

$$\left. \begin{aligned}
 x=0: & \begin{cases} u=u_2, H=H_2, v_1=v_2, v=0 & \text{при } 0 \leq y \leq a \\ u=u_1, H=H_1, v_1=v_1, v=0 & \text{при } a < y \leq \infty \end{cases} \\
 x>0: & \begin{cases} \frac{du}{dy} = v = \frac{dH}{dy} = \frac{dv_1}{dy} = 0, & \text{при } y=0 \\ u \rightarrow u_1, v \rightarrow 0, H \rightarrow H_1, v_1 \rightarrow v_1 & \text{при } y \rightarrow y_\infty \end{cases}
 \end{aligned} \right\} (6)$$

-решалась численно с использованием двухслойной, неявной конечно-разностной схемы и методом немонотонной прогонки с итерациями.

Рассматриваемые поля течения покроем сеткой и во внутренних точках члены системы (1-5) заменим конечно-разностными аналогами с помощью следующих уравнений [5-6]:

$$g \frac{\partial z}{\partial x} = g_{i,j}^s (z_{i,j} - z_{i-1,j}) / \Delta x + O(\Delta x),$$

$$g \frac{\partial z}{\partial y} = g_{i,j}^s (z_{i,j+1} - z_{i,j-1}) / 2 \cdot \Delta y + O(\Delta y)^2 \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(g \frac{\partial z}{\partial y} \right) = \left[g_{i,j+\frac{1}{2}}^s (z_{i,j+1} - z_{i,j}) - g_{i,j-\frac{1}{2}}^s (z_{i,j} - z_{i,j-1}) \right] / \Delta y^2 + O(\Delta y)^2,$$

здесь $g_{i,j\pm\frac{1}{2}}^s = \frac{g_{i,j\pm 1} + g_{i,j}}{2}$ аппроксимирует нелинейные члены системы.

После вставки значений из (7) в (6) и выполнении некоторых преобразований мы получим трёхдиагональную систему уравнений, которая решается методом прогонки [4].

На основе вышеприведённого алгоритма составлена программа на языке Паскаль и получены параметры поля течения струи с использованием нижеследующих эмпирических данных:

$$Pr = 0,7; k = 0,2; c = 0,7.$$

В расчётах эмпирические константы были подобраны численно с условием наибольшего совпадения теоретических и экспериментальных данных.

Основные результаты расчетов приведены в виде графиков, сделаны соответствующие выводы. В частности, на рис.1 приведено сравнение расчётов осевых значений продольной скорости и турбулентной вязкости с экспериментальными данными работы [2] в изотермическом случае.

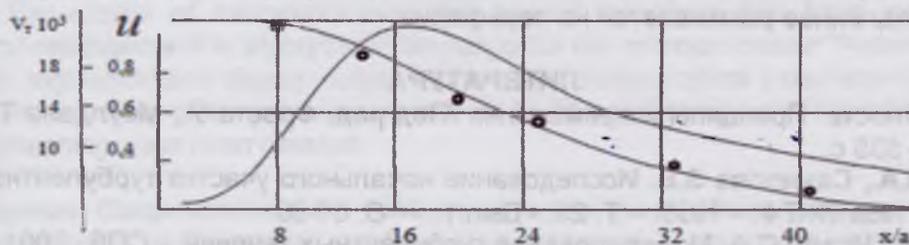


Рис. 1. Сравнение продольной скорости и турбулентной вязкости с экспериментальными данными [2]

Как видно из рисунка, интенсивное изменение турбулентной вязкости на оси происходит на границе переходного и основного участков струи, что подтверждается экспериментальными данными.



Uzбекиstan Respublikasi Vazirlar Mahkamasining
Ta'lim va Fan Vazirligi

ILMIY AXBOROTI

3/2016

• **BUXORO TARIXI**

Тулаганов А.А., Ҳайитов Ш.А. Бухоронинг мухтасар қомуси..... 2

• **ANIQ VA TABIIY FANLAR**

Дурдиев Д.К., Алимов Х.Н., Маматов М.Ш. Дробное интегро-дифференциальное исчисление и его приложения в теории дифференциальных игр преследования дробного порядка..... 5
 Каримов А.В., Джураев Д.Р., Тураев А.А., Ёдгорова Д.М., Абдулхаев О.А. Особенности чувствительности полупродниковых многофункциональных датчиков под внешним воздействием..... 11
 Курбанов К., Ганиева З.Г., Эргашев Ш.Ш. Определение механических воздействий на гидротехнические сооружения с помощью радиационных процессов в оптических волокнах..... 16
 Жумаев Ж., Юлдошев Ш.С., Қобилов К.Х. Исследование начального участка свободной струи с помощью однопараметрической модели турбулентности..... 21
 Гафуров К.Х., Файзиев Ш.И. Ибрагимов У.М. Разработка схемы и программы управления температурой и давлением растворителя в экстракционном контуре производства экстрактов из растительного сырья..... 25
 Юлдашев Х.Т., Хайдаров Б.З., Касымов Ш.С. Особенности газового разряда при малых межэлектродных расстояниях в ионизационной системе..... 32
 Inomova Sh.M. Matritsa xos son va xos vektorlarining tabiqlari..... 38
 Авлиякулов Н.Н., Ибрагимов М.Ю. Результативность внедрения системы менеджмента качества ИСО 9001-2008 на производственных предприятиях..... 43
 Усмонов Ф.Б., Ибодов Р.К., Ҳикматов Ф.С. Темир бетон конструкциялар ишлаб чиқариладиган гелиополигонларнинг узлуксиз ишлашини таъминлаш имкониятлари..... 48

• **TILSHUNOSLIK**

Бушуй Т.А. Языковой факт в общей лингвистике..... 54
 Попов Д.В. Риторические приёмы в посланиях Ивана Грозного..... 59
 Palzbeikova A.J. Russian proverbs: lexical categorization and representation of time in them..... 63
 Тошхўжаева Ш.Ф. Эркин Аъзам асарларида қўлланувчи варваризм ва вульгаризмларнинг лингво-поэтик хусусиятлари..... 68
 Тухтаходжаева Н.А. Инглиз ва ўзбек тилларидаги лингвокультуремаларнинг гендер хусусияти..... 75
 Тошева Д.А. Лингвокультурология ва унинг тадқиқ манбаи..... 80
 Юсупов О.Н. Бадиий матн: тушунча ва дифференциал хусусиятлар..... 85
 Эргашева Г.Қ. Рус ва ўзбек тилларида психологияга оид терминлар: маъно ва шакл муносабатларидаги ўхшаш ва фарқли жиҳатлар..... 89
 Салоҳидинова З.О. Стилистические ресурсы фразеологизмов в поэтическом идиостиле..... 94
 Ботирова А.Э. Мавхум отларнинг бириктириш қобилияти..... 98
 Очилова М.Р. Содда гап шаклидаги мақолларнинг лисоний хусусиятлари..... 101

• **ADABIYOTSHUNOSLIK**

Ўраева Д.С. Бадиий адабиётда хизматкор образининг тимсоллаштирилиши хусусида..... 104
 Ҳайитов Ш.А. Ҳилм асрори..... 110
 Чориев Т.Р. Абдурауф Фитратнинг Умар Хайём рубойларини ўрганиши ва наشري хусусида..... 115
 Сидоркова Л.Р. Особенности репрезентации концептосферы романа М. Булгакова «Белая гвардия»..... 122

Давронова Ш.Ф. Бадиий образ: анъана ва янгилик масаласи..... 126
 Қурбанов А.А. "Фарҳод ва Ширин"даги муаммолар: мазмун ва маҳорат муносабати..... 133
 Амонов У.С. Ғози Олим Юнусовнинг фольклор-шунослик фаолияти..... 138

• **NAVOIY GULSHANI**

Бекова Н.Ж. "Навоий қайси тил бирла сенинг ҳамдинг баён қилсун....."..... 143

• **FALSAFA VA HUQUQ**

Шарипова О.Т., Гуламова М.М. "Наводирул вақое "асарида инсон муаммоси..... 146
 Турдиматова И.Г. Суицид – глобал муаммо сифатида..... 151
 Очилов Ж.А. Глобал техноген цивилизациянинг гуманистик моҳияти..... 156
 Аминова Г.Б. Ахборотлашган жамиятда журналистиканинг ўзгариши, конвергенцияси ва сиёсий-ижтимоий, маданий ҳаётда туганган ўрни..... 160
 Эргашев Ш.Ҳ. Меҳнат шартномаси – ходим ҳуқуқларининг ишончли ҳимояси..... 165

• **TARIXSHUNOSLIK**

Ҳайитов Ш.А., Орзиев М.З., Иноятов М.Б. Бухоро қорақулининг жаҳоний шўхрати тарихий манбалар талқинида ("туркистон туплами" мисолида)..... 171
 Ҳамроев А.Х., Раҳмонова М.А. Унутилган тарих (ёхуд олийгоҳ ташкилотчиси Каримжон Ваҳобов ҳақида)..... 175

• **IQTISODIYOT**

Ҳамроев Ҳ.Р. Ўзбекистонда иқтисодий либераллаштириш йўлларида бири тўғрисида..... 181
 Qayimova Z.A. Bank tizimi barqarorligini oshirishning dolzarb masalalari..... 186

• **PEDAGOGIKA**

Турсунметов К.А., Шералиев С.С. Физпрактикумда анъанавий ва ноанъанавий методларнинг аналитик таҳлили..... 191
 Қодиров Р.Х., Музафарова Ф.Б. Циклик спорт турларига хос ишчанлик ва махсус чидамлик ўлчовлари тўғрисида..... 196
 Yodgorov N.J., Shukurov A.R. Chizmachilik fanining rivojlanish va o'qitilish tarixi haqida..... 200
 Абдуллаев М.Ж., Нарзуллаев Ф.А. Инновационные технологии в педагогике физической культуры и спорта..... 204
 Mattiyev I.B. Salomatlikni asrashga yo'naltilgan tafakkurni shakllantirish – davr talabi..... 208
 Саидов И.И. Мактабгача ва бошланғич таълимда жисмоний тарбия дарсларини соғломлаштиришга йўналтириш методикаси..... 213
 Tursunova O.F., Boltayeva Sh.A. Ona tili darslarida o'quv lug'atlaridan foydalanish imkoniyatlari..... 219
 Халимов М.К. Мухандислик графикаси фанидан талабанинг ўзлаштирган бидимини куникма ва малакага айлантириш..... 224

• **SAN'ATSHUNOSLIK**

Бойметов Б.Б., Азимов С.С., Азимова М.Б. Тасвирий санъат соҳасида мактаб яратган устоз..... 228

• **QUTLOV**

Қувватова Д.Х..... 234
 Фан олимпиадаси республика босқичи голиблари..... 236

• **E'LON**

"Бухоро давлат университети илмий ахбороти" журналида мақола эълон қилиш талаб ва шартлари..... 237-238

$$\left. \begin{aligned}
 x=0: & \begin{cases} u=u_2, H=H_2, v_1=v_2, v=0 \text{ при } 0 \leq y \leq a \\ u=u_1, H=H_1, v_1=v_1, v=0 \text{ при } a < y \leq \infty \end{cases} \\
 x>0: & \begin{cases} \frac{du}{dy} = v = \frac{dH}{dy} = \frac{dv_1}{dy} = 0, \text{ при } y=0 \\ u \rightarrow u_1, v \rightarrow 0, H \rightarrow H_1, v_1 \rightarrow v_1 \text{ при } y \rightarrow y_\infty \end{cases}
 \end{aligned} \right\} (6)$$

-решалась численно с использованием двухслойной, неявной конечно-разностной схемы и методом немонотонной прогонки с итерациями.

Рассматриваемые поля течения покроем сеткой и во внутренних точках члены системы (1-5) заменим конечно-разностными аналогами с помощью следующих уравнений [5-6]:

$$g \frac{\partial z}{\partial x} = g_{i,j}^s (z_{i,j} - z_{i-1,j}) / \Delta x + O(\Delta x),$$

$$g \frac{\partial z}{\partial y} = g_{i,j}^s (z_{i,j+1} - z_{i,j-1}) / 2 \cdot \Delta y + O(\Delta y)^2 \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(g \frac{\partial z}{\partial y} \right) = \left[g_{i,j+\frac{1}{2}}^s (z_{i,j+1} - z_{i,j}) - g_{i,j-\frac{1}{2}}^s (z_{i,j} - z_{i,j-1}) \right] / \Delta y^2 + O(\Delta y)^2,$$

здесь $g_{i,j\pm\frac{1}{2}}^s = \frac{g_{i,j\pm 1} + g_{i,j}}{2}$ аппроксимирует нелинейные члены системы.

После вставки значений из (7) в (6) и выполнении некоторых преобразований мы получим трёхдиагональную систему уравнений, которая решается методом прогонки [4].

На основе вышеприведённого алгоритма составлена программа на языке Паскаль и получены параметры поля течения струи с использованием нижеследующих эмпирических данных:

$$Pr = 0,7; k = 0,2; c = 0,7.$$

В расчётах эмпирические константы были подобраны численно с условием наибольшего совпадения теоретических и экспериментальных данных.

Основные результаты расчетов приведены в виде графиков, сделаны соответствующие выводы. В частности, на рис.1 приведено сравнение расчётов осевых значений продольной скорости и турбулентной вязкости с экспериментальными данными работы [2] в изотермическом случае.

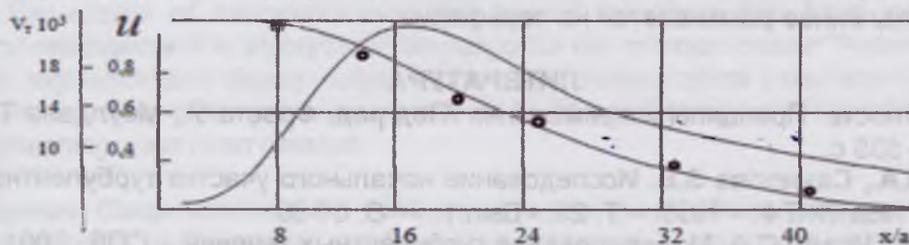


Рис. 1. Сравнение продольной скорости и турбулентной вязкости с экспериментальными данными [2]

Как видно из рисунка, интенсивное изменение турбулентной вязкости на оси происходит на границе переходного и основного участков струи, что подтверждается экспериментальными данными.

В настоящей работе рассмотрено истечение неизоэтермической турбулентной струи из круглого сопла радиусом a , распространяющееся в спутном потоке воздуха на основе однопараметрической модели турбулентности; исследованы влияния степени неизоэтермичности исходного потока на длину начального участка.

Считаем, что истечение струи ступенчатое и однородное, статическое давление в струе и в спутном потоке одинаково. Для облегчения решения задачи ось x направим вдоль струи, а ось y перпендикулярно к струе, это позволит рассмотреть одну половину струи.

Исходные значения задавали ступенчатые и однородные, или из экспериментальных данных работ [2-3-4]. Статическое давление в струе и в спутном потоке одинаково и равно атмосферному.

В этом случае, систему дифференциальных уравнений в приближении теории турбулентного пограничного слоя в безразмерном виде можно записать в виде [1]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{1}{y} \frac{\partial(\rho \vartheta y)}{\partial y} &= 0, \\ \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho \vartheta \frac{\partial u}{\partial y} &= \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left(\rho y \nu_T \frac{\partial u}{\partial y} \right), \\ \rho u \frac{\partial H}{\partial x} + \rho \vartheta \frac{\partial H}{\partial y} &= \frac{1}{y} \frac{1}{Pr} \frac{\partial}{\partial y} \left(\rho y \nu_T \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \left(1 - \frac{1}{Pr} \right) \cdot \\ &\cdot \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left[\rho y \nu_T \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u^2}{2} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$P = \rho RT \quad (2) \quad H = C_p T + \frac{u^2}{2} \quad (3)$$

В (1-3) все обозначения общепринятые [1], неизвестными являются $u, \vartheta, T, H, \rho, \nu_T$. Как видно, число уравнений -5, а число неизвестных -6. Для замыкания системы нужно найти соотношение для коэффициента турбулентной вязкости ν_T .

Для моделирования турбулентности в настоящее время используется два подхода. Первый состоит в использовании полуэмпирических гипотез, второй - в использовании дифференциальных уравнений. В последнее время все чаще используют дифференциальные уравнения, так как они позволяют учитывать предысторию турбулентности. Из-за преимущества дифференциального подхода для определения коэффициента турбулентной вязкости здесь используем однопараметрическую модель турбулентности в дифференциальной форме [1]:

$$\rho \cdot u \cdot \frac{\partial \nu_T}{\partial x} + \rho \cdot \vartheta \cdot \frac{\partial \nu_T}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\rho \cdot \nu_T}{Pr} \cdot \frac{\partial \nu_T}{\partial y} \right] + \rho \cdot \nu_T \cdot k \cdot \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right| + c \cdot \nu_T \cdot \left[u \cdot \frac{\partial \rho}{\partial x} + \vartheta \cdot \frac{\partial \rho}{\partial y} \right] \quad (4)$$

Система дифференциальных уравнений (1)-(3) с учетом (4), (5) при следующих граничных условиях

На рис. 2 приведены осевые профили избыточной скорости Δu при разных значениях неизотермичности $n = \rho_1 / \rho_2$. Видно, что степень неизотермичности существенно влияет на структуру течения, причем характер влияния качественно различен в зависимости от диапазона изменения n . С уменьшением n , т.е. с увеличением плотности основного потока, интенсивность перемешивания на начальном участке уменьшается, увеличивается начальный участок.

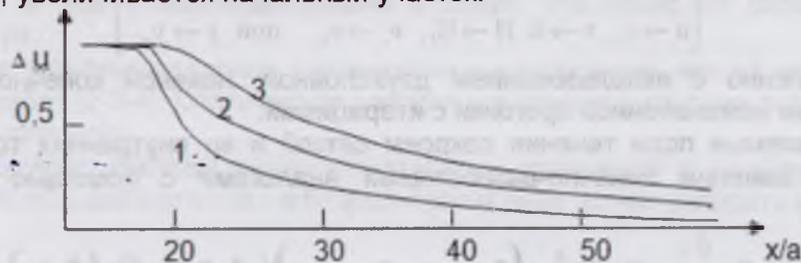


Рис. 2. Изменение относительной избыточной скорости вдоль струи
1) $n=5$; 2) $n=1,74$; 3) $n=0,8$

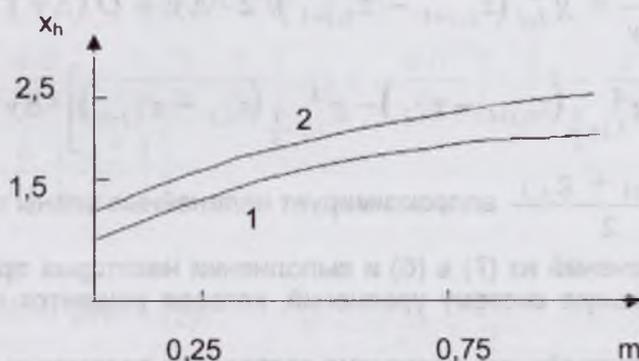


Рис. 3. Длина начального участка неизотермической струи в зависимости от спутности и неизотермичности
1) $n=1,74$; 2) $n=0,83$

На рис. 3 приведены расчетные распределения зависимости длины начального участка от параметра спутности $m = u_1 / u_2$ при разных значениях неизотермичности n . Видно, что максимальная длина начального участка наблюдается при стремлении к равенству скоростей смешивающихся потоков, причем струя с большей плотностью имеет большую длину ядра, чем струя с меньшей плотностью. Струя меньшей плотности быстрее смешивается с газом окружающей среды, тогда как струя большей плотности медленнее размывается на периферии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турбулентность. Принципы и применения /Под ред. Фроста У., Моулдена Т. – М.: Мир, 1980. – 535 с.
2. Ершин Ш.А., Сакипова З.Б. Исследование начального участка турбулентной струи сжимаемого газа //ЖТФ. - 1959. – Т. 29. - Вып.1. – С. 51-60.
3. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений. - СПб., 2001. – 108 с.
4. Фрик П.Г. Турбулентность: модели и подходы. – Пермь, 1998. – 148 с.
5. Белоцерковский О.М., Опарин А.М. Численный эксперимент в турбулентности. – М.: Наука, 2001. – 250 с.
6. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы. – М.: Высшая школа, 2008. – 480 с.

УДК 519.6

ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНОГО УЧАСТКА СВОБОДНОЙ СТРУИ С ПОМОЩЬЮ
ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Жумаев Жура

Доцент кафедры информационных технологий БухГУ

Юлдошев Шухрат Савриевич

Доцент кафедры информатики и информационных технологий БухИТИ

Кобилов Комилжон Хамидович

Магистр БухГУ

Таянч сўзлар: бошланғич соҳа, турбулент оқим, изотермик оқим, ноизотермик оқим, турбулентлик коэффициенти, турбулентликнинг бир параметрли модели, хусусий ҳосилалари дифференциал тенглама, чегаравий қатлам, икки қатламли, уч нуқтали ҳисоблаш схемаси, ҳайдаш усули.

Ключевые слова: начальный участок, турбулентное течение, изотермическое течение, неизотермическое течение, коэффициент турбулентности, однопараметрическая модель турбулентности, дифференциальное уравнение в частных производных, пограничный слой, двухслойный, трёхточечная схема, метод прогонки.

Key words: the initial section, turbulent flow, isothermal flow, non isothermal flow, turbulence coefficient, one-parameter model of turbulence, the differential equation in partial derivatives, boundary layer, dual-layer, three-point circuit, sweep method.

Мақолада турбулент режимдаги изотермик ва ноизотермик очиқ газ оқимлари бошланғич ва асосий соҳаларидаги параметрларни назарий ҳисоблашда турбулентлик коэффициенти учун ёзилган хусусий ҳосилалари дифференциал тенгламадан фойдаланилган.

В статье использовано дифференциальное уравнение в частных производных относительно коэффициента турбулентной вязкости для определения параметров начальных и основных участков изотермических и неизотермических течений свободных турбулентных струй.

The article analyzes differential equation in partial derivatives with respect to the eddy viscosity coefficient to determine the parameters of the initial and main sections of isothermal and non-isothermal flows of free turbulent jets.

Смешивание и распространение свободных турбулентных струй в спутном потоке широко распространено в химико-технологических процессах, пищевой промышленности, поливке полей методом капельных орошений, энергетике и других отраслях техники и народного хозяйства. В последнее время сфера интенсивного исследования и применения процессов тепло- и массообмена чрезвычайно расширилась. Она включает как ведущие направления техники (химические технологии, нефтеразработки и т.д.), так и основные естественные науки (биологию, теоретическую физику и др.).

Особую важность приобретает исследование законов движения в тепло- и массообменных процессах в вышеуказанных отраслях. В основном эти процессы происходят по законам распространения турбулентных струй газов в изотермических и неизотермических случаях.

Такие течения изучены достаточно широко с целью определения их переносных свойств. Теоретический и практический интерес представляет выяснение одной из важных характеристик переноса – коэффициента турбулентной вязкости. Применяемые в теоретических расчётах полуэмпирические модели турбулентной вязкости в основном описывают основной участок свободной турбулентной струи.