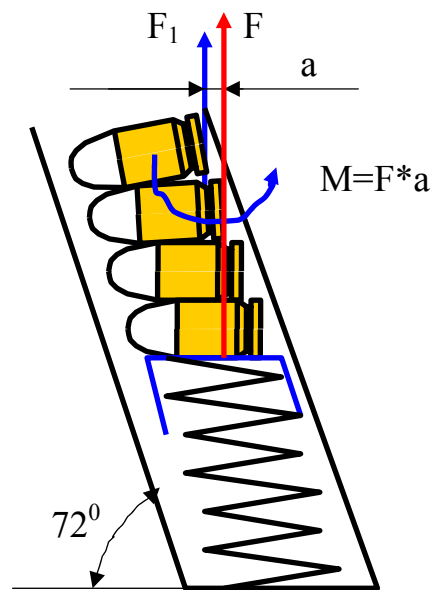


Рис. 62

Для предотвращения этого явления, которое И.Я. Стечкин называет "опрокидыванием" патронов, он увеличил угол между осью канала ствола и осью рукоятки с 72 до 80 градусов. Однако это явление полностью не исчезло, а дальше увеличивать угол наклона рукоятки было нельзя по эргономическим соображениям. Возникла изобретательская задача: как предотвратить "опрокидывание" патронов при неизменном угле наклона рукоятки?

Обратимся к АРИЗ-85В.

1.1. ТС для подачи патронов на линию досылания включает: патроны, подаватель, пружину магазина, корпус магазина.

ТП-1. Если угол наклона рукоятки маленький (70-80 градусов), то стрелять удобно, но наблюдается опрокидывание патрона при полном магазине, так как линия действия силы со стороны пружины не проходит через нижнюю поверхность верхнего патрона.

ТП-2. Если угол наклона рукоятки большой (80-90 градусов), то опрокидывание патрона не наблюдается, но стрелять неудобно.

1.2. Изделие - верхний патрон, инструмент - отсутствующий поддерживатель.

1.4. Выбираем ТП-1, так как увеличивать угол наклона рукоятки нельзя.

1.6. Дано: верхний патрон и отсутствующий поддерживатель патрона. Конфликт: отсутствующий поддерживатель не поддерживает переднюю часть верхнего патрона. Икс-элемент должен, сохраняя способность отсутствующего поддерживателя не усложнять систему, должен поддерживать переднюю часть верхнего патрона.

2.1. Оперативная зона - зона контакта патрона с отсутствующим поддерживателем.

2.2. Оперативное время – время, в течение которого существует ТС.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы

Наименование источника ресурсов	Вещественные	Полевые	Пространственные
Ниже лежащие 2 патрона, контактирующие с верхним патроном	Вещество патронов	Кинетическая энергия при подъеме патронов	Взаимное положение патронов
Пружина подавателя	Сталь	Потенциальная энергия пружины	Пространство внутри пружины
Стенки магазина	Сталь		Геометрическая форма

3.1. ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему, обеспечивает поддержку передней части верхнего патрона.

3.2. Усиленная формулировка ИКР-1.

1. Ниже лежащие патроны, абсолютно не усложняя систему, обеспечивают поддержку передней части верхнего патрона.

2. Стенки магазина, абсолютно не усложняя систему, обеспечивают поддержку передней части верхнего патрона.

3. Взаимное положение нижних патронов обеспечивает поддержку передней части верхнего патрона, абсолютно не усложняя систему.

4. Геометрическая форма стенок магазина обеспечивает поддержку передней части верхнего патрона, абсолютно не усложняя систему.

3.3. Физические противоречия

1. Нижележащие патроны должны создавать зазор между своими передними частями и передней частью верхнего патрона и не должны этого делать, так как пружина поджимает все патроны друг к другу.

2. Стенки магазина должны прижимать переднюю часть верхнего патрона к загибам магазина и не должны прижимать, так как нормаль к стенке магазина перпендикулярна к направлению прижатия.

3. Взаимное положение нижних патронов должно прижимать переднюю часть верхнего патрона к загибам магазина, и не может это сделать при существующем взаимном расположении патронов.

4.1. Моделирование маленькими человечками. На рисунках 63-65 показаны действия маленьких человечков для поддержания верхнего патрона при разрешении физических противоречий 1 - 3.

Интерпретация действий маленьких человечков.

Размер "а" (Рис.64) магазина должен быть меньше длины патрона, размер "б" должен быть равен длине патрона, тогда верхний патрон передним своим торцом будет опираться на переднюю стенку магазина и не "опрокинется". Такой вариант решения этой задачи реализован в однорядном магазине пистолета "Парабеллум".

Необходимо "перестроить" положение передних частей патронов как показано на рисунке 65. Для этого в реальной конструкции необходимо сделать выштамповки на боковых поверхностях магазина в его верхней передней части. Это решение было реализовано в штатном магазине АПС.

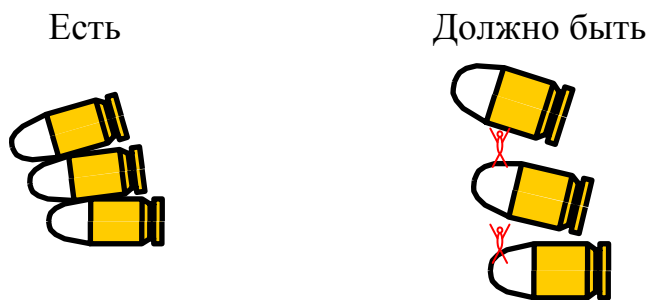


Рис. 63

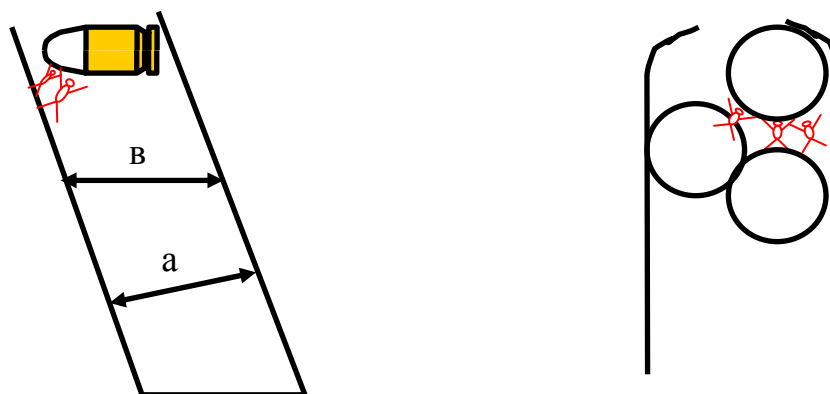


Рис. 64.

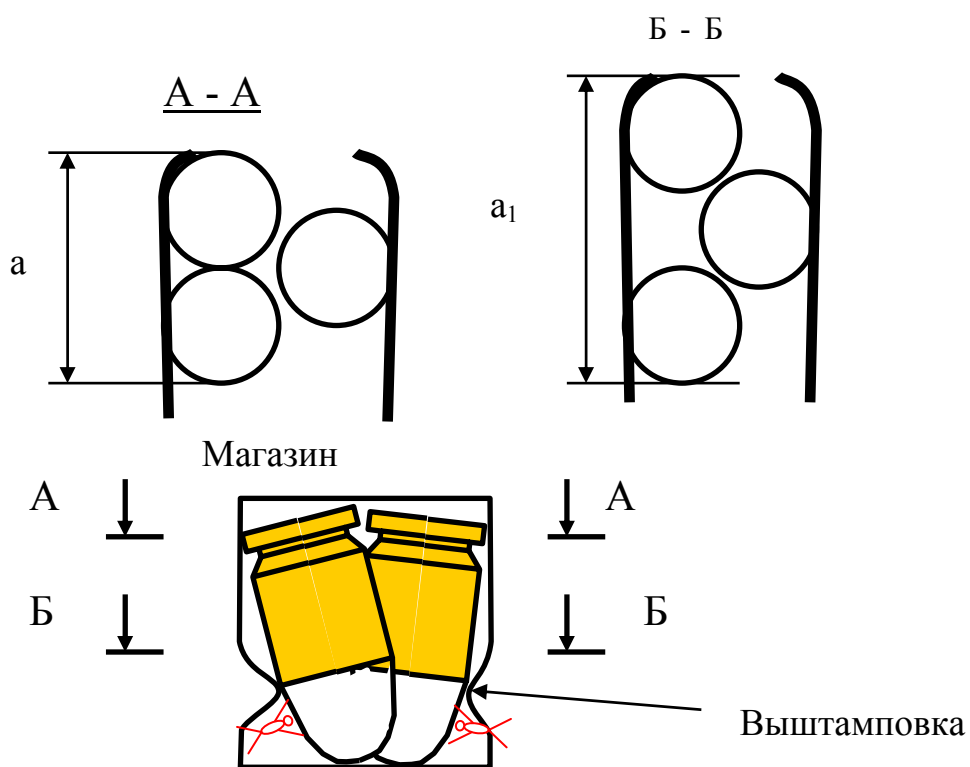


Рис. 65.

Предотвращение "двойного досылания"

В процессе испытаний выяснилось, что при ударе затвора в крайнем переднем положении происходили задержки, называемые И.Я. Стечкиным

"двойным досыланием". Осмотр пистолета после такой задержки показал, что один патрон уже находится в патроннике, а затвор пытается досылать второй патрон.

Очевидно, что первый патрон досылается самостоятельно без помощи затвора.

Переведем исследовательскую задачу выяснения причины этого в изобретательскую задачу. Каким образом обеспечить самопроизвольное досылание патрона?

С точки зрения одного из разделов ТРИЗ - вепольного анализа имеется неполный веполь, состоящий из двух веществ. Первое вещество - досылаемый патрон, второе вещество - направляющие поверхности (магазина, рамки, патронника), с которыми контактирует досылаемый патрон. Обратимся к стандарту 1.1.1., который гласит: если дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничения на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя недостающие элементы.

В неполном веполе недостает поля, которое бы перемещало досылаемый патрон. Особенностью решения исследовательских задач является то, что необходимое нам поле надо найти в уже существующей системе. Поле должно являться внутренним ресурсом системы. Этим полем может быть только кинетическая энергия движущегося затвора, однако пока неясно как оно может досылать патрон, ведь затвор не должен контактировать с досылаемым патроном.

Обратимся к АРИЗ-85В.

1.1. ТС для досылания патрона включает в себя: патрон, направляющие магазина, патронник, затвор.

ТП-1. Если затвор контактирует с патроном для его перемещения в патронник, то двойного досылания не происходит.

ТП-2. Если затвор не контактирует с патроном для его перемещения в патронник, то происходит двойное досылание.

1.2. Изделие - патрон, инструмент - затвор.

1.4. Выбираем ТП-2.

1.6. Конфликтующая пара: патрон и не контактирующий с ним затвор. Не контактирующий затвор должен обеспечить досылание патрона, но не может этого сделать из-за отсутствия контакта. Икс-элемент должен обеспечить силовую связь между досылаемым патроном и затвором.

2.1. Оперативная зона. Пространство между патроном и затвором.

2.2. Оперативное время. Время от схода затвора с патрона, находящегося в магазине до начала досылания второго патрона.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы.

Наименование источника ресурса	Вещественные	Полевые
Затвор	Сталь	Кинетическая энергия отдачи затвора
Патрон	Материалы патрона	
ВПП среды. Магазин	Сталь	Кинетическая энергия отдачи пистолета

3.1. ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не изменяя систему, должен обеспечивать досылание патрона при отсутствии контакта затвора с патроном.

3.2. Усиленные ИКР-1:

1. Кинетическая энергия движения затвора обеспечивает досылание патрона при отсутствии контакта затвора и патрона.

2. Кинетическая энергия отдачи пистолета обеспечивает досылание патрона при отсутствии контакта затвора и патрона.

3.3. Физические противоречия:

1. Затвор в течение оперативного времени должен контактировать с патроном, чтобы передать ему кинетическую энергию, необходимую для досылания и не должен контактировать с патроном, т.к. это происходит в действительности.

2. Рамка пистолета должна двигаться с большим ускорением назад, чтобы обеспечить досылание патрона и не может этого делать, т.к. выстрел уже прошел. Более того, в пистолетах со свободным затвором на рамку передается только усилие со стороны возвратной пружины, а также удар затвора в заднем положении.

4.3. 1. Чтобы обеспечить перемещение патрона затвор должен передать ему часть кинетической энергии через какой-либо промежуточный элемент, контактирующий как с затвором, так и с патроном. При этом этот элемент должен уже присутствовать в конструкции, т.е. он должен быть взят из вещественных ресурсов. Такими элементами являются рамка пистолета и магазин.

2. Чтобы рамка пистолета двигалась с большим ускорением при отсутствии внешних сил, действующих на пистолет, она должна взаимодействовать с какой-либо другой частью системы. Этой частью системы является затвор, а взаимодействием - удар затвора в крайнем заднем положении о рамку.

Таким образом, два варианта ФП привели к одному и тому же решению. Теперь мы можем объяснить "двойное досылание" патронов. Так как в пистолете использован относительно тяжелый затвор, то при его ударе в крайнем заднем положении рамка пистолета мгновенно (ускорения очень велики) приобретает некоторую скорость. Верхний патрон в магазине стремится по инерции остаться на месте, т.е. возникает относительное движение патрона и рамки пистолета, в результате которого происходит инерционное досылание патрона. При приходе затвора в положение, соответствующее началу досылания, он подхватывает из магазина следующий патрон и стремится дослать его в патронник. Возникает явление "двойного досылания".

7.4. Так как решенная задача получена из исследовательской, необходимо указать эксперименты для подтверждения этой гипотезы. Явление двойного досылания не будет происходить, если:

- стрелять из жестко закрепленного оружия;
- обеспечить удар затвора в крайнем заднем положении не в рамку пистолета, а в жесткую преграду, не связанную с пистолетом.

После выяснения причины перед И.Я. Стечкиным встала задача устранить это явление при минимальных изменениях в конструкции пистолета.

С точки зрения вепольного анализа задача формулируется так: дано вещество (патрон) и вредно действующее поле (поле сил инерции, действующих на патрон). Это неполный веполь. По стандарту 1.3.3. достройки веполя необходимо ввести вещество, "оттягивающее" вредное действие поля на себя. Далее по стандарту 1.1.4. рекомендуется использовать в ка-

честве второго вещества внешнюю среду. В рассматриваемом случае - это корпус магазина, точнее его часть, контактирующая с верхним патроном.

Обратимся к основным шагам АРИЗ-85-В.

1.1. Техническая система, предназначенная для предотвращения инерционного досылания патрона в патронник включает магазин, патрон.

ТП-1. Если корпус магазина препятствует движению патрона, то инерционного досылания не происходит, но также не будет происходить и штатного досылания затвором.

ТП-2. Если корпус магазина не препятствует движению патрона, то происходит штатное досылание патрона затвором, но происходит и инерционное досылание.

1.2. Изделие - патрон, инструмент - корпус магазина, так как он контактирует с патроном до начала процесса досылания.

1.4. Выбираем ТП-1.

1.6. Конфликтная пара - патрон, корпус магазина. Корпус магазина не должен препятствовать нормальному досыланию патрона затвором и должен препятствовать инерционному досыланию.

Икс-элемент - должен сохранить возможность досылания патрона затвором и предотвратить инерционное досылание.

2.1. Оперативная зона. Зона контакта со стенками магазина. Пространство перед досылаемым патроном.

2.2. Оперативное время - время от схода затвора с верхнего патрона в магазине при откате до начала досылания патрона затвором.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы.

Наименование носителя ресурса	Вещественные	Полевые	Пространственные	Системные
Корпус магазина	сталь	кинетическая энергия движения после удара затвора о рамку	геометрия стенок магазина	сила трения между патроном и загибами магазина
Патрон	материалы патрона			
Внешнесистемные				
Пружина магазина	сталь	сила поджатия верхнего патрона к загибам магазина		
Затвор	сталь	кинетическая энергия движения	геометрия затвора	

3.1. ИКР-1: икс-элемент, абсолютно не усложняя систему, устраняет относительное перемещение патрона и магазина в течение времени соударения затвора с рамкой пистолета, сохраняя способность затвора досылать патрон.

3.2. Усиленная формулировка ИКР-1.

1. См. п.3.1.

2. Геометрия стенок магазина устраняет перемещение патрона относительно магазина во время удара затвора в крайнем заднем положении, не препятствуя досыланию патрона затвором.

3. Сила трения между патроном и загибами магазина, величина которой определяется пружиной магазина, устраняет перемещение патрона относительно магазина при ударе затвора в крайнем заднем положении, не препятствуя досыланию патрона затвором.

4. Кинетическая энергия движения затвора устраняет перемещение патрона относительно магазина при ударе затвора в крайнем заднем положении, не препятствуя досыланию патрона затвором.

5. Затвор устраняет перемещение патрона относительно магазина при ударе в крайнем переднем положении, не препятствуя досыланию патрона затвором.

3.4. Физические противоречия

1. Пространство перед патроном в течение времени удара затвора не должно быть свободно, чтобы предотвратить перемещение патрона относительно магазина и должно быть свободно, чтобы обеспечить досылание патрона затвором.

2. Стенка магазина должна иметь выступ, чтобы предотвращать перемещение патрона относительно магазина вперед и не должна иметь выступ, чтобы не препятствовать досыланию патрона затвором.

3. Сила трения между патроном и загибами магазина должна быть большая, чтобы препятствовать перемещению патрона относительно магазина при ударе затвора в крайнем заднем положении, и не должна быть большая, чтобы затвор мог дослат патрон.

4. Затвор должен иметь выступ, который ограничивает перемещение патрона вперед в момент удара затвора в крайнем заднем положении, и не должен его иметь для нормального досылания.

4.1. Моделирование маленькими человечками.

1. Действия человечков во время удара затвора (Рис. 66.).

Техническая реализация действия человечков показана на рисунке 67. В момент удара затвора в крайнем заднем положении он, своим выступом 2 воздействует на подпружиненный стержень 3. Стержень 3 ударяет по патрону, придавая ему скорость, равную скорости затвора. Тем самым после удара затвора в крайнем заднем положении скорость движения назад верхнего патрона даже несколько больше скорости движения назад рамки пистолета. Двойное досылание предотвращено.

4.3. Применение смеси ресурсов.

Загибы магазина имеют выштамповки под проточку гильзы (согласно п. 3.4.2), показанные на рисунке 68, чтобы "увеличить силу трения" между патронами и загибами магазина (согласно п. 3.4.3).

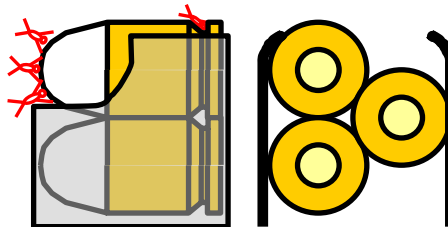
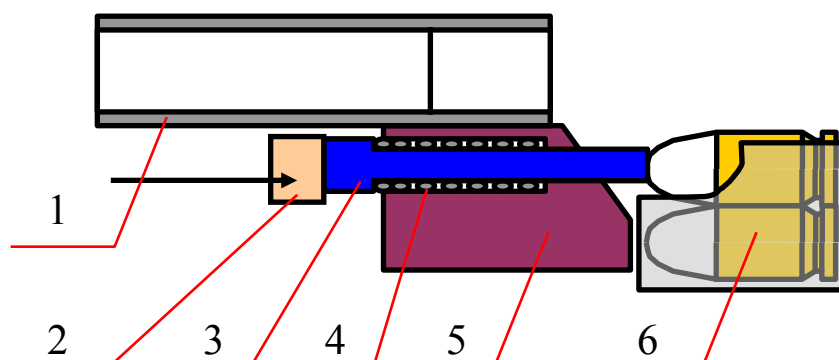


Рис. 66.



1 – ствол; 2 - выступ затвора; 3 – стержень; 4 – пружина;
5 – рамка пистолета; 6 – магазин.

Рис. 67.

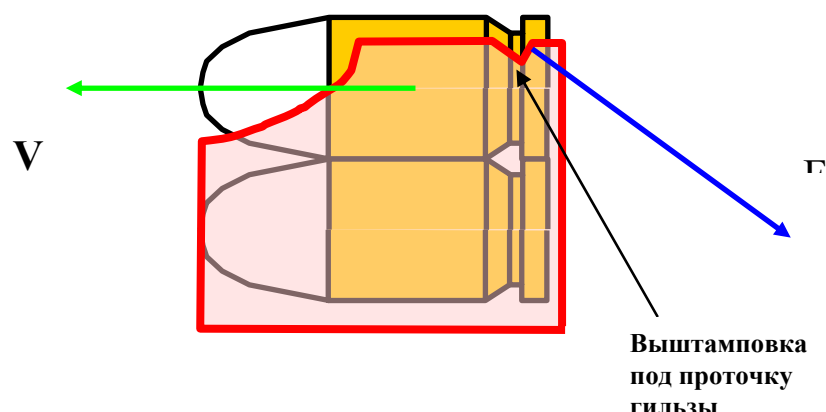


Рис. 68.

1. Такое решение было получено И.Я. Стечкиным. При ударе затвора в крайнем заднем положении выступы на загибах магазина предотвращают инерционное досылание патрона. При досылании затвором он имеет достаточное количество кинетической энергии, чтобы выжать патрон вниз из-за выступа и дослать его.

2. Непосредственно до удара затвора в крайнем заднем положении он своим выступом "притапливает" верхний патрон в магазин так, чтобы после удара верхний патрон, двигаясь по инерции вперед относительно магазина, уперся в его переднюю стенку (Рис. 69.).

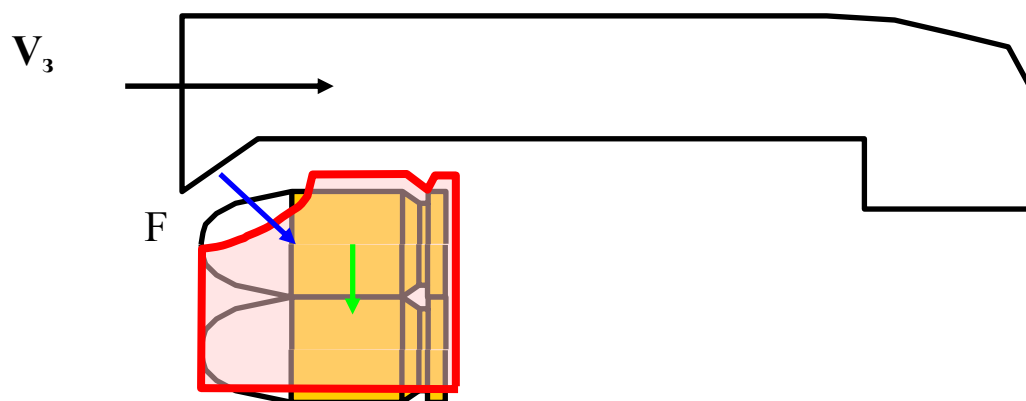


Рис. 69.

Из сравнения представленных вариантов видно, что решения И.Я. Стечкина требуют минимальных доработок пистолета. Такая доработка магазина была сделана и подвергнута испытаниям. При испытаниях выяснилось, что явление двойного досылания патронов не только не исчезло, но стало появляться чаще.

При анализе причины этого выяснилась следующая картина. Во время удара затвора в крайнем заднем положении на верхний патрон со стороны выштамповок на загибах магазина действует сила F (Рис. 68), так как магазин начинает двигаться назад совместно с рамкой пистолета. Под действием этой силы верхний патрон опускается вниз, сообщая нижним патронам скорость, так же направленную вниз. Верхний патрон выходит из-под выштамповок на загибах магазина. При этом нижние патроны, движущиеся вниз, уже не поджимают верхний патрон к загибам магазина. Верхний патрон «повисает в воздухе», при этом рамка с магазином продолжают двигаться назад, в результате чего инерционное досылание патрона стало наблюдаться всегда после первого же выстрела. Нежелательный эффект усилился.

Обычно в аналогичных случаях перед конструктором всегда встает вопрос или отказаться ли от избранного варианта решения, или попытаться каким-либо образом его модернизировать.

И.Я. Стечкин нашел блестящее решение, лишь чуть-чуть изменив предыдущий вариант конструкции.

Непредвиденным вредным явлением при наличии выступов на загибах магазина было то, что при ударе затвора нижние патроны не поджимали верхний к загибам магазина, и исчезала сила трения между ними, которая тормозила верхний патрон. Решим задачу по устранению этого вредного явления по АРИЗ-85 В.

Вот запись основных шагов.

1.1. Техническая система, для остановки патрона в магазине включает в себя: патрон, пружину магазина, загибы магазина, выштамповки на загибах магазина.

ТП-1. Если выштамповки на загибах магазина имеются, то они западают в проточку гильзы верхнего патрона и препятствуют движению патрона вперед при инерционном досылании. Но при ударе затвора выштамповки отжимают патроны вниз, и пружина магазина не поджимает верхний патрон к загибам магазина, чтобы возникающая сила трения препятствовала бы инерционному досыланию патрона.

ТП-2. Если выштамповок на загибах магазина нет, то они не отжимают патроны вниз при ударе и пружина магазина прижимает верхний патрон к загибам магазина, создавая силу трения между ними. Но отсутствующие выштамповки не препятствуют движению патрона вперед при инерционном досылании.

1.2. Изделие - патрон. Инструмент - выштамповки на загибах магазина.

1.4. Выбираем ТП-1.

1.6. Дано: патрон и выштамповки загибов магазина. Выштамповки магазина способствуют предотвращению инерционного досылания патрона, но отжимают при ударе патрон вниз. Икс-элемент должен предотвратить отжимание выступами загибов патрона вниз.

2.1. Оперативная зона - зона контакта патрона с загибами магазина и выштамповками на загибах магазина.

2.2. Оперативное время. Время конфликта - время удара, время после конфликта - время от конца удара до начала досылания патрона.

2.3. Вещественно-полевые ресурсы.

Наименование носителя ресурсов	Вещественные	Полевые
Загибы магазина	сталь	силы упругости
Патрон	материалы патрона	поле скоростей относительно магазина после удара затвора

3.1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет в течение времени удара отжатие выштамповками загибов магазина патрона от загибов магазина, сохраняя сами выштамповки загибов магазина.

3.2. 1. Силы упругости стенок магазина устраняют отжатие выштамповками (загибов магазина) патрона от загибов магазина, сохраняя сами выштамповки загибов магазина.

3.2. 2. Движение патрона после удара устраняет отжатие выштамповками загибов магазина патрона от загибов, сохраняя торможение патрона выштамповками магазина.

3.3. Выштамповки загибов магазина в течение оперативного времени должны быть, чтобы тормозить (фиксировать) патрон при инерционном досылании и не должны быть, чтобы не отжимать патроны вниз во время удара затвора в крайнем заднем положении.

5.3. Физическое противоречие разрешается разделением противоречивых свойств во времени.

Выштамповок загибов магазина не должно быть во время удара затвора, чтобы не утапливать патрон вниз и они должны быть после удара, чтобы фиксировать верхний патрон, предотвращая инерционное досылание. Такое решение предполагает наличие подвижных выштамповок загибов магазина, т.е. надо вводить какой-нибудь механизм, приводящий их в движение. Однако, используя внутрисистемный ресурс - поле скорости патрона при инерционном досылании, можно реализовать разделение противоречивых свойств во времени с помощью разделения противоречивых свойств в пространстве. Для этого необходимо сместить выштамповки загибов магазина вперед относительно магазина (Рис. 70. а).

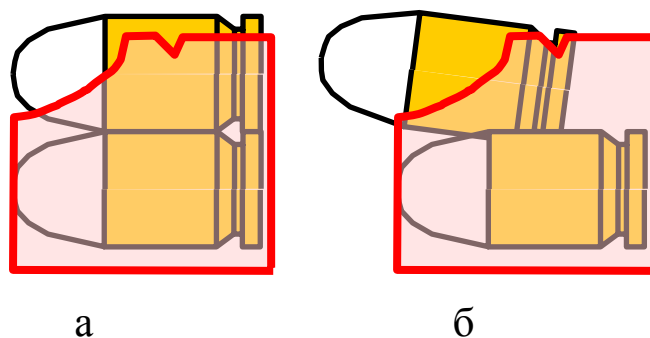


Рис. 70.

В этом случае при ударе затвора в крайнем заднем положении патрон по инерции движется вперед относительно магазина, при этом пружина магазина поджимает его к загибам и под тормаживает его движение. Когда проточка магазина совместится с выштамповками загибов, пружина поднимает патрон вверх, и он фиксируется. При подходе к патрону, затвор за счет своей большой кинетической энергии срывает патрон с выштамповок и досылает его.

Интересно отметить и побочный положительный эффект, возникающий при такой конструкции загибов магазина. Патрон, зафиксированный на выштамповках загибов, стоит под углом к оси канала ствола более благоприятным для досылания (Рис. 70. б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На примере отработки пистолета АПС показана возможность решения технических задач, возникающих при проектировании стрелково-пушечного вооружения с помощью методологии ТРИЗ.

2. Методология ТРИЗ позволяет получать набор решений, некоторые из которых могут быть использованы не только при проектировании конкретного образца стрелково-пушечного вооружения, но и составить фонд технических решений, применение которых целесообразно и в технических системах других классов.

Морфологическая таблица вариантов запираания

Таблица 1

Вид движения при запираании / Запирающая деталь	Неподвижна B_1	Вращение вокруг оси ствола B_2	Вращение вокруг оси, перпендикулярной оси ствола B_3	Поступательное движение в плоскости перпендикулярной оси ствола B_4	Вращение вокруг оси, параллельной оси ствола B_5
Затвор A_1	Дульнозарядное оружие	Запирание поворотом затвора Винтовки Маузера, Мосина, автоматы Калашникова, пушки 2А42, 2А72? АО-18	Запирание перекосом затвора Винтовка Токарева, карабин СКС, пулеметы ZB-29, ZB-53	Клиновое запираание затвором Пулеметы НСВ, А-12,7, пушки ГШ-23, АМ-23, 9А-4071	Винтовка Крнка, карабин Верндля
Ствол A_2	Дульнозарядное оружие	Запирание поворотом ствола Пистолет «Штейер», опытный автомат И. Я. Стечкина «Модерн»	Запирание перекосом ствола Пистолеты Браунинга, Кольта, Токарева	Клиновое запираание стволом Пистолет «Кольт-Браунинг»	Револьверное оружие, винтовки Грина
Специальная деталь A_3	Дульнозарядное оружие	Запирание поворотом ствольной муфты Пулеметы МГ-15, МГ-17, пушка МГ-131	Запирание разведением боевых упоров (пулеметы Дегтярева -ДП,РПД, ДШК); пулемет «Миниган», пистолет Р-38 «Вальтер» Автомат Федорова	Клиновое запираание клином Автоматическая винтовка Симонова, самозарядные охотничьи ружья Браунинга, ТОЗ-87	

Информация от издателя

Дополнительно можно прочитать различные статьи, книги, задачи и другие материалы по ТРИЗ на сайте <http://www.trizland.ru>

В том числе:

Статьи: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=18>

Книги: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=59>

Разборы решений задач: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=35>
<http://www.trizland.ru/trizba.php?id=28>

Рассылки: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=159>

Проекты: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=143>

Конкурсы: <http://www.trizland.ru/contests.php>

Литература: <http://www.trizland.ru/shop.php>

База творческих задач: <http://www.trizland.ru/topics.php>

Обучение ТРИЗ: <http://www.trizland.ru/seminar.php>

Форумы: <http://www.trizland.ru/forum/>