

ВОЕННЫЕ НАУКИ

ИЗМЕРЕНИЕ ДУЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПОРОХОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЫСТРЕЛЕ ХОЛОСТЫМ ПАТРОНОМ

Корнеев С.П.

*Кандидат технических наук, ассистент,
Тульский государственный университет*

Ескина Ю.С.

*Студент группы 142761/17,
Тульский государственный университет*

Аннотация

В статье приводятся описание методики измерения дульной скорости пороховых газов при выстреле холостым патроном и результаты произведенных опытов.

Ключевые слова: баллистика, холостой патрон, дульные газы

MUZZLE GAS VELOCITY MEASUREMENT WHEN FIRING BLANK CARTRIDGE

Korneyev S.P.

*Candidate of Technical Sciences, assistant,
Tula State University*

Yeskina J.S.

*Student, study group 142761/17
Tula State University*

Abstract

The methodic of muzzle gas velocity measurement while firing blank cartridges and the results of tests are described

Keywords: ballistics, blank cartridges, muzzle gas

В настоящее время списанное охолощенное оружие (иначе именуемое «оружие для стрельбы холостыми патронами», сокращенно «оружие СХП») производится серийно на ряде заводов Российской Федерации.

Под *списанным охолощенным оружием* понимают [3] образец списанного оружия (рис. 1), в каждую основную часть которого внесены изменения, исключающие как производство выстрела боевым

патроном, так и использование упомянутых частей в оружии, предназначенном для стрельбы боевыми патронами. В то же время списанное охолощенное оружие допускает производство имитации выстрела при помощи холостого патрона, чем и отличается от списанного учебного оружия, в котором полностью исключена возможность даже подобной имитации выстрела.



Рис. 1. Внешний вид охолощенного оружия – драгунской трёхлинейной винтовки обр. 1891 года

Списанное охолощенное оружие пользуется достаточно стабильным спросом и широко применяется в качестве сувенирно-подарочной продукции и сценического реквизита. Также охолощенное оружие в массовом порядке используется участниками военно-исторических реконструкций. Несмотря на невозможность выстрела боевым патроном, обращение с охолощенным оружием по-прежнему представляет серьезную опасность, так как

вполне возможно травмирование пороховыми газами, вырывающимися из канала ствола при имитации выстрела холостым патроном.

Поэтому сейчас правилами большинства военно-исторических мероприятий, в которых додилось участвовать авторам статьи, запрещается применение охолощенного оружия на дистанции

менее 3,5..5 метров, но строгое научное обоснование именно такой границы авторам статьи не известно.

Определить границу безопасности при выстреле из списанного охолощенного оружия невозможно, не зная хотя бы примерную дульную скорость истечения пороховых газов из канала ствола при выстреле холостым патроном. Только зная эту скорость, можно решить уравнения газовой динамики и определить то расстояние от дульного среза, на котором пороховые газы будут иметь безопасные для человека температуру и скорость.

Основная трудность определения дульной скорости пороховых газов состоит в том, что прямых методов ее измерения не существует. Известные авторам расчетные методики ее определения (например, методика, представленная в фундаментальной работе Ю.П. Платонова [2]) достаточно сложны.

В 2007 году в Тульском государственном университете под руководством доктора технических наук, профессора Смирнова Ю.П. была проведена работа по измерению коэффициента действия пороховых газов. В этой работе для измерения дульной скорости пороховых газов были использованы простые косвенные методы, в частности давно известный баллистический маятник. Применение баллистического маятника дало результаты, хорошо согласующиеся с расчетными данными,

приведенными в работе Ю.П. Платонова [2]. В продолжение упомянутой работы, авторы статьи применили баллистический маятник для определения дульной скорости пороховых газов при выстреле холостым патроном.

Баллистический маятник состоит из подвеса и люльки, в которой укрепляется образец оружия. Расчетная схема баллистического маятника представлена на рис. 2. При выстреле сила отдачи оружия P_z действует на люльку и отклоняет баллистический маятник от положения равновесия. По максимальной величине угла φ_{max} отклонения люльки от положения равновесия можно определить баллистический импульс.

Люлька баллистического маятника и закрепленное на ней оружие совершают круговое поступательное движение (рис. 2) с радиусом кривизны траектории каждой точки, равным длине подвеса l . В качестве обобщенной координаты, определяющей положение маятника в текущий момент времени, целесообразно принять угол отклонения подвеса от положения равновесия φ (рис. 2).

Применяя основные теоремы динамики [1], запишем уравнения движения центра масс баллистического маятника (рис. 2):

$$\begin{cases} M\ddot{x}_c = P_z - (N_1 + N_2)\sin\varphi \\ M\ddot{y}_c = -Mg + (N_1 + N_2)\cos\varphi \end{cases} \quad (1)$$

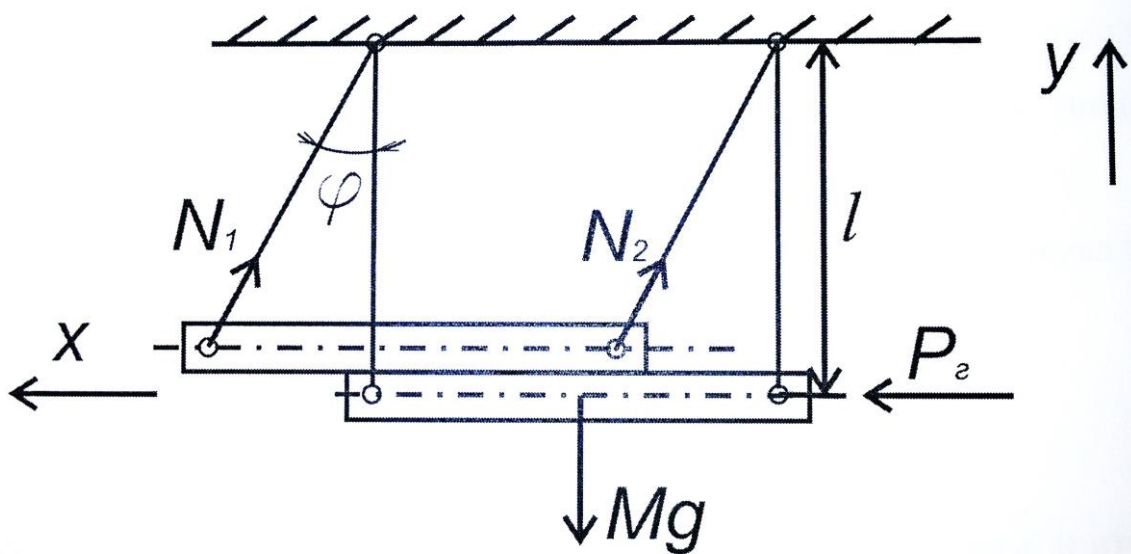


Рис. 2. Расчетная схема баллистического маятника

Выразив компоненты координат, скоростей и ускорений центра масс маятника через длину подвеса l , подставим эти компоненты в систему (1) и исключим реакции связей, получив таким образом уравнение движения баллистического маятника:

$$Ml \frac{d\varphi}{dt} = P_z \cos\varphi - Mg \sin\varphi \quad (2)$$

Движение баллистического маятника можно разбить на два периода: в первом на маятник действуют и сила давления пороховых газов, и сила тяжести; во втором – только сила тяжести.

Первый период протекает весьма быстро, и в течение этого периода сила давления пороховых газов многократно превышает силу тяжести, поэтому последней можно пренебречь. Таким образом, уравнение движения баллистического маятника (2) можно переписать в следующем виде:

$$Mld\dot{\varphi} = P_z \cos\varphi dt \quad (3)$$

Так как в первом периоде движения баллистического маятника угол его отклонения от положения равновесия мало отличается от нуля, можно считать, что $\cos\varphi = 1$. Переписав с учетом этого выражение (3), проинтегрируем обе его части:

$$Ml \int_0^{\varphi_0} d\varphi = \int P_z dt \quad (4)$$

Величина $\int P_z dt = J$ есть баллистический импульс, действующий на маятник.

В результате интегрирования и тождественных преобразований, получим:

$$\dot{\varphi}_0 = \frac{J}{Ml} \quad (5)$$

В выражении (5) $\dot{\varphi}_0$ есть скорость, сообщенная люльке маятника пороховыми газами.

Так как во втором периоде на люльку действует только сила тяжести, уравнение (2) для второго периода запишется так:

$$Ml \frac{d\dot{\varphi}}{dt} = -Mg \sin \varphi \quad (6)$$

Произведя ряд тождественных преобразований и проинтегрировав уравнение (6), получим выражение для определения баллистического импульса J в зависимости от максимального угла отклонения маятника от положения равновесия φ_{max} :

$$J = M \sqrt{2gl(1 - \cos \varphi_{max})} \quad (7)$$

Здесь M – масса маятника, складывающаяся из массы люльки M_n , оружия M_{op} и патрона M_n (то есть, $M = M_n + M_{op} + M_n$); g – ускорение свободного падения (9,81 м/сек²); l – длина подвеса маятника.

Определив баллистический импульс J из уравнения (7), можно вычислить и скорость центра масс пороховых газов v_z при выстреле холостым патроном, считая, что весь заряд превращается в газы:

$$v_z = \frac{J}{\mu} \quad (8),$$

где μ – масса заряда.

Для экспериментального определения дульной скорости пороховых газов при выстреле холостым патроном был использован баллистический маятник, имеющийся в лаборатории «Надежности»

Тульского государственного университета. В качестве испытуемого образца было выбрано списанное охолощенное оружие – *драгунская трёхлинейная винтовка* системы С.И. Мосина обр.1891 года (рис. 1), принадлежащая одному из авторов статьи. Выбор оружия, помимо его доступности для авторов, был обусловлен тем фактом, что пожалуй наиболее распространенным в российской военно-исторической реконструкции охолощенным оружием является винтовка Мосина обр. 1891/30 года, которая по длине ствола (а значит и по дульной скорости пороховых газов) абсолютно идентична драгунской винтовке. Для проведения экспериментов использовались *холостые винтовочные патроны обр. 1930 года 7,62x54R* мм выпуска Новосибирского патронного завода.

Экспериментальное *оборудование* имело следующие *параметры*:

Длина подвеса маятника $l=1,53$ м;

Масса люльки маятника $M_n=15,9$ кг;

Масса винтовки с ремнем без штыка и патронов $M_{op}=4$ кг;

Масса патрона $M_n=11$ грамм;

Масса порохового заряда $\mu=1,5$ грамма.

В качестве *допущения* было принято, что пороховой заряд патрона полностью превращается в газ при выстреле.

Методика проведения эксперимента была достаточно проста. оружие закреплялось в люльке маятника и заряжалось одним патроном; люлька горизонтировалась, после чего при помощи электроспуска производился выстрел. После выстрела по шкале баллистического маятника определялся максимальный угол отклонения маятника φ_{max} . По величине угла φ_{max} по формулам (7) и (8) вычислялись баллистический импульс J и дульная скорость истечения пороховых газов v_z .

Результаты экспериментальных стрельб представлены в таблице 1. Было установлено, что средний угол отклонения люльки $\varphi_{max} = 1,02^0$. Средний баллистический импульс, рассчитанный по выражению (7), составляет $J = 1,375$ Нс. Средняя скорость центра масс пороховых газов, определенная по формуле (3), $v_z = 916,7$ м/сек.

Таблица 1. Результаты экспериментальных стрельб

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
φ_{max} , град	1,1	1	0,75	1,25	1	0,8	1,2	1,1	0,75	1,25

Также в ходе проведения эксперимента был отмечен значительный (свыше 25%) разброс значений угла φ_{max} , а значит и баллистического импульса от выстрела к выстрелу, что свидетельствует о нестабильной навеске порохового заряда даже в пределах одной партии патронов.

Безусловно, точность полученных результатов несколько снижается вследствие допущения, что пороховой заряд полностью превращается в газы и покидает канал ствола, чего при выстреле холостым патроном не происходит. Но тем не менее,

проведенные эксперименты позволяют хотя бы в первом приближении оценить дульную скорость пороховых газов, а корректировка математических моделей и постановка уточненных экспериментов невозможны без подобной оценки.

В ходе проведенной работы было определено примерное значение дульной скорости пороховых газов при выстреле холостым винтовочным патроном. Знание величины дульной скорости газов позволит определить безопасную для человека границу применения охолощенного оружия в военно-

исторической реконструкции, а также в качестве сценического реквизита.

Авторы благодарят докт. техн. наук, профессора Ю.П. Смирнова за обсуждение темы статьи; канд. техн. наук, доцента А.М. Кудряшова и техника 1 категории А.Н. Мужилова за большую помощь в подготовке эксперимента.

Библиографический список

1. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Теоретическая механика. М.: Научгиз, 1955;
2. Платонов Ю.П. Термогазодинамика автоматического оружия [Текст] / Ю.П.Платонов. - М.: ООО «Издательство Машиностроение», 2014.
3. Федеральный закон №292 «Об оружии»: офиц.текст