

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского госуниверситета
Физико-технический факультет
Механико-математический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
17–19 ноября 2014 г., Томск

International Youth Scientific Conference
«Current issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2014»,
17–19 November, 2014



Томск-2014

разнесенной разностной шахматной сетке при помощи обобщенной неявной схемы переменных направлений установлением по времени. При записи конвективной и диффузионной части уравнений переноса использовалась экспоненциальная схема. Достоверность численных исследований проверялась тестовыми расчетами на сеточную сходимость, сравнением с известными результатами течения ньютоновской жидкости при ламинарном режиме (показатель нелинейности $m=1$). Получены результаты расчета полей скорости и температуры в канале с препятствием, а также профили скорости и температуры за препятствием. Математическая модель может быть использована для описания стационарного процесса нагревания потока нелинейно-вязкой среды в каналах с изменением поперечного сечения. Разработанная модель может быть полезна при создании инженерной методики расчета теплообменного оборудования для нагрева сред с аномальной вязкостью.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 13-08-00372-а)

Литература

1. Шульман З.П. Конвективный тепломассоперенос реологически сложных жидкостей. М.: Энергия, 1975.
2. Шваб А.В., Марценко М.С., Рыжих Ю.Н. Моделирование гидродинамики и процесса усреднения высококонцентрированной гранулированной среды в аппаратах порошковой технологии // ИФЖ. 2011. Т. 84, № 4. С. 676–681.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ РАБОЧЕГО ТЕЛА ДЛЯ КОМПРЕССОРА В СОСТАВЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ MATHEMATICAL MODELING OF THE PREPARATION OF THE WORKING FLUID TO THE COMPRESSOR IN THE COMPOSITION OF THE GAS TURBINE PLANT

Е.А. Маслов, Н.С. Федотова

E.A. Maslov, N.S. Fedotova

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики ТГУ

National Research Tomsk Polytechnical University

Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics TSU

maslov_eugene@mail.ru, natafedotova91@mail.ru

Одним из наиболее эффективных способов увеличения тепловой экономичности и удельной мощности ГТУ является впрыск воды на входе в компрессор. Впрыск воды позволяет снизить температуру воздуха на входе в компрессор и повысить мощность газовой турбины, что особенно

актуально в жаркое время года, когда проблематично покрытие пиковой потребности в электроэнергии. Воду впрыскивают при помощи форсунок, обеспечивающих ее хороший распыл. При этом капли воды, попадающие в поток воздуха, испаряются, в результате чего от воздуха отнимается теплота парообразования. Сжатие воздуха в таких условиях сопровождается отводом теплоты, что уменьшает удельную работу компрессора.

Рассматривается задача испарения частиц воды при течении высокотемпературной струи вязкого сжимаемого теплопроводного газа в канале круглого сечения теплоносителя. Частицы воды инжектируются в высокотемпературный поток с некоторой начальной скоростью и температурой.

Математическая модель рассматриваемого процесса испарения капель описывается уравнением движения в поле скоростей установившегося течения газа с учетом сил вязкого сопротивления и силы тяжести и уравнением теплопроводности в сферической системе координат, которые дополняются начальными условиями и граничными условиями. Приняты следующие допущения:

1. Скорость струи дозвуковая.
2. Режим течения струй ламинарный.
3. Стенки канала являются адиабатическими.
4. Капли воды сферические.
5. Капли взаимодействуют в режиме трения-скольжения.

Численное решение поставленной задачи было реализовано с помощью метода контрольных объемов. Для анализа сеточных параметров, методов и алгоритмов численного решения использовалась различная аппроксимация конвективных членов, а также различные методы корректировки поля скорости и давления при решении уравнения Пуассона.

Для анализа испарения капель воды в паровоздушной смеси в канале круглого сечения рассматривался канал длиной 2 м и диаметром 0,5 м. Исследование проводим при следующих постоянных значениях: $T_f=100^\circ\text{C}$ – температура движущегося потока, $u_{in} = 10$ м/с – начальная скорость движущегося потока, $T_{inj}=20^\circ\text{C}$ – температура инжектируемой капли воды.

При заданных параметрах исследования капли воды с начальным диаметром 2 мм гарантировано испаряются при впрыскивании их в поток паровоздушной смеси в пределах рассматриваемого диаметра канала, не осаждаясь на его стенки, и протяженность участка испарения капель составляет 0,05 м. Для капель большего диаметра нужно увеличить скорость потока, для того чтобы они не падали на стенки канала.

Литература

1. *Versteeg H.K., Malalasekera W.* An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method. – Longman Scientific & Technical. 1995. P. 258
2. *Виноградова И.А., Зубков В.Г.* Газодинамические процессы в теплоэнергетических установках на базе метода контрольного объема // Математическое моделирование, 2002. Т. 14, № 6, С. 3–24.
3. *Маслов Е.А., Жарова И.К., Федотова Н.С.* Особенности численного моделирования течения в канале // Всероссийская конференция по математике и механике, посвященная 135-летию Томского государственного университета и 65-летию механико-математического факультета: сб. тезисов. Томск: Изд-во «Иван Федоров», 2013. 244 с. ISBN 978-5-91701-084-7. С. 173.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРЕНИЯ 4% МЕТАНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В УЗКОМ КАНАЛЕ THE NUMERICAL STUDY OF THE STABILITY OF THE 4% METHANE-AIR MIXTURE COMBUSTION IN THE NARROW CHANNEL

А.Ю. Крайнов, К.М. Моисеева

A.Yu. Krainov, K.M. Moiseeva

Национальный исследовательский Томский государственный университет

National Research Tomsk State University

akrainov@ftf.tsu.ru

Одной из классических задач отечественной школы горения является задача о сжигании газовой смеси в химическом реакторе. Актуальность данной задачи связана с требованиями промышленности, где зачастую необходимо организовать безопасное и устойчивое горение газа в энергетической установке, являющейся аналогом химического реактора. Решение подобной задачи проводилось в цикле работ различных авторов. В частности, задача об устойчивости горения газовой смеси в химическом реакторе решена в классической работе [1]. Согласно [1] устойчивость горения газовой смеси в реакторе определяется совокупным влиянием параметров тепло- и массопереноса в системе. Исследования более поздних авторов были направлены на подтверждение данного факта и на исследование возможности управления процессом через изменение величины теплообмена в реакторе.

Процессы теплообмена в химическом реакторе, помимо прочего, определяются конструкцией устройства. Управлять устойчивостью горения можно через изменение конструкции реактора. В настоящее время задача горения газовой смеси в химическом реакторе получила развитие в задаче о горении газа в узком канале или тонкой трубке. Для такой задачи определяющим параметром является поперечный размер канала. Для узких