

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУКА ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

**Материалы
всероссийской научной конференции
молодых ученых**

**г. Новосибирск, 02-06 декабря 2014 г.
В 11-и частях**

Часть 2

**НОВОСИБИРСК
2014**

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОПТИМАЛЬНЫХ СОПЕЛ ЛАВАЛЯ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «FLASH FLOW»

К.В. Костюшин, Ю.Р. Колосова

Научный руководитель: И.В. Еремин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск, kostushink@niipmm.tsu.ru

Характеристический контрольный контур в рамках полных уравнений Эйлера первыми применили К. Гудерлей и Э. Хантш (1955) [1].

При профилировании сверхзвуковой части сопла они свели определение экстремальной характеристики к решению краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Ю. Д. Шмыглевский (1957) [2] нашёл её точное решение, что существенно упростило построение оптимальных сопел, а Л. Е. Стернин (1957) [3] распространил это решение на произвольный двухпараметрический газ.

Более простой способ, которым к тем же результатам пришёл G.V.RRao (1958) [4], сначала воспринимался как ошибочный.

Позднее, однако, он получил необходимое обоснование (А. Н. Крайко, 1979) и как метод неопределенного контура существенно упростил построение экстремальных характеристик в ряде вариационных задач сверхзвуковой газовой динамики [5].

При использовании метода неопределенного контрольного контура тягу и длину искомого профиля выражают через интегралы по некоторому контрольному контуру, что сводит двумерную задачу с уравнениями в частных производных к одномерной.

На основе метода неопределенного контрольного контура был разработан программный комплекс "FlashFlow".

Программный комплекс предназначен для проведения инженерных расчетов течений продуктов сгорания в энергетических установках, профилирования газодинамических трактов с целью определения интегральных и локальных характеристик прорабатываемых изделий. Общий вид программного комплекса представлен на рисунке 1.

Для верификации модуля профилирования сверхзвуковой части сопла Лаваля, в составе программного комплекса «FlashFlow», были проведены тестовые расчеты для модельного профилированного сопла.

Сверхзвуковая часть сопла профилировалась на противодавление 1 атм. Продукты сгорания имели следующие параметры: газовая постоянная

ная: 408,23 Дж/((кг*К)), давление в камере: 70 атм., температура в камере: 3875,4 К.

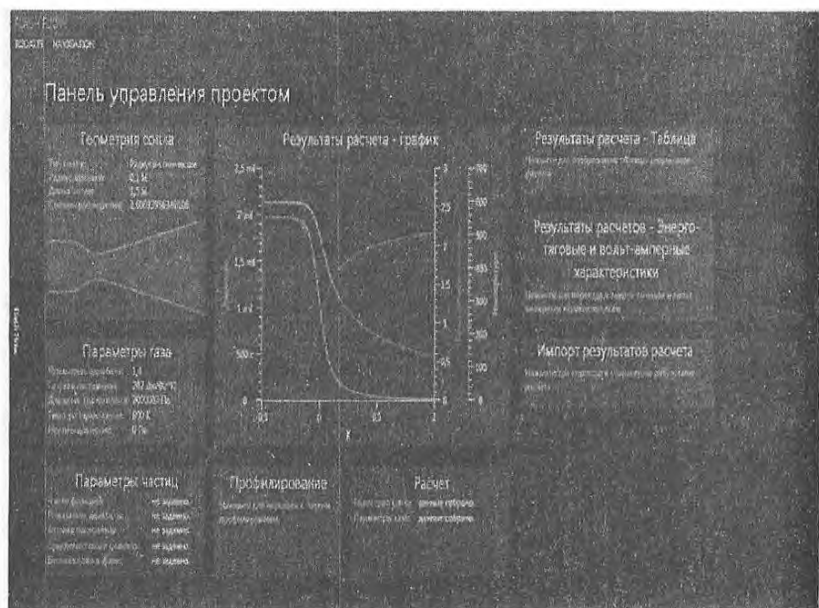


Рисунок 1 - Общий вид программного комплекса «FlashFlow»

Используя метод Годунова [6], проведен расчет двумерного нестационарного течения невязкого газа, с учетом противодавления.

На рисунке 3 представлено распределение давления, а на рисунке 4 поле вектора скорости.

Из анализа результатов расчета видно, что профилированное на противодавление в 1 атм. сопло работает на расчетном режиме, а вектор скорости на срезе сопла распределен равномерно и всюду параллелен оси потока.

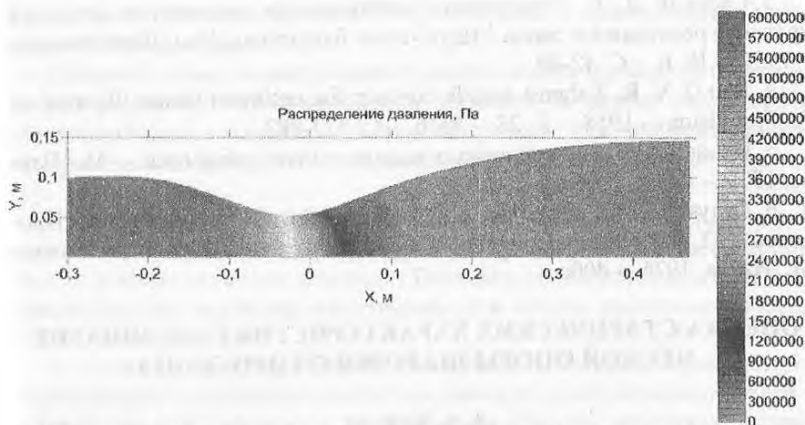


Рисунок - 3. Результаты расчета давления в профилированном сопле



Рисунок - 4. Поля вектора скорости в профилированном сопле

Результаты тестовых расчетов показали, что разработанный программный комплекс может быть использован, при проектировании сопел Лавала, реализующих равномерный безотрывный поток при заданном противодавлении окружающей среды.

Литература:

1. Гудерлей К., Армитейдж Д. Общий метод построения оптимальных ракетных сопел. Теория оптимальных аэродинамических форм. — М.: Мир, 1969. — 236 с.
2. Шмыглевский Ю. Д. Некоторые вариационные задачи газовой динамики осесимметричных сверхзвуковых течений // Прикл. матем. и механ. — 1957. — Т. 21. — С. 195-206.

3. Стернин Л. Е. Определение оптимальных параметров весомого круглого реактивного сопла // Науч.-техн. бюллетень. Изд. Доматехники. – 1957. – №. 6. – С. 42-49.

4. Rao G. V. R. Exhaust nozzle contour for optimum thrust // Journal of Jet Propulsion. – 1958. – Т. 28. – №. 6. – С. 377-382.

5. Крайко А. Н. Вариационные задачи газовой динамики. – М.: Наука, 1979. – 447 с.

6. Годунов С. К., Забродин А. В., Иванов М. Я., Крайко А. Н., Прокопов Г. П. Численное решение многомерных задач газовой динамики. – М.: Наука, 1976. – 400 с.

ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПОРЫ ШАРОВОГО ГИРОСКОПА

А.А. Кузьма

**Научный руководитель: зав. лаб. каф. ТПС ИНК А.Н. Голиков
Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г.Томск, nastena@tpu.ru**

Газодинамической называют такую опору, в которой шип и подшипник полностью разделены слоем газовой смазки, а несущая способность образуется за счет появления в зоне малых зазоров повышенного давления, которое обуславливает появление результирующей подъемной силы, уравнивающей массу шипа. Смазывающим веществом в таких опорах является воздух или газ [1].

Применение газодинамической опоры (ГДО) в основном определяется теми особенностями, которые характерны для природы газовой смазки [2]. Газ имеет малую вязкость. Окружающая температура оказывает на нее малое влияние. Еще меньшее влияние на вязкость оказывает давление окружающей среды. Такая стабильность вязкости газовой среды и ее малая величина открывает широкие возможности применения газовых опор в устройствах, работающих на высоких оборотах в широком диапазоне рабочих температур. Газовые опоры также могут применяться в зонах повышенной радиоактивности, поскольку органические смазки в таких условиях теряют свои рабочие свойства. Кроме того, газодинамические опоры, в отличие от любых других, практически не имеют ограничений по сроку службы вследствие отсутствия износа в процессе работы, а также обладают хорошей стабильностью работы [2]. Поэтому, газодинамические опоры находят широкое применение в на-