



5. Григорьев И. Anylogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию (2017, 273с) [Электронный ресурс]// <https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/> / (дата обращения: 08.04.2020).

6. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.

7. Маликов Р.Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в расширенном редакторе GPSS World: практикум. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 273с.

8. Сулакшин С.С. Результаты моделирования эпидемии коронавируса в России. 7 Апреля 2020. <http://rusrand.ru/forecast/ob-obstoyatelstvah-epidemii-koronavirusa-v-rossii> (дата обращения: 08.04.2020)

А.И. Сафронов, А.Б. Кузьмичев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ СИСТЕМЫ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ЗАРЯДА

(Тольяттинский государственный университет)

Повышения скорости метания из баллистической системы, реализуемой по классической схеме, возможно за счет использования эстафетной схемы метания. Основное условие для сравнения таких систем - это их функционирование с одинаковыми максимальными давлениями в канале.

На баллистических системах можно повысить скорость метания при неизменном заданном максимальном давлении за счет разделения используемого заряда на несколько подзарядов (эстафетная схема) [1]. Реализацию такой системы возможно сделать за счёт зажигания дополнительного заряда в строго определённый момент времени (задержки зажигания) после зажигания основного заряда. Например, за счёт воспламенения дополнительного заряда иницирующими газами, перетекающими из камеры основного заряда. При этом общая масса всего заряда может превышать массу, используемого при классической схеме. При этом максимальное давление в системе не превышает максимального допустимого давления в камере рассматриваемой системы.

В начальный момент времени в движение приходит сборка, состоящая из перегородки с отверстием, дополнительного подзаряда, расположенного в области I, и метаемого элемента (рис.1). Дополнительный подзаряд воспламеняется через заданное время задержки зажигания после начала движения сборки. Когда давление перед перегородкой становится более высоким, чем давление за перегородкой, сборка разделяется, и в канале системы возникает волновой эффект, который приводит к перераспределению энергии на повышение скорости метаемого элемента. Перегородка притормаживается, метаемый элемент продолжает самостоятельное движение



по каналу, приобретая на срезе канала более высокую скорость по сравнению с классической схемой метания.

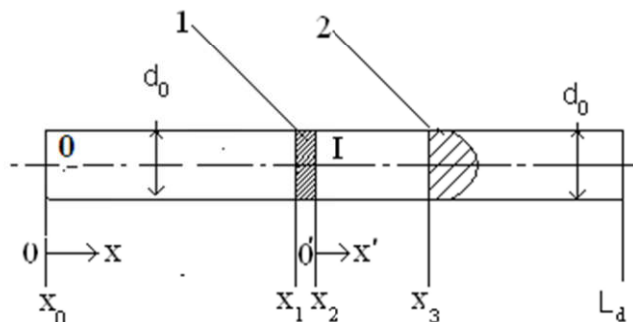


Рис.1. Схема метания: 0, I – области расположения зарядов; 1 – перегородка; 2 – метаемый элемент; d_0 – диаметр цилиндрического канала системы; L_d – длина канала; 0 – область основной части заряда; I – область дополнительной части заряда.

Проведённый теоретический анализ эффективности эстафетной схемы по модели, представленной в [2], показал, что при неизменном максимальном давлении на дно канала при использовании эстафетной схемы возможно повышение скорости метаемого элемента для баллистической системы.

Теоретический интерес представляет вопрос о применении эстафетной схемы в случае использования цилиндро-конической формы камеры для системы, когда параметры камеры определены заранее. При этом дополнительный подзаряд размещается в цилиндрической оболочке, которая прикреплена к метаемому элементу и от метаемого элемента уходит в гильзу до заданной координаты левого торца цилиндрической оболочки. Расчеты для такой модельной системы проводились по модели механики гетерогенных сред [2, 3, 4, 5]. В каждой расчетной области использовалась индивидуальная система координат: в области 0 – инерциальная система координат $0X$, в области I – неинерциальная система координат $0'X'$.

При построении модели эстафетной схемы приняты следующие допущения:

- поверхности частей зарядов охватывается пламенем мгновенно в соответствующий зажиганию для каждой из частей заряда момент времени;
- движение дополнительного заряда и метаемого элемента – начинается после достижения давления форсирования сборки;
- сопротивление воздуха и трение при движении элементов по каналу не учитываются;
- для пороховых частиц частей заряда справедлив обычный геометрический закон горения;
- до момента разделения сборки частицы дополнительного заряда неподвижны относительно сборки;
- после разделения сборки перетоки газа между областями 0 и I не учитываются.



При этом допустимое максимальное давление на дно канала (область 0) не превышает 505 МПа. Импульсы частей заряда подбирались под заданное максимальное давление в модельной системе. Решение задачи проводилось методом распада произвольного разрыва [6].

Результаты расчетов модельной системы представлены на рис. 2. В результате расчетов модельной системы получено, что при метании элемента с $C_q = 15 \text{ кг/дм}^3$ возможно достижение начальных скоростей метания, примерно, $V = 1180 \text{ м/с}$.

Из графиков баллистических параметров представленных на рис.2 следует, что давление на дно канала при горении части заряда в области 0 достигает заданного максимального значения, примерно, $P_0 \text{ max} = 500 \text{ МПа}$ (кривая зависимости 1).

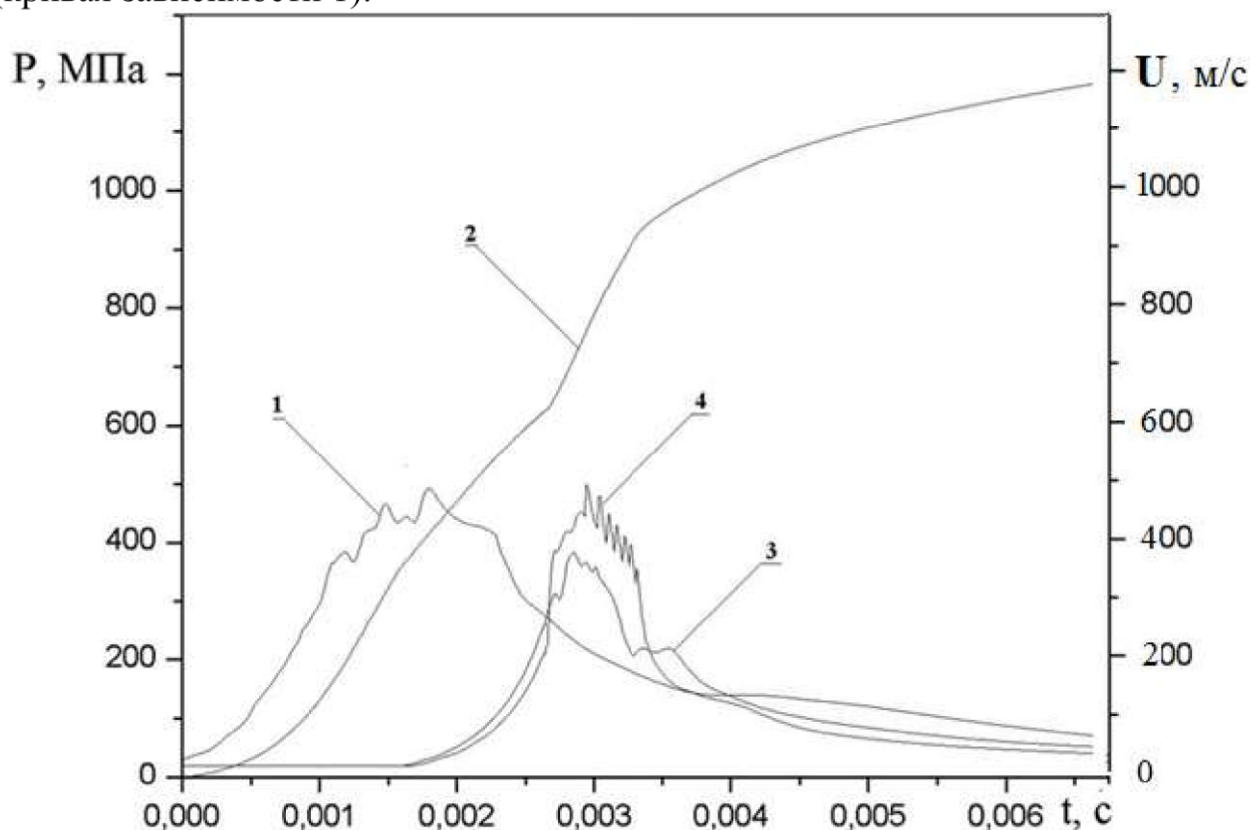


Рис. 2. Баллистика модельной системы. 1 $P_0(t)$ – давление на дно канала; 2 $V(t)$ – скорость метаемого элемента; 3 $P_2(t)$ – давление внутри цилиндрической оболочки (на дне); 4 $P_3(t)$ – давление на метаемый элемент.

При расчете системы предполагалось, что обеспечивается задержка зажигания подвижной части заряда равная $t_3 = 1,7 \text{ мс}$. После воспламенения подвижной части заряда давление внутри цилиндрического блока, содержащего дополнительную часть заряда, представлено кривой зависимости 3. Это давление не превышает значения $P = 380 \text{ МПа}$. За счет перераспределения энергии частей заряда, давление на метаемом элементе резко не падает. Благодаря этому, продолжается интенсивный подгон метаемого элемента до момента времени равного, примерно, $t = 3,5 \text{ мс}$.



Для сравнения проведены расчеты той же модельной системы с монозарядом при тех же ограничениях на максимальные давления.

На рис. 3 представлена баллистика рассмотренной системы с монозарядом классической схемы.

В результате проведенных исследований модельной системы получена расчетная скорость метания элемента с $C_q = 15 \text{ кг/дм}^3$ примерно на 17 % более высокая, чем реализуемая на той же системе при классической схеме метания.

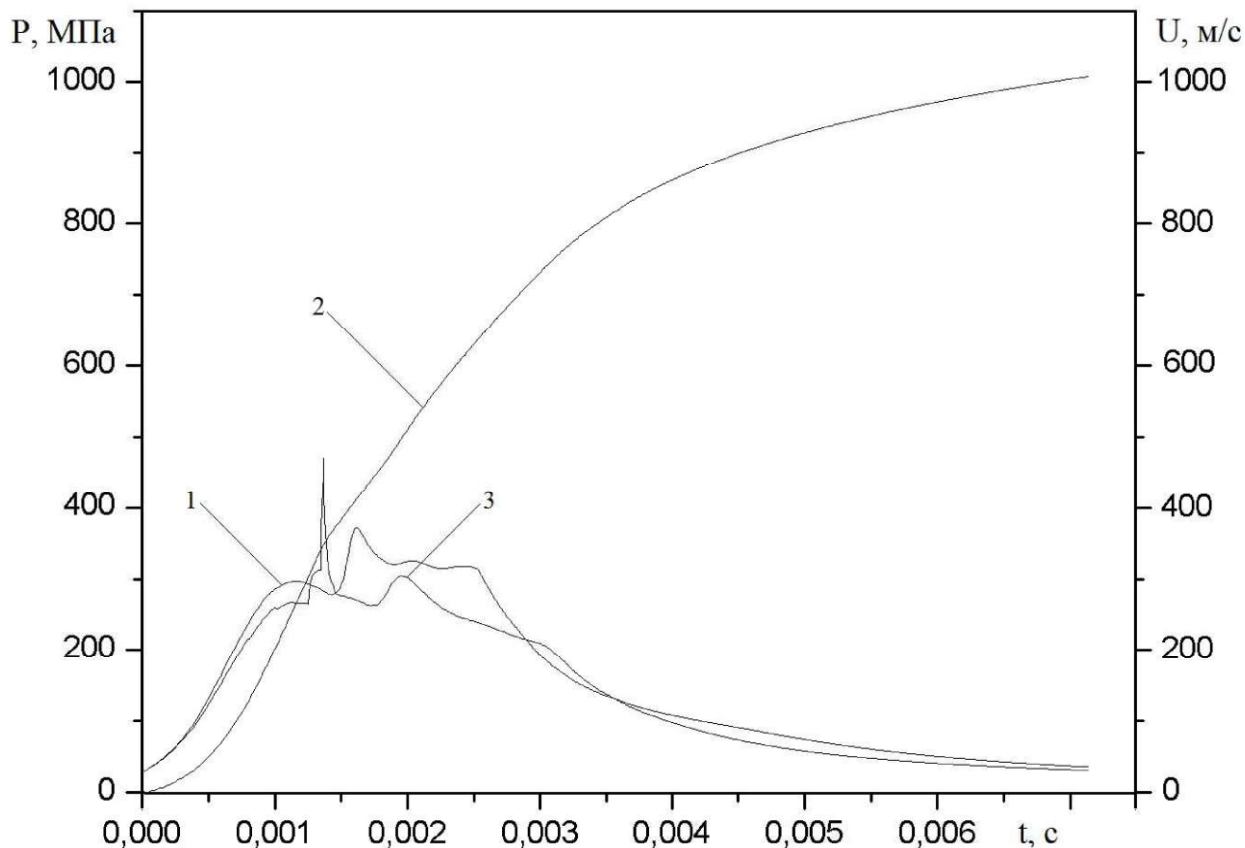


Рис. 3. Баллистика модельной системы классической схемы. 1 $P_0(t)$ – давление на дно канала; 2 $V(t)$ – скорость метаемого элемента; 3 $P_3(t)$ – давление на метаемый элемент.

Полученный результат интересен для проведения различных исследований в области внутренней и внешней баллистики.

Литература

1. Сафронов А.И. Использование нетрадиционной схемы метания в баллистических схемах [Текст] / А.И.Сафронов, Л.В.Комаровский //Международная конференция по математике и механике: Избранные доклады / Под общей редакцией Н.Р.Щербакова.- Томск, 2003. –С.182-187.

2. Сафронов А.И. Внутренняя баллистика ствольной системы с присоединенной камерой подгона [Текст] / А.И.Сафронов, А.Ю. Крайнов // Вестник ТГПУ.—2004.—Вып.6(43). –С. 67-70.



3. Рахматуллин Х.А. Основы газодинамики взаимопроникающих движений сжимаемых сред [Текст] // ПММ. –1956.—Т.20. – В.1.—С.184-195
4. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред [Текст] // М.: Наука, 1987.—Ч.1.—464с.
5. Русяк И.Г., Ушаков В.М. Внутрикамерные гетерогенные процессы в ствольных системах [Текст] // Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 259с.
6. Численное решение многомерных задач газовой динамики [Текст] / С.К. Годунов [и др.] // М.: Наука, 1976.—400с.

М.В. Соловьев

МОБИЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

(Самарский университет)

Введение. Генераторы случайных чисел широко используются в компьютерной безопасности и криптографии, в научных вычислениях и в различных играх. Их можно разделить на две основные категории [1].

1. Генераторы псевдослучайных чисел – это генераторы основанные на сложной математической функции, которая имитирует случайность.

2. Генераторы истинных случайных чисел – это генераторы, которые порождают случайные числа на основе хаотически изменяющихся параметров физического процесса. Работа таких устройств основана на источниках энтропии. Эти процессы абсолютно непредсказуемы и их случайность проверяется с помощью специальных статистических тестов.

Мобильные устройства уже давно получили широкое распространение и превратились в уменьшенные персональные компьютеры с наборами различных быстродействующих датчиков. Как раз эти датчики и могут стать надежными источниками энтропии для создания генератора случайных чисел.

1. Постановка задачи. Таким образом, ставится задача разработки мобильного генератора случайных чисел.

2. Анализ задачи. Для создания генератора случайных чисел необходимо выбрать источники энтропии [2]. Такие источники могут быть выбраны из набора датчиков мобильного устройства таких, как акселерометр, микрофон, гироскоп, люксметр, магнетометр. Последовательностям чисел на выходе генератора должны быть предъявлены требования: 1) «равномерности», то есть равной вероятности появления различных чисел, битовых фрагментов чисел и групп чисел; 2) «случайности», то есть непредсказуемости появления отдельных чисел или групп чисел.

3. Описание решения. Для разработки генератора необходимо определить алгоритм генерации случайных чисел. Для рассмотрения были выбраны несколько таких алгоритмов.