

3. Бажанов С. П., Гидаспова Е. Х., Муратов С. М. и др. Чувствительность к удару смесей металл — окислитель // ФГВ.— 1988.— 24, № 5.— С. 106—110.
4. Муратов С. М., Цыганков В. С., Постнов С. И. и др. Первый Всесоюз. симп. по макрокинетике и химической газодинамике.— Черногоровка, 1984.— Т. 2— С. 128—129.
5. ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования.— М.: Госстандарт, 1985.
6. Корольченко А. Я. Пожаровзрывобезопасность промышленной пыли.— М.: Химия, 1986.— 213 с.
7. ГОСТ 4545-88. Вещества взрывчатые. Методы определения чувствительности к удару.— М.: Госстандарт, 1988.
8. Афанасьев Г. Т., Боболев В. К. Иницирование твердых взрывчатых веществ ударом.— М.: Наука, 1968.— 176 с.
9. ГОСТ 12.1.010-80 ССБТ. Взрывобезопасность.— М.: Госстандарт, 1980.

г. Куйбышев

Поступила в редакцию 3/IV 1991,
после доработки — 26/XI 1991

УДК 536.46

Б. Ф. Бояришинов, Э. П. Волчков, В. И. Терехов

СТРУКТУРА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ СО ВДУВОМ И ГОРЕНИЕМ ЭТАНОЛА

С целью опытной проверки допущений, используемых в расчетных моделях, экспериментально исследована структура пограничного слоя с испарением и горением этанола. При скоростях обтекания до 70 м/с получены данные о полях скоростей, концентраций химических веществ, а также о распределении температур. Показано, что характер химического реагирования остается стадийным во всем рассматриваемом диапазоне режимов горения. Основные положения модели фронта пламени выполняются в ламинарном пограничном слое, когда существует тонкая неподвижная светящаяся поверхность. С увеличением скорости обтекания уровень средних температур и концентраций продуктов сгорания существенно снижается, однако подобие полей безразмерных параметров — скоростей, полных энтальпий и концентраций химических элементов — сохраняется.

Горение различных видов топлив и конденсированных систем связано, как правило, со вдувом горючего вещества в пограничный слой, содержащий окислитель. Газообразные продукты испарения или разложения материала стенки смешиваются с окислителем и реагируют в газовой фазе (рис. 1). Образующийся фронт пламени является источником тепла, продукты сгорания переносятся в двух противоположных направлениях: к стенке и к внешней границе. Согласно модели Шваба — Зельдовича [1, 2], при диффузионном горении течение разбивается на две зоны. Между стенкой и фронтом пламени ($0 < y < y^*$) — в зоне горючего — отсутствует кислород. Во внешней области — в зоне окислителя ($y^* < y < \delta$) — нет горючего, а кислород из ядра течения диффундирует к фронту горения. В предельном случае, когда химическое реагирование происходит на поверхности, имеет место режим, подобный гетерогенному горению.

Диффузионная модель Шваба — Зельдовича разработана для горения перемешанных газов в факелах с ламинарным фронтом пламени. Отличительная особенность рассматриваемого здесь случая состоит в наличии стенки, а также во влиянии турбулентности на процессы го-

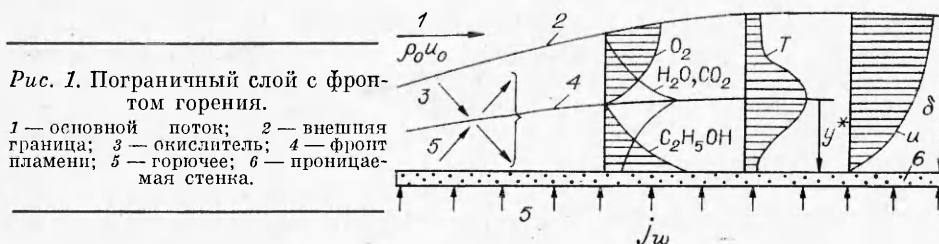


Рис. 1. Пограничный слой с фронтом горения.

1 — основной поток; 2 — внешняя граница; 3 — окислитель; 4 — фронт пламени; 5 — горючее; 6 — проницаемая стенка.

решения. Расчет пограничного слоя с химическими превращениями требует совместного решения динамической, диффузионной и тепловой задач с учетом уравнений химической кинетики, переменности теплофизических свойств, многокомпонентной диффузии и других факторов, что делает точное решение задачи чрезвычайно сложным. В связи с этим, важную роль в теории горения играют асимптотические методы [3—7]. Однако модельные представления, на которых они основаны, содержат ряд допущений, требующих подтверждения в опытах.

Исследованиям пограничных слоев со вдувом химически реагирующих веществ посвящен ряд экспериментальных [8—14] и теоретических работ, обзор которых можно найти в [15, 16]. Ограниченность опытных данных, характерная для подобного рода исследований, объясняется необходимостью проведения комплексных измерений полей скоростей, температур, состава газов, тепло- и массообмена. Слабо изученной к настоящему времени остается пульсационная структура пограничных слоев с горением, что затрудняет анализ механизма взаимодействия горения и турбулентности.

Данная работа посвящена экспериментальным исследованиям структуры пограничного слоя с фронтом горения, который образуется при вдуве в воздушный поток этилового спирта, испаряющегося со свободной поверхности жидкой пленки горючего. Опыты проведены в большом диапазоне скоростей набегающего потока и сопоставляются с данными работы [7].

Экспериментальная установка.

Методы исследования параметров реагирующего пограничного слоя

Опыты проведены на экспериментальной установке [7], представляющей собой аэродинамическую трубу разомкнутого типа с поперечным сечением рабочего капала $0,1 \times 0,1$ м и длиной 0,7 м. Боковые стенки выполнены из кварцевого стекла, что позволяло визуально наблюдать, а также измерять распределение скорости и ее пульсаций с помощью лазерного доплеровского анемометра. Нижняя поверхность измерительного участка образована четырьмя пористыми пластинами, имеющими размеры в плане $0,078 \times 0,078$ м каждая. Пластины выполнены из пержавеющей стали с размерами зерен $\sim 0,2 \cdot 10^{-3}$ м, пористость составляла 60 %.

Для исключения продольного градиента давления в рабочем канале верхняя крышка отсутствовала, и течение было подобно начальному участку пристенной затопленной струи. Опыты показали, что к концу измерительного участка ($L = 4 \times 0,08 = 0,32$ м) над пограничным слоем существует достаточно толстая область ($\sim 0,05$ м) невозмущенного воздушного потока. Таким образом, моделировались условия потенциального обтекания пористых пластин при нулевом продольном градиенте давления.

На входе в капал с помощью ряда выравнивающих решеток и сеток, а также конфузора с профилем Витошинского при поджатии 6,8 сформирован поток со степенью неоднородности 2 % и интенсивностью турбулентности на входе в капал 2 %. К концу измерительного участка из-за влияния процессов струйного смешения с неподвижным окружающим воздухом интенсивность турбулентности в ядре потока возрастала до 5 %. Для исключения влияния трехмерности потока, возникающей в углах рабочей части, ширина пористых пластин была на 0,02 м меньше ширины канала. Пространство между пластинами и боковыми стенками закрывалось теплоизоляционными экранами.

Система подачи жидкого горючего к пластинам обеспечивала постоянство его уровня, который находился в пределах пористого материала. Благодаря действию капиллярных сил, поверхность пластин оставалась влажной в процессе проведения экспериментов. Расход жидкого этанола, испаряющегося с поверхности пластин, измерялся поплав-

ковыми ротаметрами, протарированными массовым методом. Каждая из пластин имела две хромель-алюмелевые термопары, приваренные к поверхности, обращенной к газовому потоку. Выводы от спая, помещенные в стеклянные капилляры, укладывали на поверхности пластин перпендикулярно направлению воздушного потока. По показаниям этих термопар определялась температура стенки. Кроме того, в пространстве под пористыми пластинами и на боковой поверхности, которая не контактирует с газовым потоком, также имелись термопары, с помощью которых оценивались тепловые потери.

После поджигания устанавливался самоподдерживающийся режим горения, когда расходы этанола, испаряющегося с поверхности влажных пластин, определялись интенсивностью теплообвода от зоны горения. Предварительные испытания показали, что для обеспечения устойчивости пламени необходимо принять дополнительные меры, предотвращающие его срыв. В качестве стабилизатора использовался уступ высотой 2,7 мм, расположенный перед пористыми пластинами по всей ширине капала.

На основании тестовых испытаний при отсутствии горения установлено, что влияние стабилизатора сводилось к смещению эффективного начала пограничного слоя вверх по потоку и не сказывалось на законе трения. В этих опытах измерялись профили скорости и анализировалась зависимость толщины потери импульса от продольной координаты при различных скоростях обтекания гладкой стенки, установленной вместо пористых пластин. Профили средней и пульсационной скоростей совпадали с известными данными, в том числе и для обтекания пористых пластин. Однако в опытах с пористой стенкой установлено, что данные по коэффициентам трения заметно превышают соответствующие значения для гладкой непроницаемой поверхности. Это объясняется влиянием шероховатости пористой стенки. Величина параметра шероховатости $k^+ = k_s v^* / \nu = 30 \div 80$ соответствует переходной области от гидродинамически гладкой поверхности к вполне выраженной шероховатости. Здесь $k_s \approx 0,2$ мм — эффективная высота неровностей; $v^* = \sqrt{\tau_w / \rho}$ — скорость трения; ν — вязкость газа. С увеличением вдува влияние шероховатости снижается и при $j_w = \rho_w v_w / \rho_0 u_0 > 0,003$, что соответствует случаю испарения и горения этанола в пограничном слое, получены закономерности, характерные для гладкой стенки.

Скоростные напоры измеряли трубкой Пито из нержавеющей стали с внешним диаметром 1 мм и толщиной стенки 0,2 мм. В опытах с горением профили средних и пульсационных скоростей получены при использовании однокомпонентного лазерного доплеровского анемометра (ЛДА), работающего в следящем режиме по схеме с рассеянием вперед. Частицы кварцевого песка со средним размером ~ 1 мкм подавались в канал через узкую щель, расположенную в стабилизаторе так, что через измерительный объем пролетало не менее 1000 частиц в секунду. Сопоставление результатов измерений ЛДА и термоанемометром DANTEC, проведенных в изотермических условиях, дает хорошее соответствие.

Профили температур в турбулентном пограничном слое с горением при $T^* < 1700$ К измеряли платино-платинородиевой термопарой с диаметром проволоки 50 мкм, растянутой между двумя керамическими капиллярами диаметром 0,5 мм, отстоящими на расстоянии 5 мм друг от друга. В ламинарном пламени, в котором температура могла достигать значения 2300 К, чтобы избежать оплавления, применялись зонды из проволоки диаметром 0,2 мм. В этом случае радиационные потери определялись экспериментально и могли компенсироваться электроподогревом [7].

Распределение концентраций веществ в пограничном слое определялось отбором проб с последующим их анализом на газовом хроматографе Цвет-102. Кварцевый зонд с внешним диаметром 1,5 мм обеспечивал изокINETИЧЕСКИЙ непрерывный отбор газа из пламени. Проба подавалась на вход хроматографа и периодически вводилась в его газовый

тракт. Скорость отбора пробы подбиралась таким образом, чтобы отсутствовал перепад давления на входном отверстии (0,4 мм) зонда. Для предотвращения потери веществ, конденсирующихся при комнатной температуре (C_2H_4O , C_2H_5OH , H_2O), зонд пробоотборника, кап-дозатор и соединяющая их магистраль термостатировались при температуре $90^\circ C$ прокачкой горячей воды.

В пограничном слое регистрировались концентрации семи веществ — O_2 , N_2 , CO_2 , CO , H_2O , C_2H_5OH , C_2H_4O . После прохождения колонки длиной 3 м, заполненной сорбентом Полисорб-1 при $T = 130^\circ C$, от пробы отделялись и регистрировались на одном из плеч детектора CO_2 , H_2O , C_2H_4O и C_2H_5OH . Далее эти компоненты фиксировались в петле холодильника при температуре жидкого азота, а оставшиеся вещества (O_2 и N_2) разделялись на колонке с молекулярными ситами NaX (длина 3 м при комнатной температуре) и регистрировались после прохождения другого плеча детектора. Длина соединительных трубопроводов подбиралась так, что при прохождении через одно из плеч детектора бинарной смеси компонентов с газом-носителем через другое плечо проходил чистый газ-носитель (He). Таким образом, весь набор веществ анализировался за однократный ввод пробы, а время анализа сокращалось до 5 мин.

Хроматограф тарировали по газообразным веществам вводом различных доз этих веществ, а по конденсирующимся компонентам — по известным концентрациям насыщенных паров при различных температурах поверхности жидкости.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Опыты проведены в максимально возможном диапазоне скоростей (3—70 м/с), ограниченном срывом пламени. Наиболее подробные данные получены при скорости основного потока 10 м/с. На рис. 2, а представлены поля температур в пограничном слое с горением при постоянной скорости обтекания. Видно, что по мере удаления от начала измерительного участка толщина теплового пограничного слоя увеличивается, возрастает координата, соответствующая максимальным значениям температур (фронт пламени). При малой скорости обтекания ($u_0 = 3,3$ м/с) максимальное значение температуры во фронте $T^* \sim 2200$ К близко к адиабатической температуре сгорания этанола в воздухе (рис. 2, б). При этом фронт пламени представляет собой тонкую, практически неподвижную светящуюся поверхность. С увеличением скорости возбуждаются колебания зоны горения, она становится размытой, и лишь в непосредственной близости от стенки свечение отсутствует. Положение максимума средней температуры приближается к стенке, а ее уровень снижается. При $u_0 = 30$ м/с, например, температура во фронте прибли-

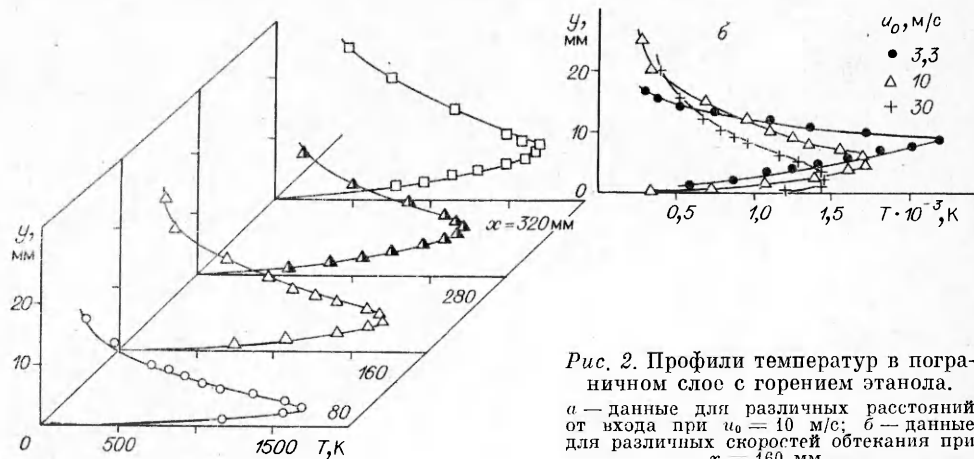


Рис. 2. Профили температур в пограничном слое с горением этанола.
 а — данные для различных расстояний от входа при $u_0 = 10$ м/с; б — данные для различных скоростей обтекания при $x = 160$ мм.

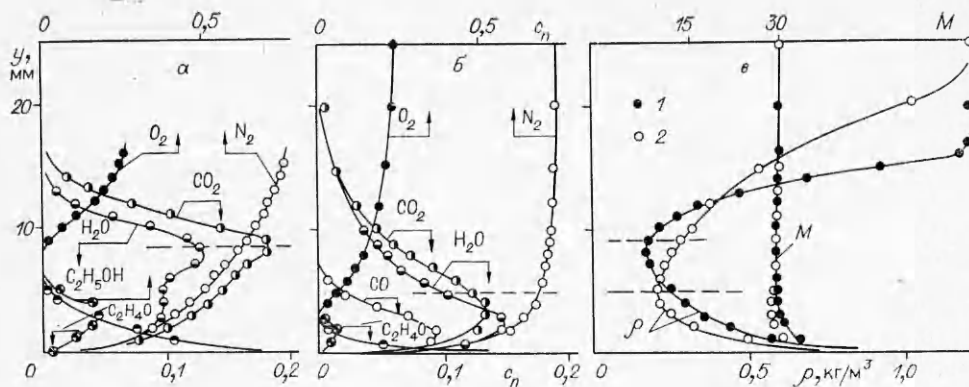
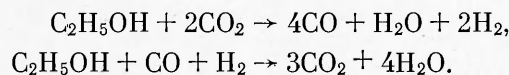


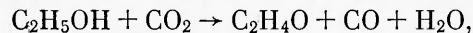
Рис. 3. Распределение веществ в реагирующем пограничном слое; $x = 160$ мм. а — ламинарный режим течения $u_0 = 3,3$ м/с; б — турбулентный режим $u_0 = 10$ м/с; в — профили плотности и молекулярной массы газовой смеси, $u_0 = 3,3$ (1) и 10 м/с (2).

зительно на 600 К ниже, чем при ламинарном режиме. Оценки, проведенные с использованием термопарных измерений зондом диаметром 20 мкм с компенсацией его тепловой инерции до частот ~ 300 Гц показали, что среднеквадратичные значения пульсаций температуры могут превышать 200 К. По данным [12] при горении азотоводородной смеси эта величина составляет 500 К.

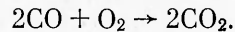
Распределение веществ по толщине пограничного слоя с горением показано на рис. 3. Для ламинарного режима фронт пламени (штриховая линия) совпадает с максимальными значениями концентраций конечных продуктов сгорания (CO_2 и H_2O), уровень которых несколько ниже стехиометрических значений. В области между стенкой и фронтом пламени как в ламинарном, так и при турбулентном горении (рис. 3, б) образуются промежуточные продукты — угарный газ и уксусный альдегид $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. В работе [15] предполагается, что в этой области может иметь место двухстадийная реакция типа



Однако наличие $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ свидетельствует в пользу первичного окисления этанола по реакции



а в самом фронте пламени угарный газ догорает:



Таким образом, анализ опытных данных говорит о сложном многостадийном механизме протекания химических превращений при горении этанола. Детальное исследование этих процессов не входило в задачу настоящей работы, так как тепловой эффект, имеющий значение для анализа процессов теплообмена и аэродинамики, согласно закону Гесса, не зависит от пути химических реакций.

Тепловыделение приводит к существенному снижению плотности газовой смеси ρ . Ее распределение по толщине пограничного слоя показано на рис. 3, в. Видно, что во фронте пламени величина ρ примерно в 6 раз ниже, чем в ядре течения. При этом молекулярная масса смеси за исключением области, непосредственно прилегающей к стенке, остается практически постоянной, близкой к молекулярной массе воздуха. Это связано с тем, что при горении углеводородов в воздухе определяющий вклад вносит азот, а влияние на молекулярную массу остальных веществ взаимно компенсируется. Полученные данные имеют значение при построении теоретических моделей теплового и диффузионного пограничных слоев с горением.

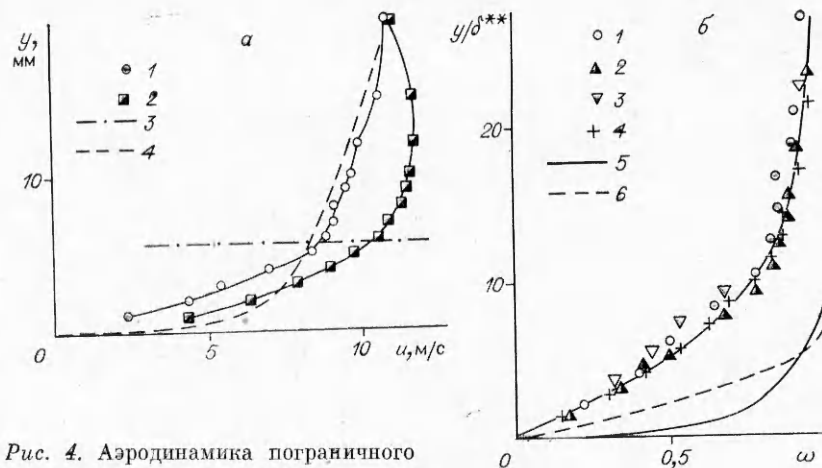


Рис. 4. Аэродинамика пограничного слоя с горением.

а — профили скорости, измеренные ЛДА (1) и трубкой Пито (2), $u_0 = 10$ м/с, $x = 160$ мм, 3 — фронт пламени, 4 — $\omega = (y/\delta)^{1/7}$; б — автомодельность течения ($u_0 = 10$ м/с): 1 — $x = 160$ мм, 2 — 200 мм, 3 — 240 мм, 4 — 280 мм, 5 — профиль для турбулентного пограничного слоя со вдувом, 6 — профиль Польгаузена.

Профили скорости в экспериментах определялись двумя методами: непосредственно с помощью ЛДА, а также по скоростному напору, измеренному трубкой Пито, с привлечением данных о распределении плотности: $u = \sqrt{2\Delta p/\rho}$. Сопоставление результатов этих измерений приведено на рис. 4, а. Видно, что при использовании трубки Пито получены завышенные значения скорости практически по всей толщине пограничного слоя. Наличие максимума в профилях скорости отмечалось ранее в [10] для горения в пограничном слое на внутренней стенке канала постоянного сечения. В этом случае из-за нарастания толщины пограничного слоя появляется градиент статического давления вдоль потока и возникает преимущественное направление для расширения газов в области тепловыделения, которое и приводит к формированию локального максимума скорости. В данном случае градиента давления не отмечалось, так как канал полукрытый. Причиной расхождения результатов измерений может быть наличие пульсаций плотности, связанных с пульсациями температуры. Проведенные оценки увеличения скоростного напора при измерениях трубкой Пито за счет вклада пульсаций плотности оказались близкими к экспериментальным данным, а также результатам расчетов [17]. При дальнейшем анализе использованы значения скорости, измеренные с помощью ЛДА.

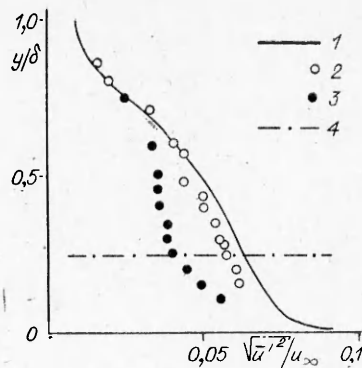
Профили скорости в различных поперечных сечениях представлены на рис. 4, б. Опытные данные обработаны в форме $\omega = u/u_0 = f(y/\delta^{**})$.

Здесь толщина потери импульса $\delta^{**} = \int_0^{\delta} \frac{\rho}{\rho_0} \omega(1-\omega) dy$. Видно, что профили практически совпадают между собой, что свидетельствует об автомодельности течения. Заметное отличие от результатов расчета говорит о сильном воздействии горения на профиль скорости.

Наличие зоны тепловыделения оказывает существенное влияние и на турбулентные характеристики течения. На рис. 5 сопоставляются результаты измерений продольных пульсаций скорости в пограничном слое. Видно, что уровень пульсаций заметно снижается по сравнению со случаем отсутствия горения. Такое подавление турбулентности объясняется влиянием уменьшения плотности газа и возрастанием вязкости в нагретой области потока. Подобный результат получен в расчетах [20] и наблюдался при экспериментальных исследованиях струй и факелов [19].

Один из важных вопросов теории пограничного слоя — анализ подобия процессов переноса импульса, энергии и вещества. Уравнения

Рис. 5. Интенсивность пульсаций продольной компоненты скорости; $u_0 = 10$ м/с, $x = 160$ мм.
1 — данные Клебанова [18] для пограничного слоя без горения; 2 и 3 — данные настоящей работы в опытах без горения и с горением; штрихпунктирная линия — фронт пламени.



переноса энергии и вещества, записанные для полных энтальпий и концентраций химических элементов, не содержат источников членов и по форме совпадают с уравнением сохранения импульса. Для подобных граничных условий и равенства $Pr = Sc = 1$ должна выполняться аналогия Рейнольдса $\omega = \Theta = \varphi$:

$$\frac{u}{u_0} = \frac{h - h_w}{h_0 - h_w} = \left(\frac{K - K_w}{K_0 - K_w} \right)_i \quad (1)$$

Полная энтальпия газовой смеси определяется с учетом теплоты образования сложного вещества из простых, которая включена в константу ΔH_{298}^0 :

$$h = \sum_n \left[\int_{298}^T c_{pn} dT + \Delta H_{298}^0 \right] \cdot c_n,$$

а обобщенная концентрация i -го химического элемента (O, N, C или H) находится суммированием по всем веществам

$$K_i = \sum_n a_{in} \cdot c_n,$$

где a_{in} — массовая доля i -го элемента в n -м веществе, концентрация которого равна c_n . Для рассматриваемых условий, когда в пограничном слое происходят сложные химические превращения, соотношение (1) требует экспериментальной проверки.

Опытные данные по безразмерным профилям скоростей, полных энтальпий и обобщенных концентраций, сопоставляются на рис. 6. Расстояние от стенки относилось к соответствующей толщине потери импульса, энергии или массы. Видно, что, несмотря на сложный характер изменения температуры и концентраций веществ в реагирующем пограничном слое (см. рис. 2, 3), профили полных энтальпий и обобщенных концентраций носят монотонный характер и совпадают с распределением скорости.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены данные, на основании которых представляется возможным проанализировать справедливость допущений, наиболее часто используемых при

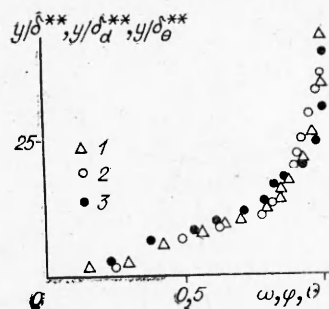


Рис. 6. Аналогия процессов переноса в пограничном слое с горением; $u_0 = 10$ м/с, $x = 280$ мм.

1 — относительная скорость; 2 — полная энтальпия; 3 — обобщенная концентрация.

создании расчетных моделей. К их числу относится приближение однофронтальной модели фронта горения, развитое в работах Шваба — Зельдовича, аналогия Рейнольдса, газодинамическая модель пограничного слоя, применяемая в асимптотической теории Кутателадзе — Леонтьева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шваб В. А. Исследование процессов горения натурального топлива.— М.: Госэнергоиздат, 1948.— С. 231—248.
2. Зельдович Я. Б. К теории горения перемешанных газов // ЖТФ.— 1949.— 19, № 10.— С. 1199—1210.
3. Вильямс Ф. А. Асимптотические методы в теории горения // Аэрокосм. техн.— 1987.— № 2.— С. 19—30.
4. Сполдинг Д. Б. Применение двухжидкостной модели турбулентности к проблемам горения // Там же.— 1987.— № 2.— С. 31—41.
5. Сполдинг Д., Ауслендер Г., Сандерем Т. Расчет тепло- и массообмена в турбулентном пограничном слое на плоской пластине при больших числах Re как при наличии, так и отсутствии химических реакций // Перевод ЦАГИ.— № 180.— 1966.
6. Кутателадзе С. С., Леонтьев А. И. Тепломассообмен и трение в турбулентном пограничном слое.— М.: Энергия, 1985.— 320 с.
7. Бояришинов Б. Ф., Волчков Э. П., Терехов В. И. и др. Турбулентный пограничный слой со вдувом реагирующих веществ // ФГВ.— 1981.— 17, № 6.— С. 21—28.
8. Беспалов И. В. Конвективный тепломассообмен на пористой пластине при горении в пограничном слое // Тепло- и массоперенос: Материалы IV Всесоюз. совещ.— Минск, 1972.— Т. 1, ч. 3.— С. 48—56.
9. Kulgein N. G. Transport processes in a combustible turbulent boundary layer // J. Fluid Mech.— 1962.— 12.— Р. 417—437.
10. Джонс Д., Изаксон Л., Врик С. Турбулентный пограничный слой при наличии подвода массы, горения и градиента давления // РТК.— 1971.— 9, № 1.— С. 122—130.
11. Вулдридж К., Маззи Р. Измерение турбулентности в пограничном слое с подводом массы и горением // Там же.— 1966.— № 11.— С. 159—168.
12. Ueda T., Mizomoto M., Ikai S. Thermal structure of a flat plate turbulent boundary layer diffusion flame // Bul. of JSME.— 1983.— 26.— 399—405.
13. Ерошенко В. М., Кузнецов В. Е., Мотулевич В. П. и др. Экспериментальное исследование теплообмена в химически реагирующем пограничном слое // Теплофизические свойства и газодинамика высокотемпературных сред.— М.: Наука, 1972.
14. Батневский В. Л., Сергеев Г. Т. Тепло- и массообмен в реагирующем пограничном слое на пористой поверхности // Изв. АН БССР. Сер. энерг. наук.— 1974.— № 4.— С. 54—61.
15. Сергеев Г. Т. // Основы тепломассообмена в реагирующих средах.— Минск: Наука и техника, 1977.— 231 с.
16. Волчков Э. П., Терехов В. И. Турбулентный тепломассоперенос в пограничном слое при наличии химических реакций // Процессы переноса в высокотемпературных и химически реагирующих потоках.— Новосибирск, 1982.— С. 13—39.
17. Абрамович Г. Н., Крашенинников С. Ю., Секундов А. Н. и др. Турбулентное смешение газовых струй.— М.: Наука, 1974.
18. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя.— М.: Наука, 1969.— 742 с.
19. Устименко Б. П., Змейков В. Е., Шишкин А. А. Термометрические методы исследования турбулентности в газовых потоках и факелах.— Алма-Ата: Наука, 1983.— 180 с.
20. Либрович В. Б., Лиенцин В. И. О балансе пульсационной энергии в реагирующих турбулентных потоках // ПМТФ.— 1975.— № 4.— С. 74—84.

г. Новосибирск

Поступила в редакцию 25/VII 1991

УДК 614.841.12

А. Ф. Пантелеев, Г. А. Попков, Ю. Н. Шебеко

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ИСПАРЕНИЕ И ГОРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Экспериментально исследовано влияние электрического поля на скорость испарения органических горючих жидкостей (ацетон, этанол, пентан) и тепловой поток от пламени к их поверхности. Наличие неоднородного поля приводит к возрастанию скорости испарения при положительной и отрицательной полярности подавае-