

УДК 623.4.01

А. Л. Кобышев, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

К. А. Иванов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

АНАЛИЗ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ЗАЩИТЫ ОТ СДВОЕННОГО ВЫСТРЕЛА ДВУСТВОЛЬНОГО РУЖЬЯ

С момента появления ударно-спусковых механизмов с одним спусковым крючком на двухствольных ружьях не прекращаются попытки исключить возможность повторного непроизвольного так называемого сдвоенного выстрела. Это явление имеет крайне негативные последствия как для самого стрелка, так и для оружия [1]. На спортивных соревнованиях это может стоить пьедестала, а на охоте – упущенного трофея или (в случае нападения раненого зверя) жизни охотника.

Основная причина появления сдвоенного выстрела заключается в несинхронном движении системы «стрелок – оружие» во время выстрела [2]. В первую фазу оружие под действием силы давления пороховых газов с большими ускорениями двигается назад, сминая мягкие ткани плеча и как бы выскальзывая из напряженной руки стрелка. Указательный палец освобождает спусковой крючок и происходит переключение механизма на вторую пару «курок – шептало». Во вторую фазу выстрела оружие передает энергию отдачи плечевому поясу стрелка, отбрасывая его назад и замедляя собственное движение. Набравшая вслед за плечевым поясом инерцию рука непроизвольно повторно нажимает указательным пальцем на переключившийся спусковой крючок.

Существует два основных способа защиты от сдвоенного выстрела: разрыв кинематической связи «спусковой крючок – шептало» и блокировка спускового крючка в нажатом положении [3]. Оба способа основаны на действии силы инерции на подпружиненные качающиеся или продольно перемещающиеся тела. По пути разрыва кинематической связи построены механизмы преимущественно иностранных ружей (Browning, Veretta, Fabarm и др.). Механизмы отечественных ружей в основном блокируют нажатый спусковой крючок (ИЖ-27-1С, ИЖ-44, МР-233, МР-234).

Для оценки эффективности работы механизмов различной конструкции было проведено компьютерное моделирование работы инерционных тел. В ходе моделирования рассматривался временной промежуток 0,1 с. Как показывает практика мировых чемпионатов и официально зарегистрированных рекордов, даже лучшие спортсмены не способны произвести последовательно два прицельных выстрела за промежуток времени менее 0,1 с [4]. Для получения ис-

ходных данных по перемещению оружия в процессе отдачи, использовался метод скоростной видеосъемки (рис. 1).

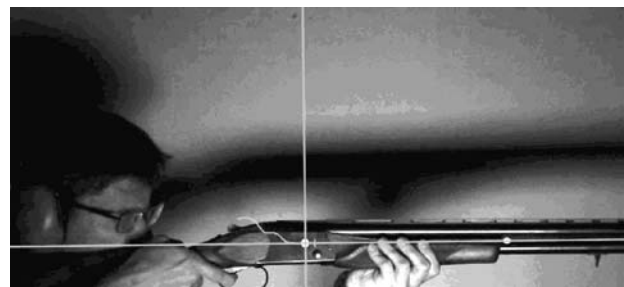


Рис. 1. Скоростная видеосъемка ружья с нанесенными контрольными точками

С помощью полученных координат контрольных точек – реперов – с использованием двойного дифференцирования были получены функции изменения ускорений по координатам X и Y . Для 3D-моделирования работы механизма защиты от сдвоенного выстрела была использована полученная функция изменения ускорений по горизонтальной оси $a_x(t)$ (рис. 2).

В результате моделирования были получены графики изменения перекрытия хвостовика спускового крючка качающимся инерционным разобщителем для ИЖ-27-1С (рис. 3) и двумя встречно качающимися разобщителями для МР-234 (рис. 4). Затененные области ниже оси абсцисс на рис. 3 показывают временные промежутки, на которых спусковой крючок не заблокирован разобщителем и спусковой механизм имеет возможность переключения на вторую пару «курок – шептало». На рис. 4 хвостовик спускового крючка блокируется как минимум одним разобщителем на всем рассматриваемом временном промежутке.

По данным графикам можно определить моменты времени, на которых хвостовик спускового крючка не перекрывается полочками инерционных тел, и, теоретически, механизм имеет возможность переключиться на вторую пару «курок – шептало». Благодаря наличию в новом запатентованном механизме ружья МР-234 двух инерционных тел, отслеживающих как фазу ускорения ружья, так и фазу замедления, хвостовик спускового крючка блокируется на

всем рассматриваемом временном промежутке. Таким образом, можно сделать вывод о большей надежности односпускового механизма ружья МР-234 в плане защиты от сдвоенного выстрела. Кроме того, в ходе проведенного исследования доказано, что ра-

бота механизма блокировки не снижает готовность ружья к быстрому последующему прицельному выстрелу, однако защищает оружие от непроизвольного выстрела на этапе движения системы «стрелок – оружие» в откат.

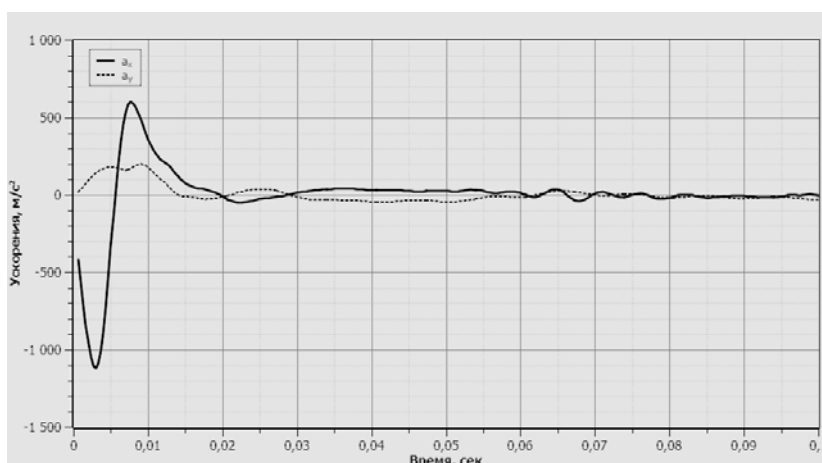


Рис. 2. Горизонтальные и вертикальные ускорения контрольной точки – репера – при выстреле

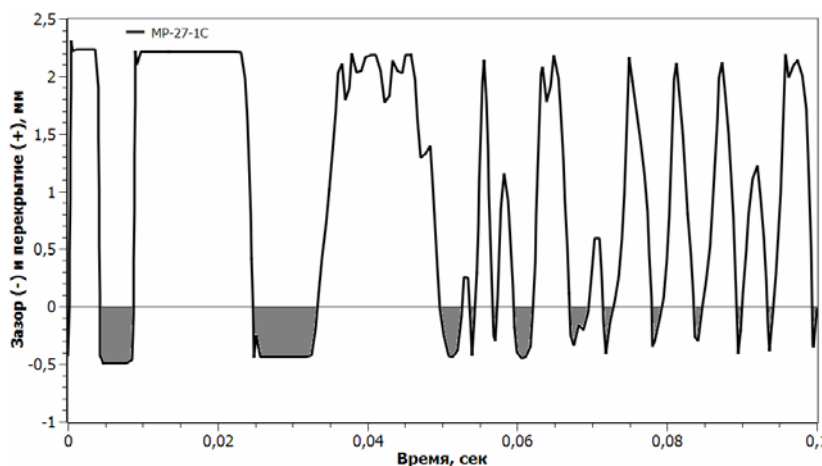


Рис. 3. Перекрытие хвостовика спускового крючка инерционным разобщителем на ружье ИЖ-27-1С

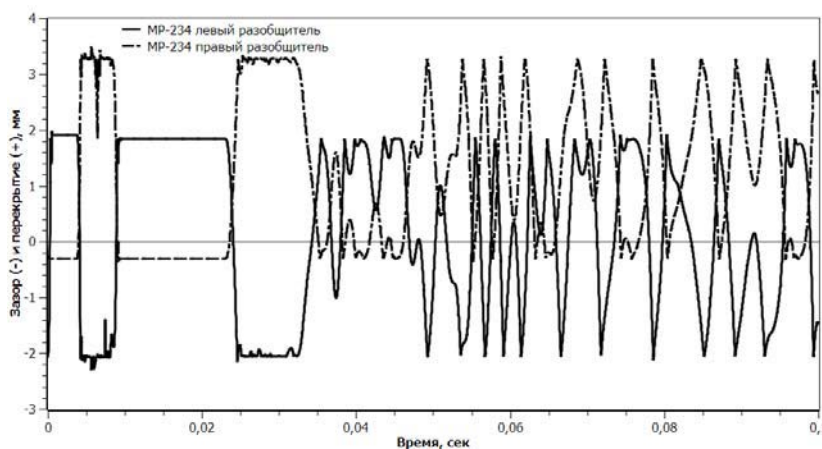


Рис. 4. Перекрытие хвостовика спускового крючка инерционными разобщителями на ружье МР-234

Библиографические ссылки

1. The Gun and Its Development. – London, Paris & New York : Cassell, Petter, Galpin & Co., 1881.

2. Коньшев А. Л. // Сб. ст. по итогам конф. FOURTH FORUM OF YOUNG RESEARCHERS In the framework of International Forum “Education Quality – 2014” (April 23,

2014, Izhevsk, Russia). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – С. 299–301.

3. Вальнев В. А. Современные односпусковые механизмы двухствольных дробовых ружей. – Гл. 1. Классификация и особенности. – URL: http://valgun.ru/pereulok_oruzhejnikov/

Получено 06.04.2016

mehanizmy_ruzhej/odnospuskovye_mehanizmy_glava_1_istoriya.html (дата обращения: 10.01.2016).

4. Browning International S. A. Winchester Super X3 Commercial featuring Patrick Flanigan and his record 12 shots in 1,442 seconds. – URL: <http://www.youtube.com/watch?t=27&v=2t1RjviWeV4> (дата обращения: 10.01.2016).

УДК 539.374: 620.178.3

Д. С. Добровольский, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ВЛИЯНИЕ НАДРЕЗОВ СТЕРЖНЕЙ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ КОЛЬЦЕВЫХ ТРЕЩИН

Кольцевые трещины возникают в выточках, резьбах, переходах диаметров при переменном растяжении стержней, изгибе с вращением и кручении валов, других деталей и являются причиной их разрушения. Вместе с тем исследований по механике кольцевых трещин в условиях конструктивной концентрации напряжений выполнено недостаточно. В связи с этим в данной работе предлагается инженерный метод оценки влияния кольцевых надрезов при растяжении, изгибе и кручении цилиндрических стержней с кольцевыми трещинами на коэффициенты интенсивности напряжений (КИН) с целью их использования при оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) и трещиностойкости элементов конструкций.

При растяжении (изгибе) или кручении стержней с предельно мелкой кольцевой выточкой коэффициенты концентрации нормальных $\alpha_{p(n)}$ или касательных α_k напряжений равны [1]

$$\begin{aligned}\alpha_{p(n)} &= 1 + 2\sqrt{l/\rho}; \\ \alpha_k &= 1 + \sqrt{l/\rho},\end{aligned}\quad (1)$$

где l – глубина выточки; ρ – радиус кривизны в ее вершине.

С учетом этого можно представить КИН нормального отрыва K_{1M} и несимметричного сдвига K_{3M} при растяжении (изгибе) или кручении стержней без надрезов с предельно мелкой ($\lambda \rightarrow 0$) кольцевой трещиной ($l/\rho \rightarrow \infty$) как

$$\begin{aligned}K_{1M} &= \lim_{\rho \rightarrow \infty} (0,5\sigma_n \alpha_{p(n)} \sqrt{\pi\rho}) = \sigma_n \sqrt{\pi l}; \\ K_{3M} &= \lim_{\rho \rightarrow \infty} (\tau_n \alpha_k \sqrt{\pi\rho}) = \tau_n \sqrt{\pi l},\end{aligned}\quad (2)$$

где l и $\lambda = 2l/d$ – абсолютная и относительная глубина трещины соответственно; d – диаметр стержня без надреза; $\sigma_n = \sigma/(1-\lambda)^2$, $\sigma_n = \sigma/(1-\lambda)^3$,

$\tau_n = \tau/(1-\lambda)^3$ и σ , τ – номинальные напряжения, определяемые в нетто- и брутто-сечениях по формулам сопротивления материалов, соответственно, при растяжении, изгибе и кручении.

Для определения КИН при растяжении, изгибе или кручении стержней без надрезов с условно мелкими трещинами ($0 < \lambda \leq 0,5$) предложены формулы [2]

$$\begin{aligned}K_{1M} &= \frac{1}{1-\lambda} \sigma \sqrt{\pi l}; \\ K_{1Mi} &= \frac{1-0,5\lambda}{(1-\lambda)^2} \sigma \sqrt{\pi l}; \\ K_{3M} &= \frac{1-0,5\lambda}{(1-\lambda)^2} \tau \sqrt{\pi l}.\end{aligned}\quad (3)$$

Расчет КИН для этих же стержней с глубокими трещинами ($0,5 \leq \lambda < 1$) выполняется по полученным соотношениям

$$K_{1r} = \frac{0,5}{(1-\lambda)^2} \sqrt{\frac{1-\lambda}{\lambda}} \sigma \sqrt{\pi l};\quad (4)$$

$$K_{1ri} = \frac{0,375}{(1-\lambda)^3} \sqrt{\frac{1-\lambda}{\lambda}} \sigma \sqrt{\pi l};\quad (5)$$

$$K_{3r} = \frac{0,375}{(1-\lambda)^3} \sqrt{\frac{1-\lambda}{\lambda}} \tau \sqrt{\pi l}.\quad (6)$$

Суть предлагаемого метода расчета КИН состоит в следующем. Местные напряжения, обусловленные концентрацией напряжений от наличия надреза, принимаются за номинальные напряжения для вершины трещины; надрез влияет на КИН в области нетто-сечения, где коэффициент концентрации напряжений изменяется от $\alpha_{\sigma(\tau)} > 1$ до 1; для области нетто-сечения стержней, где $\alpha_{\sigma(\tau)} < 1$, надрезы не влияют на КИН; последние вычисляются по предло-