

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЗАРЯЖАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ
МЕТАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАЧАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

А.И. Зыкова, А.С. Дьячковский

Научный руководитель: профессор, д-р.ф-м.н А.Н. Ищенко
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина 36, 634050
E-mail: Arven2022@mail.ru

**STUDY OF LOADING CONDITIONS TO INCREASE THE INITIAL PROJECTILE VELOCITY
AT DIFFERENT INITIAL TEMPERATURES**

A.I. Zykova, A.S. Diachkovskii

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.N. Ishchenko
National Research Tomsk State University Russia, Tomsk, 36, Lenin Ave., 634050
E-mail: Arven2022@mail.ru

Abstract. *The main characteristics of ballistic experiment are the maximum pressure in the combustion chamber P_{max} and the projectile velocity at the time of barrel leaving U_d . During the work the burning law of the new high-energy fuel was determined in a ballistic experiment for different initial temperatures. This burning law was used for a parametric study of depending P_{max} and U_d from a powder charge mass and a traveling charge was carried out. The optimal conditions for loading were obtained for improving the initial velocity at pressures up to 600 MPa for different initial temperatures.*

Введение. Одной из основных задач внутрибаллистического проектирования артиллерийских систем является повышение скорости снаряда на вылете из ствола. На данный момент одна из перспективных схем выстрела – схема выстрела с использованием присоединенного заряда (ПЗ). Присоединенный заряд располагается непосредственно за снарядом и движется вместе с ним по каналу ствола, обеспечивая тем самым перераспределение давления на торце снаряда и дополнительный реактивный подгон. Настоящая работа способствует совершенствованию традиционного артиллерийского вооружения.

Целью данной работы было определение закона горения нового пастообразных топлива при различных начальных температурах (T_0) на основании анализа результатов серии баллистических экспериментов на модельной установке; расчет максимально возможных начальных скоростей снаряда в допустимом диапазоне давлений (600 МПа) и необходимой для этого компоновки пороха и топлива ПЗ, которые определялись путем параметрических исследований.

Методы исследования. При теоретическом анализе считалось, что пороховой заряд в камере мгновенно воспламеняется ПЗ воспламеняется через некоторое время после начала горения порохового заряда в камере. Горение ПЗ характеризуется периодами более медленного и более быстрого горения: момент воспламенения задается импульсом задержки воспламенения $I = I_1$, а момент перехода определяется достижением импульсом значения импульса перехода в ускоренный режим горения $I = I_2$.

Для исследования приведенной схемы метания использовалась математическая модель [1], а также программный комплекс [2], разработанные в НИИ ПММ ТГУ.

Результаты. В результате проведенных расчетов был получен закон горения нового топлива ПЗ для различных начальных температур. Экспериментально неизмеряемые величины, такие как давление форсирования, трение при движении по стволу и параметры закона горения определялись как параметры согласования расчетных и экспериментальных данных при решении прямой задачи внутренней баллистики. То есть в серии расчетов они меняются в определенном диапазоне с целью достижения максимально возможного совпадения экспериментальных и расчетных величин максимального давления в камере P_{\max} и начальной скорости на дульном срезе U_d , и соответственно кривых зависимости давления и скорости снаряда от времени $P(t)$ и $U(t)$. При этом использовались штатные параметры порохового заряда.

Рассогласование экспериментальных и расчетных величин не превышает допустимых пределов. Полученные законы горения использовались для дальнейшего исследования связи параметров заряжания с дульной скоростью снаряда при различной начальной температуре заряда.

На рисунке 1 показан характерный график, на котором видно, как в ходе исследования изменялась масса штатного заряда в камере и масса присоединённого заряда. Изолинии максимальных давлений (штриховые) позволяют определить, какую максимально возможную скорость можно получить при данном максимальном давлении и необходимые массы порохового и присоединенного зарядов.

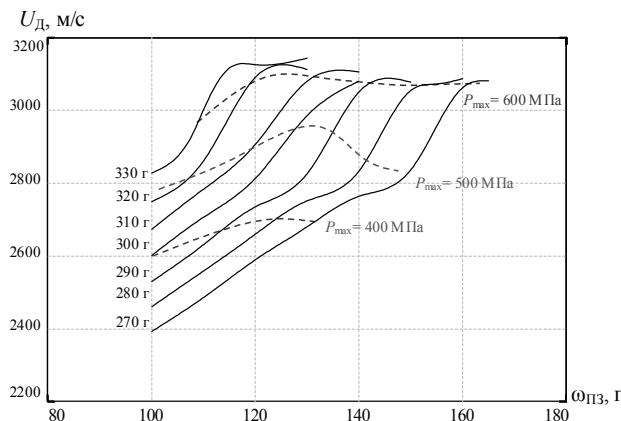


Рис. 1. Зависимость начальной скорости от массы ПЗ при различной массе пороха ($T_0 = -50^\circ\text{C}$)

Зависимость максимально возможной скорости от заданного максимального давления в камере при $T_0 = 20^\circ\text{C}$ приведена на рисунке 2. В ходе исследования импульсы задержки менялись вместе с массой пороха и ПЗ. Таким образом, на рисунке 2 представлены подобранные оптимальные для начальной температуры заряда $+20^\circ\text{C}$ импульсы перехода в ускоренный режим горения I_2 , при которых достигаются наилучшие значения начальной скорости в допустимом диапазоне давления. Видно, что изменение импульса I_2 позволяет повысить максимально возможную скорость при конкретном максимальном давлении в камере. Характерная зависимость максимальной скорости от импульса I_2 при фиксированном максимальном давлении (580 МПа) приводится на рисунке 3 для начальной температуры заряда $+40^\circ\text{C}$. На практике существуют механические и химические механизмы обеспечения задержки, но наиболее практичной следует считать конструкцию с химическим замедлителем.