

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СОРАН

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
с элементами научной школы для молодых учёных



XXXIII
СИБИРСКИЙ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ
СЕМИНАР,

посвящённый 60-летию
Института теплофизики
им. С.С. Кутателадзе СОРАН

6 – 8 июня 2017 г.
Новосибирск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск 2017

УДК 621.454.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ТЕЛ В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ ПРИ НАЛИЧИИ ЛОКАЛЬНОГО ВДУВА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ

Маслов Е.А.^{1,2}, Жарова И.К.¹, Козлов Е.А.¹, Фарапонов В.В.¹,
Савкина Н.В.¹, Золоторёв Н.Н.¹, Мацкевич В.В.¹

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет,
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36, стр. 27

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30

В настоящей работе приведены методика и результаты экспериментальных исследований обтекания сверхзвуковым воздушным потоком осесимметричной (конус) модели при наличии симметричного и несимметричного вдува.

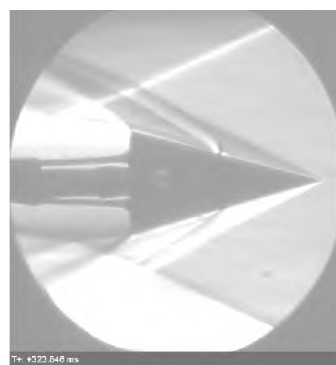
Экспериментальные исследования проводились на аэродинамической установке [1]. Диапазон реализуемых режимов работы установки: числа $M = (2 \div 7)$, температура торможения набегающего воздушного потока $T_0 = (17,5 \div 250)^\circ\text{C}$. Установка снабжена системой регистрации давления, температуры, системой визуализации и трехкомпонентными аэродинамическими (тензометрическими) весами.

Испытаниям подвергались модели в виде конуса (осевая симметрия) с отводными каналами для измерения давления на поверхности. Угол полураствора составлял 15° . Дренажные отверстия отводных каналов выполнялись в фиксированных точках на поверхности в вертикальной плоскости. При проведении весовых и дренажных испытаний использовались методы теневой визуализации с помощью высокоскоростной видеокамеры. На рис. 1, а приведен один из кадров высокоскоростной видеосъемки обтекания конуса сверхзвуковым воздушным потоком ($M = 3$) с организацией локального вдува в пограничный слой через два отверстия (сопло-очко), расположенных симметрично относительно оси конуса – сверху и снизу. Условия формирования вдува с постоянной скоростью $M = 1$: диаметр дренажного отверстия – 0,25 мм, давление в газоходах, через которые организован вдув воздушного потока в погранслои, – $(0,5 \div 1)$ МПа. На рис. 1, б приведен один из кадров высокоскоростной видеосъемки обтекания конуса сверхзвуковым воздушным потоком ($M = 3$) при несимметричном вдуве – локальный вдув осуществлялся через отверстие в нижней части модели.

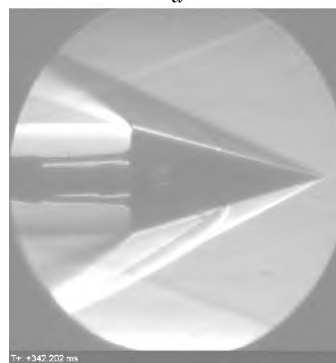
Методы теневой визуализации позволили выявить качественную картину структуры и динамику течения, характерные особенности формирования погранслоя и взаимодействия потоков в пограничном слое при наличии вдува. В качестве контроль-теста в экспериментальных исследованиях использовались результаты испытаний при обтекании конуса без вдува в рассматриваемом диапазоне чисел Маха [2].

Сравнение структуры течений при обтекании конуса с симметричным вдувом и при отсутствии вдува показало качественное отличие взаимодействующего сверхзвукового воздушного потока с поверхностью конуса (формирование конуса Маха). При наличии вдува угол конуса Маха изменяется вследствие взаимодействия ударной волны с инжектируемым воз-

душным потоком. При обтекании конуса с несимметричным и с симметричным вдувом наблюдается отличие углов между конусом Маха и поверхностью объекта. При несимметричном вдуве формируется асимметричный конус Маха.



а



б

Рис. 1. Обтекание конуса сверхзвуковым воздушным потоком, $M = 3$ со вдувом через два симметрично расположенных отверстия (а) и через одно отверстие в нижней части модели (б).

Таким образом, качественный анализ результатов визуализации структуры течения при обтекании конуса со вдувом и без вдува показывает существенное влияние характера вдува на динамику пограничного слоя и формирование конуса Маха, что, в свою очередь, приводит к изменению динамической нагрузки на поверхность конуса.

Список литературы:

1. Звезгинцев В.И. Газодинамические установки кратковременного действия. Ч. 1. Новосибирск: Параллель, 2014. 551 с.
2. Maslov E.A., Faraponov V.V., Zolotarev N.N., Chupashev A.V., Matskevich V.V., Chizhov S.Yu. An experimental study of flow over flat and axisymmetric bodies // MATEC Web of Conferences 92, 01056 (2017) Thermophysical Basis of Energy Technologies – 2016 DOI: 10.1051/mateconf/201792010