

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКАМЕРНОГО ДУЛЬНОГО ТОРМОЗА

### **Название проекта/исследования**

Моделируется истечение газов из дульного тормоза с учетом движения снаряда через него.

### **Авторы, место работы, e-mail**

П.И. Карасев<sup>1</sup>, [petr@tesis.com.ru](mailto:petr@tesis.com.ru)

А.А. Аксенов<sup>1</sup>, [andrey@tesis.com.ru](mailto:andrey@tesis.com.ru)

В.В. Садовский<sup>2</sup>, [v.sadowsckij2012@yandex.ru](mailto:v.sadowsckij2012@yandex.ru)

<sup>1</sup>ООО «ТЕСИС»

<sup>2</sup>ОАО ЦНИИ «Буревестник»

### **Аннотация к описанию проекта**

Целью данного исследования являлось численное моделирование процесса истечения пороховых газов из ДТ и определение усилий, создаваемых пороховыми газами на его поверхностях. Моделирование проводилось на примере многокамерного дульного тормоза.

### **Описание проекта/исследования**

Натурный эксперимент для определения скоростей отката требует высоких финансовых затрат, а часто и вовсе не может быть реализован (например, когда тормоз выполнен со стволом как единое целое). Поэтому актуальной задачей является определение значений характеристик эффективности ДТ расчетным путем.

Расчетное определение эффективности ДТ основано на определении тянущего усилия, создаваемого тормозом в различные моменты времени при истечении из его отверстий пороховых газов. Параметры пороховых газов на входе в ДТ в различные моменты времени определяются расчетами внутренней баллистики и являются при расчете процесса истечения из ДТ исходными данными. По величине тянущего усилия можно определить изменение импульса, действующего на откатные части орудия при добавлении ДТ, а, значит, и получить значения его характеристик.



Рисунок 1 – Многокамерный дульный тормоз.

Геометрия дульного тормоза и снаряда вставляется как подвижные тела, что позволяет учитывать движение снаряда и легко заменять геометрию дульного тормоза (Рисунок 2). Учитывается ускорение снаряда под действием давления пороховых газов.

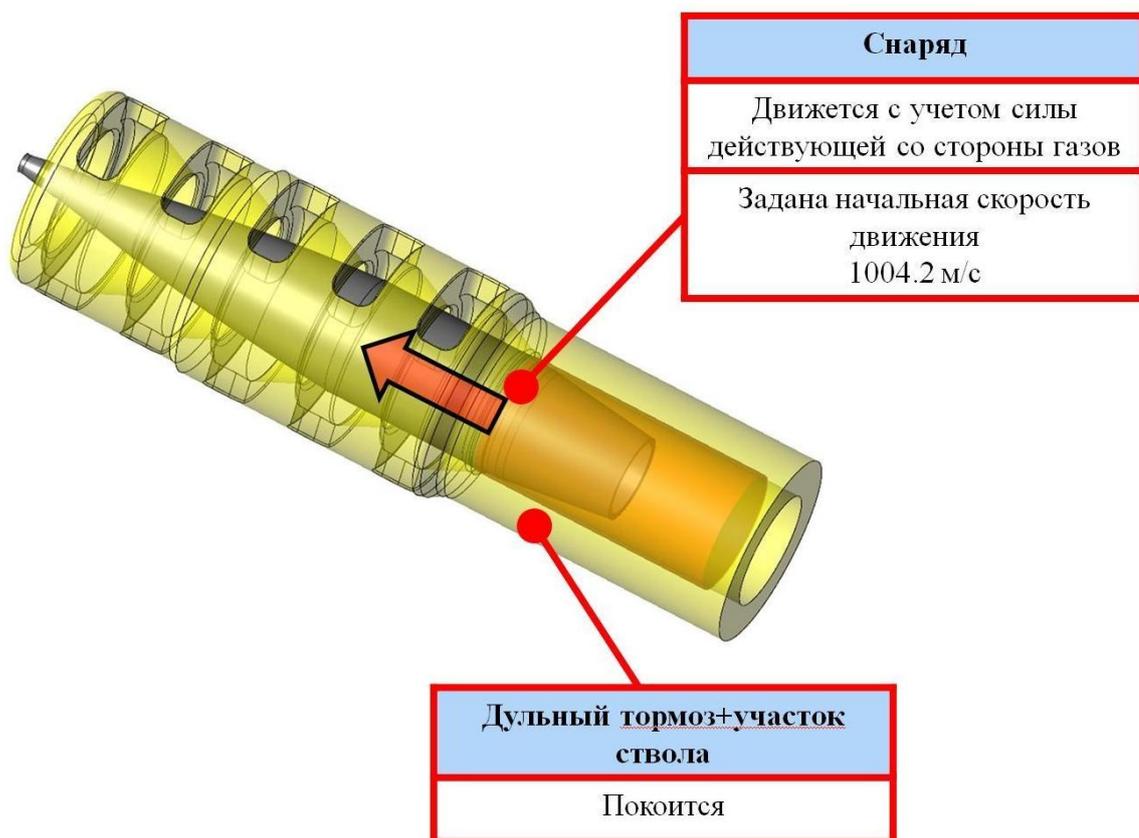


Рисунок 2 – Задание геометрии дульного тормоза и летящего через него снаряда.

В начальный момент времени, ведущий поясок снаряда находится в крайнем положении в трубе, в котором после начала движения снаряда начнется прорыв пороховых газов в ДТ. В этом сечении снаряд имеет скорость, соответствующая значению, полученному при расчете внутренней баллистики. После прорыва пороховые газы взаимодействуют с поверхностями дульного тормоза, создавая тянущее усилие.

При расчете учитывалось различие свойств воздуха и пороховых газов и смешение этих веществ, а также зависимость вязкости пороховых газов температуры.

В ходе выполнения работы было произведено исследование сходимости по сетке на задаче с истечением из дульного тормоза воздуха. Анализ сходимости по сетке производится путем оценки изменения силы, действующей на дульный тормоз в течение 0.005 с при различном размере ячеек вблизи дульного тормоза.

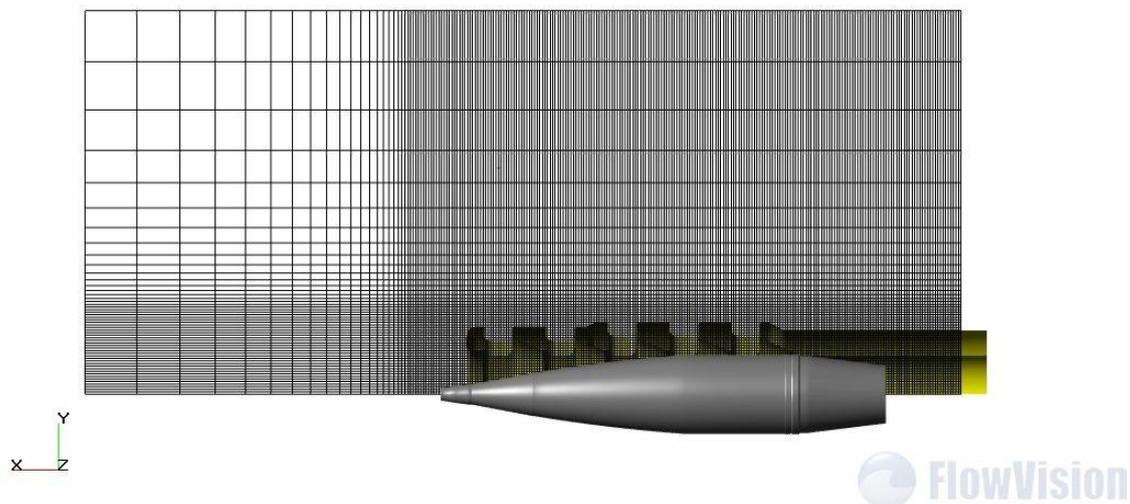


Рисунок 3 – Пример расчетной сетки.

Основные особенности расчета:

- Сверхзвуковое течение
- Значительные градиенты скорости, давления и температуры
- Подвижные тела
- Движение под действием гидросилы

Для расчета характерны малые шаги по времени при относительно большом временном интервале, для которого следует рассчитать течение газов. Приемлемое время расчета достигается за счёт использования суперкомпьютера «Ломоносов».

На рисунке 4 показано поле скорости в момент вылета снаряда из дульного тормоза, полученное в результате расчета.

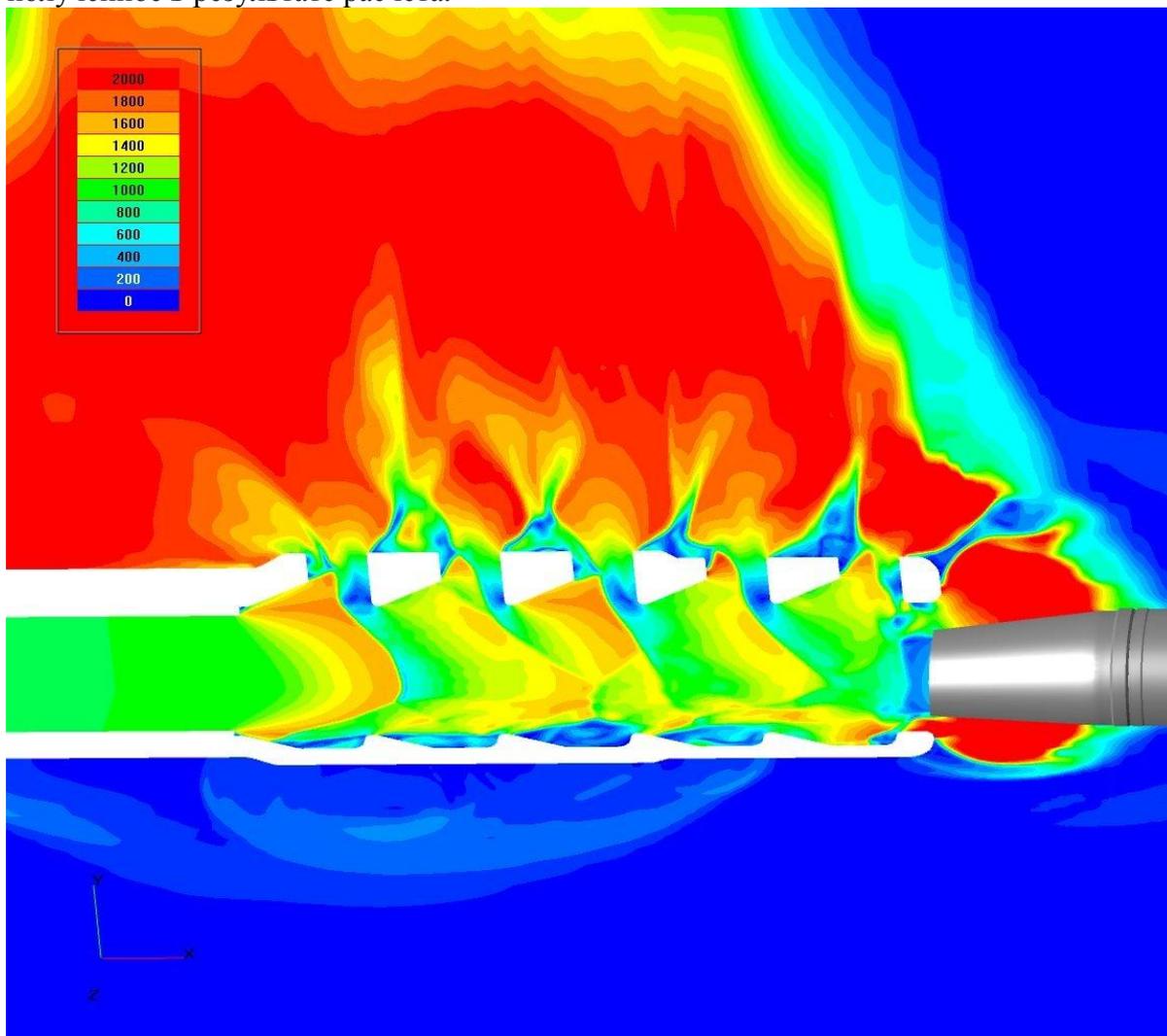


Рисунок 4 – Поле скорости в 2-х плоскостях внутри дульного тормоза, полученные в результате расчета.

На рисунке 5 показана вычисленная во FlowVision зависимость силы действующей на дульный тормоз от времени.

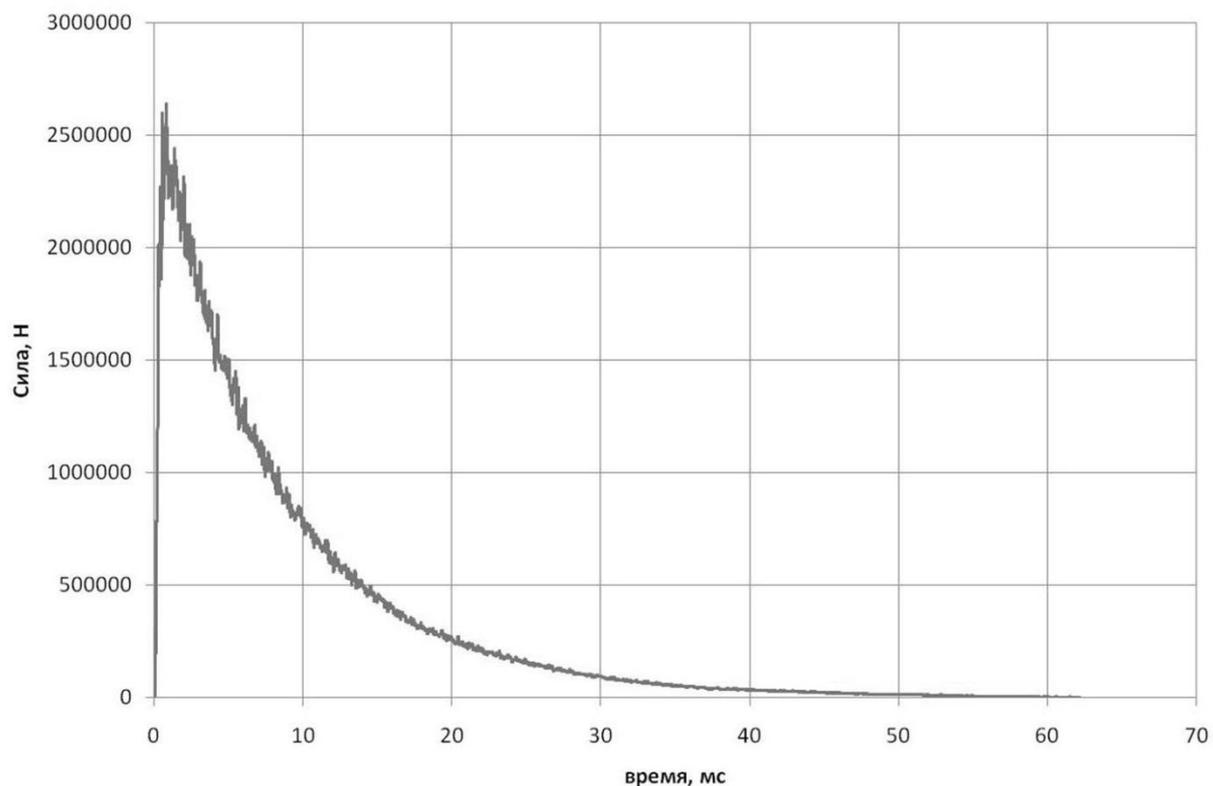


Рисунок 5 – График изменения силы действующей на дульный тормоз.

Таким образом, проведенные расчеты позволяют:

- получить все необходимые данные для оценки эффективности ДТ;
- получить данные для прочностного расчета дульного тормоза в динамике;

В дальнейшем после сравнения с экспериментальными данными и выделения в качестве варьируемых параметров конструктивных характеристик данный расчет позволит оптимизировать конструкцию многокамерного дульного тормоза по максимуму тянущего усилия с учетом прочностных ограничений.