

При обтекании тела сжимаемым газом возникают области с неоднородным распределением плотности (поля градиентов плотности), отд. участки к-рых по-разному отклоняют проходящий через них луч света.

В простейшем, т. е. теневого методе (рис. 7, а), пучок света, выходящий из точечного источника, проходит

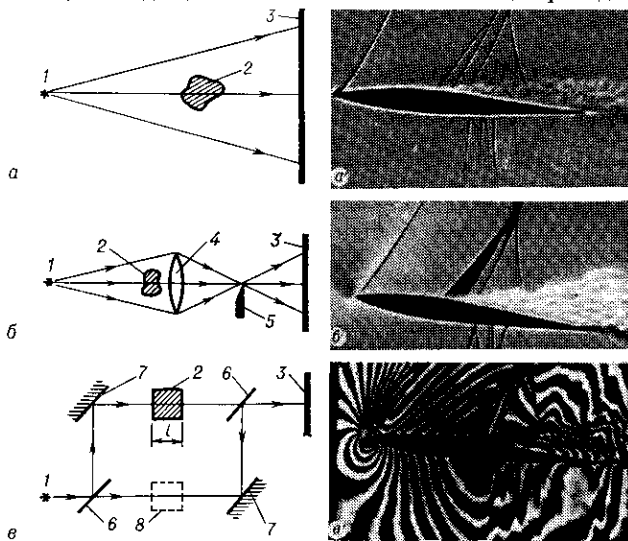


Рис. 7. Оптические методы исследования полей плотности (слева — схема метода, справа — фотографии обтекания крыла самолёта, полученная этим методом): а — теневого метода; б — метод Теллера; в — интерференционный метод с использованием интерферометра Маха — Цендера; 1 — источник света; 2 — исследуемая область течения; 3 — экран; 4 — линза; 5 — нож Фуко; 6 — полупрозрачные зеркала; 7 — непрозрачные зеркала; 8 — компенсатор.

через исследуемое поле и, освещая экран, даёт на нём изображение областей течения, в к-рых изменяется вторая производная плотности $\partial^2\rho/\partial x^2$, напр. ударные волны, граница струи и т. п. В более сложном «шпирен»-методе, или методе Теллера (см. *Теневого метода*), пучок света (рис. 7, б), прошедший исследуемое поле, фокусируется при помощи линзы или вогнутого зеркала на кромку острой непрозрачной пластины — ножа Фуко. Этот метод чувствителен к первой производной и позволяет, используя фотометрию и эталон освещённости, получать абсолютные значения плотности в исследуемом поле.

Метод исследования с использованием интерферометра Маха — Цендера также основан на зависимости между плотностью газа и коэф. преломления (рис. 7, в). Искомая плотность $\rho = \rho_0 + m\lambda/\eta l$, где ρ_0 — плотность газа в компенсаторе, λ — длина волны света, l — ширина рабочей части аэродинамич. трубы, $\eta = (n-1)\rho$, m — относит. смещение интерференц. полосы на экране.

В разреженных газах для исследования полей плотности и темп-ры используют измерение интенсивности свечения молекул, возбуждённых электронным лучком (рис. 8). Интенсивность свечения в видимом диапазоне спектра связывается тарировочной зависимостью с плотностью газа, а в рентгеновском диапазоне — с темп-рой. Пучок электронов, движущихся от электронной пушки 1 к коллектору 2, возбуждает молекулы газа. Излучение возбуждённых молекул регистрируется приёмником 3; перемещающаяся область 5 в исследуемое поле 4, получают характеристики течения. Теневого и интерферометрич. методы применимы для исследования плоских и осесимметричных течений. В сочетании с искровым источником света этими методами широко пользуются для исследования обтекания свободно летящих моделей и баллистич. установках.

Измерение температуры газовых потоков. В потоке с большой скоростью обычно

рассматривают две темп-ры: статич. (термодинамич.) темп-ру T и темп-ру заторможенного потока $T_0 = T + v^2/2c_p$. Очевидно, что $T_0 \rightarrow T$ при $v \rightarrow 0$. В вязком газе, обтекающем твёрдую поверхность, скорость на стенке равна нулю, и любой неподвижный насадок, установленный в воздушном потоке, измерит темп-ру,

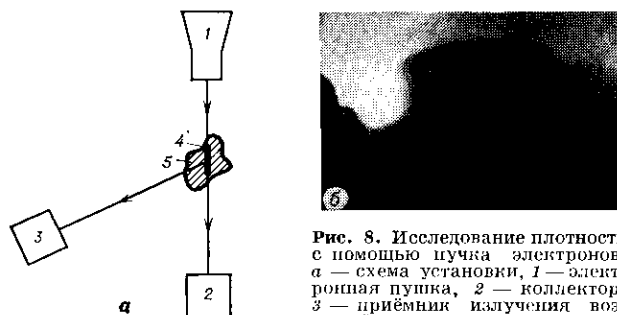


Рис. 8. Исследование плотности с помощью пучка электронов: а — схема установки, 1 — электронная пушка, 2 — коллектор, 3 — приёмник излучения возбуждённых молекул, 4 — исследуемое поле, 5 — излучающая область; б — фотографии течения нерасчётной сверхзвуковой струи, втекающей в камеру с давлением 6 Па, полученная поперечным сканированием пучка электронов.

близкую к темп-ре торможения T_0 . В показания прибора необходимо внести целый ряд поправок, связанных с наличием утечек тепла, коэфф. восстановления темп-ры и др. При помощи насадков (рис. 9), в к-рых измерит. элементом обычно служит терморара или термометр сопротивления, удаётся измерять темп-ру $T_0 \ll 1500$ К.

В случае, когда темп-ра текущего газа достаточно высока, можно с удовлетворит. точностью измерять статич. темп-ру, используя методы *пирометрии оптической*. В потоках холодных газов для получения статич. темп-ры иногда используют методы УЗ-анемометрии, позволяющей измерять скорость звука a и получать значения T из равенства $a = \sqrt{kRT}$, где R — газовая постоянная.

Измерение температуры поверхности тел, находящихся в потоке газа, необходимо вести при исследовании теплообмена, эффективности теплозащитных покрытий и др. Для этой цели используются терморары и термометры сопротивления, в том числе плёночные, устанавливаемые на исследуемой поверхности. Применяются также термокраски, изменяющие цвет при достижении «пороговой» температуры, а при достаточных больших значениях темп-ры — оптич. методы, позволяющие определять темп-ру по интенсивности излучения в ИК- или видимом диапазоне длин волн.

При измерениях тепловых потоков в А. э. обычно используется метод нестационарного нагрева тела. При этом в результате измерений получают зависимость dT_w/dt , где T_w — темп-ра поверхности и t — время. Величину теплового потока находят из решения ур-ний баланса тепла, поступающего к поверхности тела, излучаемого этой поверхностью в окружающее пространство и распространяющегося от поверхности внутрь тела. В нек-рых случаях поток тепла измеряют калориметрами, устанавливаемыми в модели и работающими при $T = \text{const}$.

Для теплозащиты посадочных ступеней космич. аппаратов и головных частей баллистич. ракет часто

используется метод нестационарного нагрева тела. При этом в результате измерений получают зависимость dT_w/dt , где T_w — темп-ра поверхности и t — время. Величину теплового потока находят из решения ур-ний баланса тепла, поступающего к поверхности тела, излучаемого этой поверхностью в окружающее пространство и распространяющегося от поверхности внутрь тела. В нек-рых случаях поток тепла измеряют калориметрами, устанавливаемыми в модели и работающими при $T = \text{const}$.

Для теплозащиты посадочных ступеней космич. аппаратов и головных частей баллистич. ракет часто

используется метод нестационарного нагрева тела. При этом в результате измерений получают зависимость dT_w/dt , где T_w — темп-ра поверхности и t — время. Величину теплового потока находят из решения ур-ний баланса тепла, поступающего к поверхности тела, излучаемого этой поверхностью в окружающее пространство и распространяющегося от поверхности внутрь тела. В нек-рых случаях поток тепла измеряют калориметрами, устанавливаемыми в модели и работающими при $T = \text{const}$.

Для теплозащиты посадочных ступеней космич. аппаратов и головных частей баллистич. ракет часто

используется метод нестационарного нагрева тела. При этом в результате измерений получают зависимость dT_w/dt , где T_w — темп-ра поверхности и t — время. Величину теплового потока находят из решения ур-ний баланса тепла, поступающего к поверхности тела, излучаемого этой поверхностью в окружающее пространство и распространяющегося от поверхности внутрь тела. В нек-рых случаях поток тепла измеряют калориметрами, устанавливаемыми в модели и работающими при $T = \text{const}$.

Для теплозащиты посадочных ступеней космич. аппаратов и головных частей баллистич. ракет часто