



Buxoro davlat universiteti
BUXORO, 200117, M.IQBOL ko'chasi, 11-uy, 2022

@buxdu_uz

@buxdu1

@buxdu1

www.buxdu.uz

«AMALIY MATEMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING ZAMONAVIY MUAMMOLARI»
XALQARO ILMIIY-AMALIY ANJUMAN



TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI
Tashkent state
transport university



BUXORO
DAVLAT
UNIVERSITETI



АМАЛИЙ МАТЕМАТИКА ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ

ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН

МАТЕРИАЛЛАРИ

2022 йил, 11-12 май

БУХОРО – 2022

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
В.И. РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

Бухоро фарзанди, Беруний номидаги Давлат мукофоти лауреати, кўплаб ёш изланувчиларнинг ўз йўлини топиб олишида раҳнамолик қилган етук олим, физика-математика фанлари доктори Файбулла Назруллаевич Салиховнинг 90 йиллик юбилейларига бағишланади

**АМАЛИЙ МАТЕМАТИКА ВА
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ
ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ**

**ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН
МАТЕРИАЛЛАРИ**

2022 йил, 11-12 май

БУХОРО – 2022

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И НЕКОТОРЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ РЕАГИРУЮЩИХ СТРУЙ.

Ходжиев С., Примов А.

*Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан
Наваинский педагогический институт.*

Сжигание предварительно перемещаемых газов в турбулентном потоке широко используется в самых разнообразных технических устройствах. Трехмерные турбулентные струйные течения сделались в последние годы предметом многочисленных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований. Развитие теории турбулентности и турбулентного горения, невозможно без тесной и непрерывной связи с экспериментом. Появление современных вычислительных машин и эффективные численные методы позволили с помощью математического моделирования основанных на фундаментальных законах движения сплошной среды и термодинамики: законов сохранения материи и энергии, численно исследовать многокомпонентной химически реагирующих газовых струй. Проблемой в теории турбулентности и горения актуальным остается вопрос о выборе модели для вычисления вязкости.

Основная цель настоящей работы найти с помощью численного исследования модифицированную полуэмпирическую алгебраическую модель для коэффициента эффективной вязкости приемлемой для расчета трехмерных турбулентных струй реагирующих газов вытекающего из прямоугольного сопла с конечным отношением длин сторон ($L=a/b$, a -ширина, b -длина сопла). Рассмотрены для определения коэффициента турбулентной вязкости учитывающие деформацию по разным пространственным координатам и температуры, которые существенно влияют на результаты исследования. Предположены способы определения длины пути смещения для трехмерных струйных течений. Рассмотрены варианты задания полуэмпирической, формулы для вычисления турбулентной вязкости в следующих алгебраических безразмерных видах.

$$M1: \hat{\mu} = \mu_{\lambda} + \chi \rho l^2(x, y) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{L \partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial x}\right)^2} \cdot \left(\frac{T}{T_2}\right)^{\alpha}.$$

$$M2: \hat{\mu} = \mu_{\lambda} + \chi \rho l^2(x, y) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{L \partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2} \cdot \left(\frac{T}{T_2}\right)^{\alpha}.$$

$$M3: \hat{\mu} = \mu_{\lambda} + \chi \rho l^2(x, y) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{L \partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{L \partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)^2} \cdot \left(\frac{T}{T_2}\right)^{\alpha}.$$

$$M4: \hat{\mu} = \mu_{\lambda} + \chi \rho l^2(x, y) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{L \partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2} \cdot \left(\frac{T}{T_2}\right)^{\alpha}.$$

Здесь χ - число Кармана, α - степень влияния температурной неоднородности потока ($0,63 < \alpha < 0,7$), T_2 -температура горючей струи по продольной координате. В этих моделях множитель $\chi l^2(x, y)$ характеризует границы зоны смещения и для вычисления ее использовались выражения вида

$$\chi(l^2(LNy) + l^2(Nz)), \chi(l^2(LNy) + l(Nz)^2) \text{ и } \chi[(LNy) + l(Nz)]/2]^2.$$

Результаты численных расчетов показали, что трехмерных турбулентных струй последние два варианта не характеризуют длины пути смещения, хотя в некоторых случаях дают правдоподобные результаты, а первой для каждой точки плоскости (оси OX) характеризует границы зоны смещения.

Во всех четырех вариантах для вычисления $\hat{\mu}$, при подборе число Кармана в диапазоне $0,05 < \chi < 0,1$ сравнения результатов плотности потока импульса показали, что эти модели дают практически одинаковые результаты. Хорошее согласование результатов с экспериментами получены на основе модели M1. Совпадение опытных и расчетных данных по плотности потока импульса в поперечном сечении струй, вытекающей из прямоугольного сопла с отношением длин сторон 1:1 и 2:1 достоверность полученных численных подтверждает результатов с помощью предложенного модели.

Приводятся ряд численные результаты касающиеся изменения параметров модели (χ, μ, α) на параметры диффузионного факела.

ВЛИЯНИЯ НЕИЗОБАРИЧНОСТИ СТРУИ НА ПАРАМЕТРЫ ДИФФУЗИОННОГО ФАКЕЛА

Ходжиев С., Йулдошев Ш.С., Савриев Ш.Ш., Самадова Д.Э.

Бухарский государственный университет, Бухарский инженерно-технологический институт

Объем выработки и потребления как топливо природного газа в мире растет запасы его не

бесконечны. По этому, научное исследование сжигание газовых смесей и проектирование топочных устройств которые позволяют, экономного использования его являются актуальными проблемами.

В данной работе приводятся некоторые численные результаты исследования влияние неизобаричности на горение горючей смеси пропан-бутана.

Высвобождение химической энергии при горение порождает градиенты давления, температуры и плотности. Эти градиенты, в свою очередь, являются источниками процесса в газовых потоках, которые приводят к переносу массы, импульса и энергии. В задачах о распространении пламени важными являются изменения давления, несмотря на то, что в дозвуковых течениях распределения величин сами по себе изменяются медленно.

В большинстве задач для процессов горения расчеты гидро газодинамических величин реагирующей жидкости усложняются тем обстоятельством, что быстрые экзотермические химические реакция происходят в отдельных частях того объема, в котором рассматривается процесс горения. Поскольку в математической модели описывающие турбулентные струйные течения реагирующих газовых смесей в уравнениях сохранения соответствующие члены, определяющие потоки массы и импульса, при неявной формулировке зависят от того, насколько точно рассчитывается изменение давления со временем, то важны все эффекты, которые существенно влияют на давления, и их необходимо включить во взаимосвязанные уравнения.

В частности, исследование влияние' учёт переменности давления реагирующие газовой среды на геометрические и физические параметры диффузионного факела являются целью данной работы.

Горючая струя, состоящая из смеси пропана-бутана, истекает из сопла квадратной формы, т.е с отношением сторон, $L = a/b = 1$ (где a и b стороны прямоугольного сопла) и распространяется в покоящейся среде окислителя (воздуха).

Для математического описания данного процесса используются общепринятые системы связанные трехмерные уравнения в частных производных, выражающих законы сохранения массы, импульса, энергии и вещества в виде [1÷5].

Для данной постановки системы уравнений можно решать с помощью следующих безразмерных краевых условий

I: $x=0$:

$$1) 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1: u=1, v=0, w=0, H=H_2, P=P_2, \bar{C} = 1.$$

$$2) a < y < y_{+\infty}, b < z < z_{+\infty}: u=u_1, v=0, w=0, H=H_1, P=P_1, \bar{C} = 0$$

II: $x > 0$:

$$1) z=0, 0 < y < y_{+\infty}: w=0, \frac{\partial f}{\partial z} = 0 \quad (f=u, v, H, \bar{C}).$$

$$2) y=0, 0 < z < z_{+\infty}: v=0, \frac{\partial f}{\partial z} = 0 \quad (f=u, w, H, \bar{C}).$$

$$3) z \rightarrow z_{+\infty}, y \rightarrow y_{+\infty}: u=u_1, v=0, w=0, H=H_1, P=P_1, \bar{C} = 0$$

Здесь нижними индексами "1", "2", "+∞" отмечены соответственно безразмерные величины окислителя и горючей струи, а также их значения на бесконечности.

Эти связанные уравнения описывают динамику движения смеси газа, химические реакции между основными компонентами и процессы диффузионного переноса, такие, как теплопроводность, вязкость и диффузию.

Численные исследования проведены методом и алгоритмом решения системы уравнений приведенные в работах [3÷4]. Для вычисления вязкости используется алгебраическая модель турбулентности [3] с учетом температурной неоднородности $\alpha=0,5$. Предполагается, что поправки к скорости определяются поправками к давлению[4], как найденные расчетные (или промежуточные, P_p) плюс поправочные (P_c) в виде $P = P_p + \beta P_c$, где p -параметр релаксации.

Начальные данные горючего и окислителя на срезе прямоугольного сопла, такие, как скорость, температура и концентрации, задавались однородными и ступенчатыми, а давления горючей струи и окислителя равны между собой и соответствуют атмосферному $P_1 = P_2 = P_{атм}$.

Предполагается, что реакция протекает в зоне соприкосновения горючего с окислителем, т.е. рассматривалась диффузионное горение смеси пропана-бутана в воздухе.

С точки зрения математического расчета, рассмотрим четырехкомпонентную смесь газов в зоне смешения, состоящую из кислорода O_2 -индекс «1», смеси пропана-бутана ($C_3H_8 + C_4H_{10}$)-«2», продуктов горения $CO_2 + 9H_2O$ -«3», инертного газа N_2 -«4». С физической точки зрения в зоне тепло- и массообмена участвуют 6 компонентов.

В целях экономии машинного времени на ЭВМ расчеты проведены переменным шагом по

продольной координате x (вдоль горючей струи), т.е. шаг x выбирался таким образом, чтобы в начальном участке струи он не превышал значения 0,05. Процесс вычисления продолжается до тех пор, пока максимальное значения температуры в поперечных плоскостях XOY и XOZ не сойдется на оси x .

Расчеты проводились в двух вариантах методики расчетов: с постоянством давления [3] и с учётом переменности давления [4] по пространственным координатам, а также проводится сравнения численных результатов.

В расчетах значения β коэффициента релаксации находится в интервале $0 < \beta < 1$. После некоторых пробных численных расчетов, длина факела которая хорошо согласовалась с экспериментами и численными результатами работ [3,5], выбрался $\beta = 0,5$.

Из численных результатов выявлено, что с учетом давления, тоже что без учета сравнения расширение профилей скоростей по осям OY и OZ показывают, что в трехмерных струях (пламени), по мере удаления от устья сопла, происходит перестройка течения, сопровождающаяся трансформацией трехмерного движения в двухмерное.

Анализируя эти графики, можно сделать заключение, что максимальному значению температуры потока соответствует минимальное значение плотности, что естественно, подтверждает физику процесса.

Из анализов полученных результатов вытекает, что для численного исследования дозвуковых течений с учетом переменности давления можно пренебречь.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мак-Гирк Дж.Дж., Роди В. Расчет трехмерных турбулентных свободных струй.// В. Сб. турбулентные сдвиговые течения .т.1. М.: Машиностроения, 1982, с. 72-88.
2. Ходжиев С., Аvezов А.Х., Муродов Ш.Н.. Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, истекающих из сопла прямоугольной формы, на основе алгебраической турбулентности. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Т., 2007, №3. с. 47-55.
3. Ходжиев С. Метод расчета неизобарических трёхмерных струй реагирующих газов, вытекающих из сопла прямоугольной формы// Суюкликлар куп фазали аралашмалар ва туташ мухитларда тулкинларни таркалишининг долзарб муаммолари. Тошкент. Фан. 2 қисм. 408-409 б.
4. A. Kh. Avezov, M.Sh. Akhmedov, M.Sh. Saidzhonova, F.B. Ata-Kurbanova. Numerical Simulation Of Three-Dimensional Turbulent Reacting Gas Jets Arising Nozzle Rectangular Based “K-ε” Turbulence Models. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST) ISSN: 3159-0040 Vol. 2 Issue 7, July – 2015
5. Ш.С. Йулдошев, Д. Наврузов. ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРЮЧЕГО НА ПАРАМЕТРЫ ФАКЕЛА Материалы конференции Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего стр. 73-75
6. З.Ш. Жумаев, Ш.С. Юлдашев, Ж. Жумаев. Об одном методе расчета турбулентного горения при подаче воды в зону факела

РАСЧЕТ МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ПРОТИВОПОТОЧНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИМИ СКОРОСТЯМИ СИММЕТРИЧЕСКОЙ Т-ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

Худойберганов.М.Ў¹, Дадабаев С.У², Неъматова Д.Э¹, Ботиров.И.Б.

s dusardor@mail.ru;

¹*Кафедра вычислительной математики и информационных систем, Национальный Университет Узбекистана, улица Университетская, 4, Ташкент, 100174, Узбекистан.*

²*Андижанский государственный университет, 170100, ул. Университетская, 129, Андижан, Узбекистан.*

Рассмотрим следующую симметрическую t-гиперболическую систему вида

$$\frac{\partial V}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial x} + B \frac{\partial V}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

Ибрагимов А.А., Мамуров Т.Т., Актамов Ш.Ш. ОБ ОДНОМ ИНТЕРВАЛЬНОМ ИТЕРАЦИОННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УЗЛОВЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ	323
Икрамов А.М., Полатов А.М., Жуманиёзов С.П., Сапаев Ш.О. РАСЧЕТ ДВУМЕРНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МКЭ	324
Имомназаров Б.Х., Имомназаров Х. Х., Урев М.В. НЕКОТОРЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ С СЕДЛОВЫМИ ТОЧКАМИ ВОЗНИКАЮЩИЕ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ И МНОГОСКОРОСТНОЙ ГИДРОДИНАМИКЕ	325
Исматуллаев Г.П., Мирзакабилов Р.Н. КУБАТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ	326
Каюмова Н.Н. ОБ ОДНОЙ ВЕСОВОЙ ОПТИМАЛЬНОЙ ПО ПОРЯДКУ СХОДИМОСТИ КУБАТУРНОЙ ФОРМУЛЕ В ПРОСТРАНСТВЕ $L_p^{(m)}(K_n)$	327
Ким В.А., Паровик Р.И. БИБЛИОТЕКА VOFDDE 1.0 В СРЕДЕ MAPLE ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРОБНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА ДУФФИНГА	329
Куповых Г.В., Клово А.Г., Тимошенко Д.В., Кудринская Т.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ	330
Макаров Д.В., Паровик Р.И. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИННЫХ ВОЛН Н.Д. КОНДРАТЬЕВА С ЭФФЕКТАМИ ПАМЯТИ	331
Махмудов Ж.М., Кулжанов Ж.Б., Исанов О. ЗАДАЧА ФИЛЬТРАЦИИ И ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ	332
Махмудов Ж.М., Назаров О.У., Сайдуллаев Д.З. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ СУСПЕНЗИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ КОНСОЛИДАЦИИ ОСАДКИ	333
Маматова Н.Х., Сайфуллаева Ш.Ш. ОПТИМАЛЬНОЙ РЕШЕТЧАТОЙ КУБАТУРНОЙ ФОРМУЛЫ С ПРОИЗВОДНЫМИ	334
Матякубов А.С., Раупов Д.Р. ОЦЕНКА ДЛЯ VLOW-UP СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫХ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ НЕДИВЕРГЕНТНОГО ВИДА	335
Мусурмонов Х.О., Шукуров А.М. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОСОСИММЕТРИЧНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН В УПРУГОМ СФЕРИЧЕСКОМ СЛОЕ	337
Нармурадов Ч. Б., Турсунова Б. А. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ НА СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПРИ ОДНОРОДНЫХ КРАЕВЫХ УСЛОВИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИНОМОВ ЧЕБЫШЕВА ВТОРОГО РОДА	337
Неъматова Д.Э., Рихсибоев Д.Р., Улашев А.Э., Каримов Д.К. РАСЧЁТ МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТОМ	339
Неъматова Д.Э., Рихсибоев Д.Р., Исмоилова Г.Б., Тураев З.У. РАСЧЁТ МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ГРАНИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИМИ ЗАДАЧАМИ	340
Нуралиев Ф.А., Уликов Ш.Ш. СИСТЕМЫ ТИПА ВИННЕРА –ХОПФА В ФАКТОРИЗОВАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА	343
Нуралиев Ф.А., Кузиев Ш.С., Йулдашов Ш.Ш. НОРМЫ ФУНКЦИОНАЛА ПОГРЕШНОСТИ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ С ПРОИЗВОДНЫМИ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА	344
Нуралиев Ф.А., Кульдашева М.Н. ОПТИМАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА	345
Олимов М., Студенкова Д., Парпиев С. ЧИСЛЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ	346
Паровик Р. И. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С НАСЛЕДСТВЕННОСТЬЮ	347
Полатов А.М., Икрамов А.М., Жуманиёзов С.П., Сапаев Ш.О. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ СОСТАВНЫХ ОБЛАСТЕЙ	348
Равшанов Н., Назаров Ш.Э., Боборахимов Б. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ С УЧЕТОМ НЕОДНОРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ	349
Салиева О.К., Муаззамов Б.Б. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СУШКИ ВИНОГРАДА	351