

**Определение рациональных параметров метательных устройств на сжатом газе**

Целью курсовой работы является решение задачи о разгоне тел сжатым газом, эта задача исторически носит имя Лагранжа. Решение данной задачи является важным для некоторых сфер в современном мире, например, при тестировании обшивок космических кораблей, где следует проводить большое количество выстрелов и необходимо минимизировать затраты на изготовление и обслуживание всей пушки. Процесс разгона тел в трубе сжатым газом лежит в основе газодинамических схем метания. Пневматическая схема разгона, в которой в качестве рабочего тела используется воздух, находит применение так же в нелетальном, спортивном, учебно-тренировочном оружии. Несмотря на ограничения по максимально достижимым скоростям метания, разгон тел сжатым газом обладает рядом достоинств, одним из которых является простота конструкции и невысокая стоимость метательной установки по сравнению с установками, требующими использования пороховых составов, реагирующих смесей или больших токов.

В данной курсовой работе необходимо определить минимальное давление, при котором удается обеспечить скорость метания $v\_{pm}=150 м/с$ для тела массой *m* = 0.023 кг из ствола калибром *d* = 0.02 м. Плотность в камере при этом не должно превышать $ρ\_{max}$ = 60 $^{кг}/\_{м^{3}}$, общая длина трубы не более *n* = 45 калибров. Начальная температура газа в камере $T\_{0}=300 K$.

В основе курсовой работы лежит проверка численного метода Неймана решения задачи Лагранжа. Метод Неймана состоит в решении довольно сложной системы уравнений в частных производных, аналитическое решение которой представляет из себя довольно сложную и объемную по времени задачу. Удобство схемы заключается в ее простой физической интерпретации: закрытые ячейки газа, в которых заключен газ массой m и давлением p приводят в движение другие ячейки, а также перегородки между ними, массой q. Одной из таких перегородок и является тело (поршень), что позволяет отказаться от отдельного уравнения, описывающего его движение, если учитывать массу перегородки и на последнем шаге учитывать массу поршня.

Курсовая работа состоит из двух частей: прямой задачи и обратной задачи.

Прямая задача реализована получением эволюции всех параметров газа по времени во время движения поршня под действием расширения этого газа. Основным критерием продолжения вычисления нового временного слоя – условие на вылет. Новый временной слой вычисляется до тех пор, пока поршень находится в канале ствола. Как только поршень покидает канал ствола – вычисляются все параметры газа до момента вылета и вычисляется дульная скорость.

 Обратная задача реализована методом сканирования. Инструментом для решения является программа, реализующая численный метод – та математическая модель, которая преобразует заданные исходные параметры и выдает необходимые выходные параметры. Входными параметрами являются геометрия ствола (калибр, длина ствола) и параметры газа (температура, начальное давление, плотность). Выходным параметром для обратной задачи является скорость метаемого тела на дульном срезе и начальное положение тела в канале ствола. В основе обратной задачи лежит большое количество решений прямых задач с изменяемыми параметрами геометрии ствола и/или параметрами газа и анализ этих решений. Количество решений определяется шагами по параметрам. В моей курсовой работе метод сканирования был реализован таким способом: при варьировании начального положения поршня от 0.1\*x\_max до 0.5\*x\_max (где x\_max - максимальная длина ствола) выполнялось варьирование плотности газа, находящегося в запоршневом пространстве, от $0.1\*ρ\_{max}$ до $ρ\_{max}$. Программа выдавала на каждом шаге по координате и плотности значения скорости и координаты поршня. Но какой смысл имеет координата поршня? Так как на скорость поршня накладывается условие – превышая максимальную требуемую скорость, считается, что поршень вылетел из канала ствола, получаем, что крайняя координата поршня- длина канала ствола. Дальше проводится анализ всех баллистических решений (баллистическое решение – набор соответствующих данных, любое допустимое решение задачи баллистического проектирования) и выбирается рациональное. Под рациональным понимается решение, полученное в результате той или иной постановки задачи баллистического проектирования, поскольку выбор критериев выбора баллистического решения не единственен.

Таким образом, курсовая работа по этой теме является первым шагом проектирования ракетного и ствольного оружия (в зависимости от калибра). Реализация численного метода дает начальные представления об обмене вещества в канале ствола.