

Отчёт о проделанной работе на кластере НГУ

Пользователь: Борыняк Константин Игоревич

Тема работы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАКРУЧЕННОЙ ИМПАКТНОЙ СТРУИ МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Состав коллектива: ФИО без сокращений, место работы/учёбы, учёные степени и звания.

Борыняк Константин Игоревич, студент ФФ НГУ

Институт Теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, лаборант

ЛМЭП НГУ, лаборант

к. ф.-м. н. Хребтов Михаил Юрьевич, н.с. Институт Теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

Информация о гранте.

Название: Нестационарный теплообмен в импактных струях с закруткой и горением,

Номер: 16-19-10566

Руководитель: Дулин В. М.

Срок: 2016-2018

Научное содержание работы:

В данной работе методом крупных вихрей (LES) будут проведены расчеты импактной струи с различными величинами закрутки. Совместно с гидродинамической задачей решалась тепловая задача сопряженной постановки. Температура струи была выше температуры стенки, что позволило исследовать интенсивность теплообмена в различных точках. Расчетная сетка имела $2 \cdot 10^7$ узлов. Криволинейная сетка будет построена с учетом геометрии сопла. Входные условия будут задаваться внутри сопла перед участком сужения, что позволит моделировать процессы, происходящие внутри сопла. Расчеты будут проводиться с помощью пакета моделирования с

открытым исходным кодом OpenFOAM, модифицированным для данной задачи. Код основан на методе конечных объемов со схемой второго порядка точности. Для замыкания уравнений метода крупных вихрей используется динамическая модель Смагрина с осреднением константы Смагрина по лагранжевым траекториям. Импактная поверхность находится на расстоянии трех калибров от поверхности сопла. Современное состояние проблемы: Струйные течения, ограниченные твердыми поверхностями, являются одной из наиболее часто встречающихся форм организации эффективного теплообмена. Причина этого – с одной стороны, в удобстве и простоте технической реализации струйных теплообменных аппаратов, а с другой – в чрезвычайно высокой интенсивности процессов переноса, обеспечиваемой особенностями, присущими струйным течениям. Широта применения ограниченных струйных течений обуславливает необходимость изучения фундаментальных физических эффектов и явлений, их сопровождающих. С точки зрения практической значимости интерес представляют методы, позволяющие получить равномерный, но при этом интенсивный унос тепла со стенки. С этой стороны интерес представляют импактные струи с закруткой потока. При использовании закрутки потока турбулентная структура струи значительно изменяется. В зависимости от степени закрутки и способа ее создания наблюдаются различные режимы течения: вихревые кольца существуют при отсутствии и при незначительной закрутке потока; спиральные вихри различных масштабов возникают при более интенсивной закрутке. Закрутка потока многими авторами рассматривается как один из наиболее эффективных методов пассивного управления потоком. Предполагается, что организация таких струй позволит получить высокие и равномерные по поверхности коэффициенты теплообмена. Внешнее возмущение закрученного потока также приводит к существенному изменению турбулентных характеристик струи, что, в свою очередь должно сказываться на интенсивности теплообмена со стенкой. Информация о влиянии внешнего возбуждения закрученного потока на характеристики струи и на интенсивность теплообмена отсутствует в настоящее время.

Результаты, полученные на данный момент:

Были проведены расчёты изотропной турбулентности для выбора оптимального метода внесения спиральности в поток, а также для выводов о влиянии спиральности в потоке на вихревую динамику и каскад энергии. Полученные результаты в данных расчётах были использованы для написания и защиты диссертации бакалавра.

Помимо этого, была построена сетка для импактной струи и были проведены серии пробных расчётов для верификации построенной модели.

Иллюстрации:

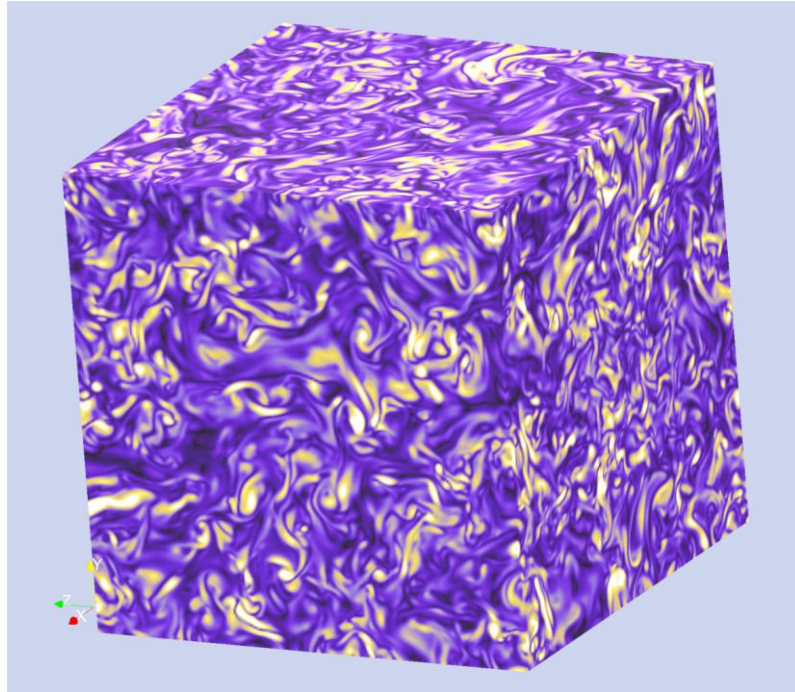


Рис. 1 Модуль завихренности, полученный в расчете изотропной турбулентности в данной работе.

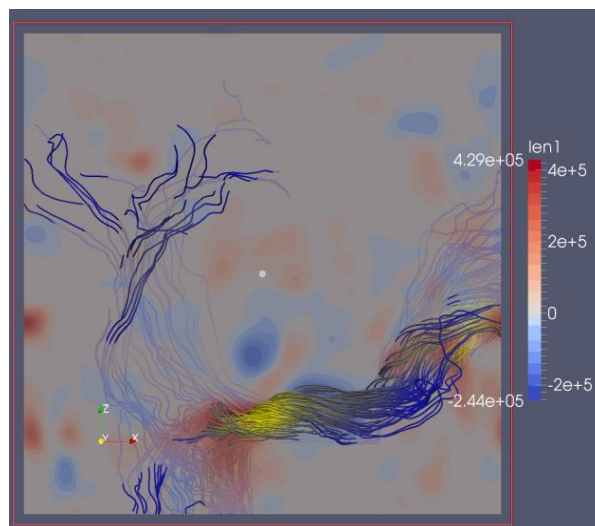


Рис. 2 линии тока в вихре наложенные на распределение растяжения вихрей.

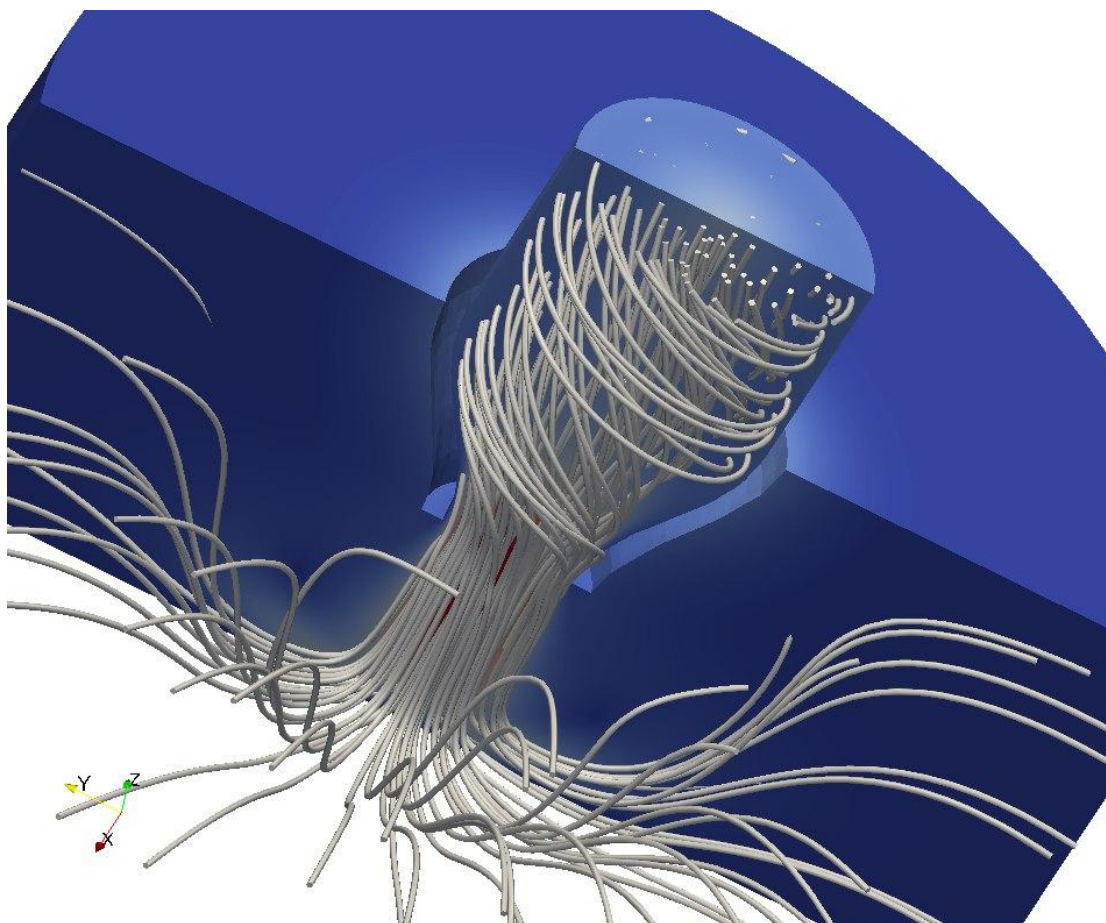


Рис. 3 Модуль скорости и линии тока для импактной струи, полученный в пробных расчётах