

сиональных программистов. Участие конструктора на этом этапе проявляется в согласовании входного (ввод исходных данных) и выходного (представление результатов) интерфейсов программы.

Исходный текст программы (листинг) с детальными комментариями и тестовым примером – конечный продукт этого этапа разработки изделия. Следует отметить, что каждой расчетной схеме может потребоваться самостоятельная программа.

Расчет объекта

Основной исполнитель – расчетчик. Но заказчиком расчетов является конструктор. Поэтому этот этап будет успешным только в случае их эффективного взаимодействия.

Задачи конструктора. Элементарные требования системного анализа и существующий стандарт [4] предполагают, что, во-первых, должна быть четко сформулирована *цель расчета* – выходная характеристика объекта (отклик), а также определен критерий, по которому будет оцениваться конечный результат.

Во-вторых, должны быть выделены *факторы* – переменные величины, влияющие на выходную характеристику. При детальном описании факторов должен быть указан *уровень фактора* (фиксированное значение фактора относительно начала отсчета) и *размах варьирования* (разность между максимальным и минимальным значениями фактора).

Задачи расчетчика в полной мере описаны в теории и методиках *планирования эксперимента*:

- установить *ранги факторов*, присвоив им порядковые номера, начиная с наиболее значимого, например, методом случайного баланса (МСБ);
- выбрать *план эксперимента* с учетом имеющихся ресурсов (как правило, это касается сроков решения задачи);

Получено 26.10.2015

– провести вычислительный эксперимент, используя разработанные компьютерные программы или доступные коммерческие продукты;

– обработать результаты вычислительных экспериментов (например, это будут регрессионные уравнения, описывающие зависимости выходных характеристик объекта от значимых факторов);

– определить значения факторов, соответствующих оптимальным значениям критериев, отражающих выходные характеристики объекта расчета;

– оформить результаты расчетов.

Завершением этого раздела работы является «Заключение по результатам расчета объекта», в котором фиксируются полученные результаты.

В отчетном научно-техническом документе (ОНТД) отражаются все этапы проделанной работы. Основу структуры ОНТД определяют требования стандарта [5]. Разделы 1–4 исполняет конструктор, разделы 5–7 – расчетчик.

Наиболее важный раздел ОНТД «Заключение» с рекомендациями по внесению изменений в разрабатываемое изделие оформляет, как правило, конструктор.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 53326–2009. Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. ГОСТ РВ 15.203–2001 СРППП. ВТ. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. Основные положения.
3. ГОСТ 2.701–2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
4. ГОСТ 24026–80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.
5. ГОСТ 2.106–96. ЕСКД. Текстовые документы.

УДК 623.442.4

М. В. Байметов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

АВТОМАТИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ОТДАЧИ ВСЕГО ОРУЖИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

В 1904 г. инженером А. Шьёгреном (Sjogren) было создано и начало выпускаться на оружейном заводе фирмы «Гускварна» (Husqvarna) в Швеции самозарядное охотничье ружье с неподвижным стволом, в котором для перезарядки использовалась отдача оружия и уникальный механизм затворной группы, состоящей из остова затвора и затвора, связанных между собой через пружину.

Принцип действия автоматики ружья Шьёгрена представлен на рис. 1. При выстреле пружина кинетически накапливает энергию под действием затвора,

стремящегося по инерции остаться на месте. При разжатии пружины происходит отпирание затвора. В дальнейшем под действием оставшихся пороховых газов обеспечивается перезарядка оружия.

Спустя полвека после Шьёгрена, в 1965 г., самозарядное ружье новой конструкции с автоматикой, действующей от отдачи всего оружия, и оригинальной затворной группой сконструировал итальянский оружейник Бруно Чиволани из города Болонья.

Самозарядные ружья с новой необычной конструкцией появились под маркой Benelli и получили обозначение Benelli 121. Данные ружья имели изы-

сканную форму, простоту устройства и высокую функциональность. В отличие от ружья Шьёгрена конструкция имела закрытую в ствольной коробке затворную группу с инерционным телом. Чиволани опытным путем подобрал массо-инерционные характеристики затворной группы. В первых моделях ружей запираение происходило за счет специального вращающегося рычага, сцепленного со ствольной коробкой. По такому принципу были реализованы модели серии SL80, 121, 122, 123, Serial 80, Extra Lusso и др.

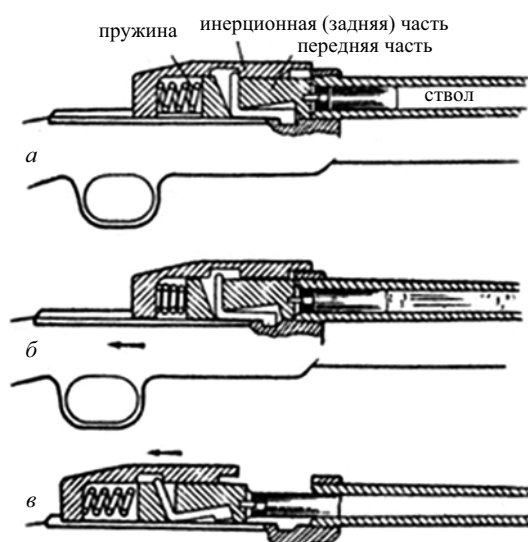


Рис. 1. Схема работы автоматики ружья Шьёгрена [1]

Следующим этапом развития инерционных ружей была разработанная им модель ружья Montefeltro в 1983 г. В ней была изменена схема запираения на поворот затвора. Были также изменены массогабаритные характеристики затворной группы, появился

копирный паз для направляющей остова затвора, увеличена жесткость и усилие поджатия пружины затвора, переработана конструкция УСМ. Модель Montefeltro стала базой для целого поколения ружей Benelli и других компаний.

В 2006 г. Чиволани разработал самозарядное ружье Xanthos компании Breda, также использующее энергию отдачи всего оружия. В отличие от модели Montefeltro запираение в модели Xanthos осуществляется поперечно перемещающимся клином [2].

Помимо самозарядных ружей Чиволани с таким же типом автоматики, но с другой конструктивной схемой выпускают ружья фирмы Guerini и Franchi. В ружьях Guerini и Franchi инерционное тело перенесено на подствольный магазин, что позволило уменьшить длину коробки. В ружье компании Franchi реализовано запираение поворота затвора, как в ружьях Benelli [3]. В ружье Guerini запираение осуществляется качающимся клином (рис. 2).

Морфологическая классификация конструкций механизма автоматики, использующего энергию отдачи всего оружия, приведена в таблице.

Морфологическая матрица содержит 48 вариантов компоновки.

$$\text{Ружье Шьёгрена: } P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + P_4^1 + P_5^1.$$

$$\text{Ружье Benelli Montefeltro: } P_1^2 + P_2^1 + P_3^1 + P_4^1 + P_5^1.$$

В настоящее время идет процесс расширения отдельного ряда ружей, использующих энергию отдачи всего оружия. Эту нишу оружейного рынка стали активно осваивать турецкие фирмы.

К достоинству ружей с этим типом автоматики относятся:

- меньше загрязнение механизма продуктами сгорания порохового заряда, благодаря чему оружие удобнее в эксплуатации;
- отпирание канала ствола происходит при малом остаточном давлении.

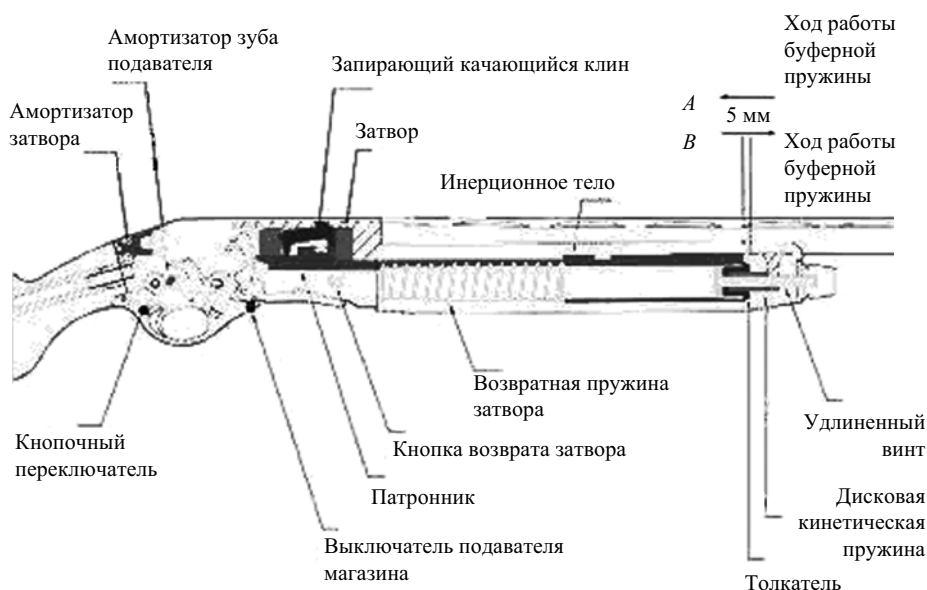


Рис. 2. Схема работы автоматики ружей Guerini [4]

Морфологическая матрица автоматки с использованием отдачи всего оружия

Признак	Параметры	
Компоновка затворной группы P_1	Компоновка с выносом инерционного тела и рабочей пружины на переднюю часть подствольного магазина под ствольным блоком P_1^1	
Конструкция запорных элементов P_2	Единое целое с затвором P_2^1	
Характер движения запорных элементов P_3	Вращение относительно продольной оси P_3^1	Вращение относительно оси, перпендикулярной каналу ствола P_3^2
Компоновка пружинного двигателя P_4	Одна пружина P_4^1	
Сечение витка пружины P_5	Круглые P_5^1	
		Инерционное тело с рабочей пружиной за затвором P_1^2
		Подвижные относительно затвора P_2^2
		Поперечное поступательное перемещение P_3^3
		Две пружины, расположенные телескопически P_4^2
		Прямоугольные P_5^2

Но в связи с тем что на скорость отдачи, следовательно, и энергии влияет множество факторов – импульс патрона, масса-инерционные характеристики оружия и самого стрелка, способ и условия удержания оружия, направление стрельбы – обеспечение надежного функционирования автоматки этого типа требует большого объема экспериментальной обработки. Можно со всей определенностью сказать, что на сегодня отсутствует теория проектирования автоматического оружия с использованием энергии отдачи всего оружия. Это позволяет считать исследования в этом направлении актуальными.

Получено 12.10.2015

Библиографические ссылки

1. *Норейка Р.* Эволюция «инерционников» // Калашников. – 2011. – № 4. – С. 20–27.
2. *Дегтярев М.* Превзойти самого себя. Самозарядное ружье Breda Xanthos // Калашников. 2008. – № 9. – С. 14–21.
3. *Норейка Р.* По инерции. Новое самозарядное ружье Franchi Inertia // Калашников. – 2006. – № 2. – С. 32–36.
4. Схема работы автоматки ружьем Guerini. – URL: <http://www.caesarguerini.it/rus/Oruzhie/Poluavtomaticheskie/Tehniki/Zaryazhanie-i-razryazhanie> (дата обращения: 19.11.2014).

УДК 623.526

А. А. Вершинин, Пермский военный институт внутренних войск МВД РФ

А. М. Пушкарёв, кандидат технических наук, профессор, Пермский военный институт внутренних войск МВД РФ

РАСЧЕТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СТВОЛОВ

В артиллерийской практике при исследовании живучести артиллерийских стволов особый интерес представляют термоэрозионные разрушения. С позиции механики разрушения термоэрозионные разрушения артиллерийских стволов представляют собой результат термической усталости металла ствола, а также химического воздействия пороховых газов.

В настоящее время термическую усталость описывают как процесс деформации, а также образования и увеличения структурных повреждений конструктивных элементов под влиянием многократных изменений температуры. При малоцикловом нагружении оценочные расчеты накопления повреждений проводят на основе критериальных зависимостей долговечности (числа циклов или времени до разрушения) от величины деформаций, напряжений, температуры и истории нагружения. В условиях неизотермического нагружения материала его долговечность обычно определяется на основании

феноменологических гипотез суммирования повреждений [1, 2].

В тех случаях, когда происходит одновременное накопление квазистатических и усталостных повреждений, суммарное повреждение определяется суммой двух членов, один из которых описывает квазистатическое, а другой – усталостное повреждение. При этом предполагается, что разрушение имеет место, когда сумма этих членов равна единице. Условие разрушения материала при неизотермическом циклическом нагружении по аналогии с изотермической малоцикловой усталостью [3] можно записать в виде

$$\int_0^N \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\frac{1}{2} D(\tau)} \right)^m dN + \int_0^N \frac{\varepsilon_{\text{нак}}}{D(\tau)} dN = 1, \quad (1)$$

где N – число циклов нагружения; $\Delta \varepsilon$ – размах упругопластических деформаций в цикле; $\varepsilon_{\text{нак}}$ – накоп-