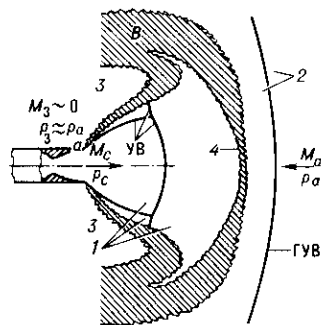


ке $x_{\text{нв}}$, а иногда выходят за её пределы. В большинстве расчётных методик обычно рассматривают только первую «бочку», поскольку она содержит наиб. интенсивные ударные волны, а дальнейшее течение считают изобарическим.

Своеобразная картина течения возникает при истечении сверхзвуковой С. большой нерасчётности в сверхзвуковой встречный поток (рис. 4 и 5). Рассматривая движение от-

Рис. 4. Схема течения в сверхзвуковой струе, вытекающей во встречный поток: 1—область течения газа, выходящего из сопла; 2—область встречного потока; 3—область застойного течения; 4—«критическая» точка; В—область вязкого перемешивания.



носителю сопла, из к-рого вытекает С., можно выделить 3 характерные области: область 1, в к-рой газ вытекает из сопла, с числом M_c при давлении p_c . В этой области расположена система ударных волн — УВ (рис. 4), близкая по форме к системе волн, наблюдающейся в сверхзвуковой затупленной С. большой нерасчётности n . Область 2 встречного потока, в к-ром перед головной ударной волной (ГУВ) число Маха — M_a и статич. давление — p_a . Область 3, к-рую приблизительно можно рассматривать как застойную с числом $M_3 \sim 0$ и давлением $p_3 \approx p_a$. Вблизи границ течения в С. и областях внеш. пространства 2 и 3 образуется слой вязкого перемешивания В. Обтекание внеш. газом области течения в С. аналогично картине обтекания сверхзвуковым потоком затупленного тела. Течение в области точки 4 близко к течению вблизи критич. точки затупленного тела.

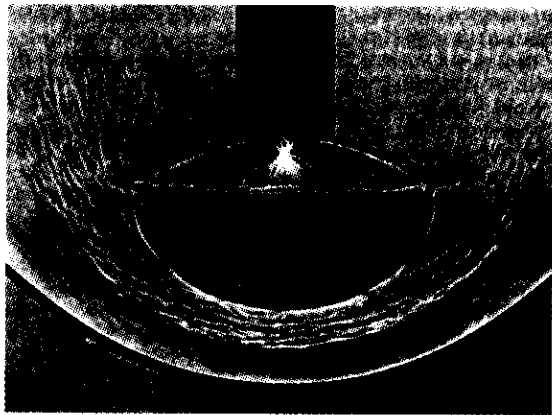


Рис. 5. Теневая фотография сверхзвуковой струи, вытекающей во встречный поток.

Информация о распределении скорости, темп-ры, концентрации компонентов в сечениях С., расположенных на выбранном расстоянии от среза сопла, необходима для определения силовых и тепловых нагрузок на стартовые сооружения и элементы конструкций ракетных и самолётных комплексов, на лопатки газовых турбин и др. Та же информация необходима для расчёта излучения С. в широком диапазоне длин эл.-магн. волн. Существенно также акустич. поле, возникающее в области распространения С., т. к. турбулентная С. генерирует и акустич. волны. Акустич. мощность, излучаемая С. реактивного двигателя, составляет ок. 1% от общей мощности двигателя; она пропорциональна восьмой степени скорости потока у сре-

за сопла. Уровень шума достигает 150—165 дБ, а спектр частот охватывает более 7 октав.

Разработано большое кол-во полуэмпирич. и численных методов расчёта течения в газовых С., использующих ЭВМ и дающих возможность рассчитать турбулентные и ламинарные, дозвуковые и сверхзвуковые, в т. ч. нерасчётные, С. с учётом двухфазности, хим. реакций в слое смешения, неравномерности течения и др. Однако поставленная задача не является решённой окончательно. Даже самые совершенные расчётные методы используют для получения решения эмпирич. законы турбулентного перемешивания, скорости хим. реакций, интенсивности излучения, полученные в условиях, не позволяющих считать эти законы универсальными.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Гидродинамика, 4 изд., М., 1988; Теория турбулентных струй, 2 изд., М., 1984; Карпман И. М., Истечение недорасширенной струи во встречный сверхзвуковой и дозвуковой поток, «Изв. АН СССР, МЖТ», 1977, № 1, с. 89; Сверхзвуковые неизобарические струи газа, М., 1985; Газодинамика сверхзвуковых неизобарических струй, М., 1989.

М. Я. Юдолович.

СТРУЯ АДРОННАЯ — рождённая в одном акте взаимодействия группа адронов, для к-рых продольная по отношению к суммарному импульсу компонента импульса каждого адрона много больше его поперечной компоненты. Релятивистским образом С. а. служит изолированная в пространстве скоростей (см. *Относительности теория*) группа адронов с минимальным в её системе центра масс (с. ц. м.) среднеквадратичным поперечным импульсом по отношению к некоторому направлению, называемому осью струи. Это условие служит фактически критерием выбора оси С. а.

По совр. представлениям, С. а. представляет собой продукты фрагментации (превращения) в адроны *кварков*, *глюонов* и, возможно, др. *партонов* (напр., дикварков), обладающих цветovým зарядом и не наблюдаемых в свободном состоянии (см. *Удержание цвета*).

Чётко выделенные С. а. наблюдаются в неупругих *жестких процессах* при высоких энергиях сталкивающихся частиц. Так, 2- и 3-струйные события хорошо наблюдаются при аннигиляции электрона и позитрона, 4-струйные — при аннигиляции протона и антипротона (рис. 1). Эфф. сечения рождения и их характерные черты хорошо описываются *квантовой хромодинамикой* (КХД).

Осн. характеристики С. а. — распределение адронов по поперечному импульсу, к-рое имеет экзотеннич. характер со ср. поперечным импульсом прилб. 300 ГэВ/с, и распределение по доле z продольного импульса по отношению к полному импульсу струи [точнее,

$$z = p_{\text{адр}} / \sum_i p_{\text{адр}}^i, \quad n, \quad \text{где суммирование проводится по всем адронам струи}$$

с 4-импульсами $p_{\text{адр}}$, а n — светоподобный (нулевой) 4-вектор ($n^2 = 0$), равный в с. ц. м. струи единичному вектору, направленному вдоль оси струи]. При этом глюонные струи имеют больший ср. поперечный импульс, большую *многожесткость* и более мягкое распределение

Рис. 1. Стереофотография адронных струй в аннигиляции протона и антипротона с энергией 900 ГэВ, полученная на большой стримерной камере в ЦЕРНе.

