

- 0.1. Митина А.В., Митин К.А., Бердников В.С.** *го задания ИТ СО РАН (III.18.2.5, Гос.Рег. АААА-А17-117022850021-3).*
Численное моделирование сопряженно-го свободноконвективного теплообмена разогреваемого электрическим током стержня с окружающей средой в трехмерной постановке

Нестационарный сопряженный свободноконвективный теплообмен вертикального стержня с внутренними источниками тепла можно рассматривать как простейшую модель реактора водородного восстановления кремния (метод Сименса). Численно методом конечных элементов в трехмерной постановке с помощью пакета программ собственной разработки проведено исследование нестационарного сопряженного теплообмена разогреваемого электрическим током кремневого стержня с окружающей средой в режиме свободной конвекции. Моделирование проводилось на базе системы уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска-Обербека, приведенной к безразмерному виду. Использовался бипольный подход, произведена подстановка векторного потенциала поля скорости и завихренности скорости. В результате у системы уравнений исключается давление и обходится условие Ладыженской-Бабушки-Бреци и численное моделирование может проводиться с использованием линейных базисных функций.

Расчетная область представляет собой вертикальный цилиндр с безразмерным радиусом 1 и высотой 5, заполненный газом, с помещенным внутрь соосным стержнем радиусом 0.2, на поверхности которого выбрана контрольная точка, в которой с помощью динамического подбора напряжения поддерживается безразмерная температура равная 1. Торцы цилиндра теплоизолированы, боковая поверхность цилиндра поддерживается при безразмерной температуре равной 0. На всех жестких поверхностях в системе заданы условия прилипания и непротекания. Значения компонент вихря на жестких поверхностях вычисляются из поля скорости с прошлой итерации посредством конечноэлементной интерполяции частных производных.

Исследование произведено в диапазоне чисел Рэлея от 10 000 до 300 000. Получены поля температуры внутри твердого стержня и в газе, поля скорости в газе. Показано, что под воздействием свободноконвективного теплообмена, в результате формирования холодного течения в придонной области, натекающего на основание стержня, стержень разогревается существенно неоднородно. Показано, что при выбранной геометрии области и в рассматриваемом диапазоне чисел Рэлея пространственная форма конвективных течений остается осесимметричной. Это позволяет произвести более подробное параметрическое исследование в осесимметричной двухмерной постановке.

Исследования выполнены в рамках государственно-