

УДК: 623.4.01

А. Л. Кобышев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
 К. А. Иванов, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА ЗАПИРАНИЯ РУЖЬЯ С ГОРИЗОНТАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫМИ СТВОЛАМИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ PROENGINEER MECHANICA

Подавляющее большинство современных двуствольных ружей с горизонтальным расположением стволов имеют так называемое двойное запирание планкой Перде (*J. Purdey*) на подствольные крюки. Как показывает практика, именно двойное запирание планкой Перде наиболее приемлемо с точки зрения компоновки механизмов классического охотничьего ружья вне зависимости от типа применяемых боевых пружин (пластинчатые или витые цилиндрические). При высоком качестве выполнения сборочной операции «приплетка», подразумевающей ручную подгонку по трущимся и нагруженным поверхностям с прилеганием до 90 % и более, напряжения на опорных площадках крюков при выстреле не превышают предела упругости материала, что обеспечивает большую прочность и живучесть оружия. Однако применение высококвалифицированного ручного труда в условиях современного крупносерийного производства приводит к недопустимому росту трудоемкости, что особенно сильно влияет на рыночную нишу бюджетных охотничьих ружей. В связи с этим продолжают работы по поиску конструктивных возможностей повышения прочности и живучести узла запирания ружей с горизонтальным расположением стволов.

Наиболее очевидный путь увеличения опорных площадок ведет к увеличению габаритов и, соответственно, массы образца, что зачастую неприемлемо. Среди вариантов усиления двойного запирания преобладают решения с поперечным болтом Гринера (*W. Greener*), представляющим собой поперечный стержень, при закрывании ствольного блока входящий в ответный паз выступа на казенном срезе ствольного блока – проушину (рис. 1). Тройное запирание с болтом Гринера добавляет к двум классическим подствольным крюкам еще одну точку опоры, при этом наиболее удаленную от оси шарнира, воспринимающую часть нагрузки при выстреле.

В настоящее время ведутся опытно-конструкторские работы по глубокой модернизации ружья МР-43, одной из задач которых является повышение живучести механизма запирания при сохранении минимальной трудоемкости изготовления.

Современные системы CAD и CAE, такие как ProEngineer Mechanica, позволяют проводить прочностные расчеты на основе метода конечных элементов с высокой степенью точности. В качестве расчетной схемы была взята схема, предложенная авто-

рами в [1, 2] и являющаяся, в свою очередь, дальнейшим развитием схемы [3]. Покадровый анализ скоростной видеосъемки и расчет движения оружия в пространстве в момент максимальных ускорений позволяют определить инерционные нагрузки, действующие на узел запирания (рис. 2), и учесть их при расчете в среде ProEngineer Mechanica.



Рис. 1. Ружье с запиранием на два подствольных крюка и болт Гринера

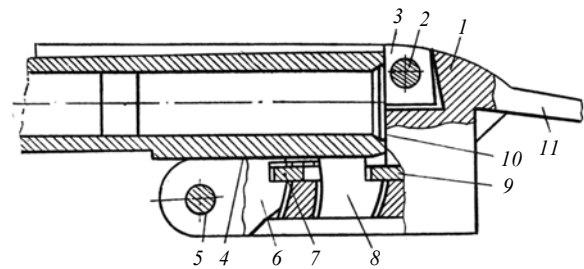


Рис. 2. Схема узла запирания МР-215: 1 – ствольная коробка; 2 – болт Гринера; 3 – проушина; 4 – казенная муфта; 5 – ось шарнира; 6, 7 – подствольные крюки; 8, 9 – запорная планка

Параметром, учитывающим качество сборки рассматриваемых образцов, являлась величина площади прилегания опорных поверхностей, составляющая 60 % от их общей площади. При сборке ружей в условиях серийного производства данный параметр регламентируется конструкторской документацией и определяется визуальным контролем (по копоту).

Результаты расчета для ружья МР-43 свидетельствуют, что при выстреле эксплуатационным патроном 12×76 с навеской дроби 47 г максимальное раскрытие ружья, т. е. увеличение зеркального зазора,

составляет 0,063 мм (0°7'12"). Возникающие при этом напряжения на опорных поверхностях узла запирания не превышают предела упругости материала. Ружье МР-215, имеющее усиленный узел запирания с болтом Гринера, ту же массу и близкий момент инерции в вертикальной плоскости, при сходных условиях нагружения обладает большей жесткостью узла запирания. Максимальная величина раскрытия составляет 0,054 мм (0°6'12"). Однако на опорных поверхностях самого поперечного болта Гринера и ответной проушины ствольного блока возникают контактные напряжения, превышающие предел упругости материала, т. е. возникают местные пластические деформации элементов узла (рис. 3). В то же время болт Гринера воспринимает большую часть нагрузки, существенно разгружая запорную планку и подствольные крюки (таблица).

Также были проведены расчеты для случаев минимального радиального зазора 0,1 мм по опорной поверхности болта Гринера. Минимальная величина зазора выбрана из условия собираемости деталей узла запирания при их изготовлении на высокоточном современном оборудовании. При этом в момен-

ты достижения максимальных продольных и в особенности поперечных угловых ускорений ружья включение третьего запирающего элемента в схему нагружения еще не происходит, и ружье имеет сходную с МР-43 величину зеркального зазора.

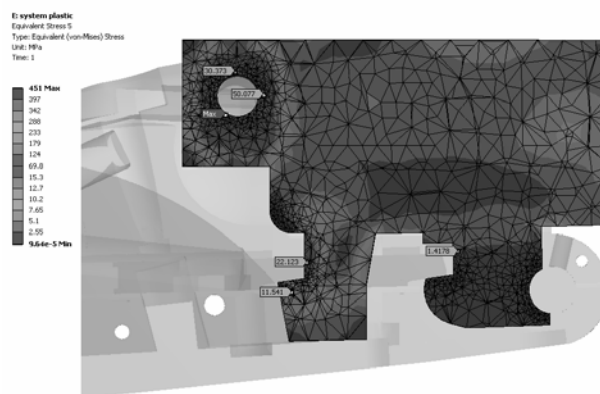


Рис. 3. Графическое представление расчета напряженно-деформированного состояния узла запирания

Результаты расчета узла запирания

Нагруженная поверхность		Напряжения на запорных элементах, МПа	
		Двойное запираение	Тройное запираение с болтом Гринера
Задний крюк	Опорная поверхность планки	90	20
	Задняя поверхность (растяжение)	150	25
	Передняя поверхность (сжатие)	80	15
Передний крюк	Опорная поверхность планки	35	2
Запорная планка	Углы разрядки	185	20
Болт	Наружная поверхность в опасном сечении	–	115 (631*)
Проушина	Опорная поверхность в опасном сечении	–	60 (622*)

* – локальные контактные напряжения, в которых происходит смятие наружного слоя металла, так называемое подсаживание узла, после чего происходит перераспределение напряжений по всей контактной поверхности.

Классическая технологическая схема операции «приплетка» для ружей с болтом Гринера подразумевает сборку ружья с обеспечением двойного запирания, стрельбу испытательными патронами с повышенным давлением, финишную слесарную подчистку запорной планки и крюков, совместное разворачивание отверстий под болт Гринера и его установку. Необходимость машинной совместной обработки уже собранного ружья увеличивает трудоемкость его изготовления в среднем на 15...20 %.

Результаты расчетов подтверждают тот факт, что тройное запираение для ружей с горизонтальным расположением стволов существенно разгружает основные несущие элементы узла запирания и, таким образом, продляет срок службы ружья. Однако данное утверждение справедливо только для ружей, имеющих достаточное прилегание опорных поверхностей болта Гринера и проушины ствольного блока, которое можно обеспечить лишь трудоемкой совместной обработкой после стрельбы испытательными патронами. При наличии зазоров в соединении болт – про-

ушина, получаемых без совместной обработки, только за счет изготовления деталей с высокой точностью на современных станках с ЧПУ, ружья с тройным запираением не имеют преимуществ перед классическими ружьями с запираением планкой Перде на два подствольных крюка.

Библиографические ссылки

1. Konyshov A. L. Load analysis of a double rifle // Communication of Students, Master Students and Post-Graduates in Academic, Scientific and Professional Areas : Proceedings of All-Russian Student Academic Conference with International Participation (April 22 – 26, 2013, Izhevsk, Russia). – Izhevsk : Publishing House of ISTU, 2013. – Pp. 42–47.
2. Драгунов М. Е., Коньшев А. Л. Пределы применимости различных методов расчета прочности узлов запираения ружей с откидывающимися стволами // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 2(62). – С. 6–9.
3. ОСТ ВЗ-5403-82. Стрелковое, спортивное и охотничье оружие. Методы расчета прочности. Лабораторные и стендовые испытания // Мин-во оборонной промышленности. – М., 1982. – С. 32–41.