

полагается на боковой поверхности трубки и служит для измерения статич. давления p . Геом. форма Т. и, форма отверстий и расстояния от них до носика трубки выбираются так, чтобы давление в боковых отверстиях по возможности мало отличалось от статич. давления в исследуемой точке потока. Небольшое несоответствие давлений учитывается поправочным коэф. ξ , k -рый определяют калибровкой. Зная p и p_0 , вычисляют скорость потока v на основании *Бернулли уравнения*. Для несжимаемой жидкости ($v = \sqrt{2\xi(p_0 - p)}$) плотность ρ может быть найдена по *Клапейрона уравнению* или др. способом. При скоростях воздуха выше 50—60 м/с необходимо учитывать сжимаемость воздуха.

Трубка Пито—Прандтля применяется также для определения v и *Маха числа* M в сверхзвуковом потоке. В этом случае перед трубкой образуется *ударная волна* и измеряемое в центр. отверстия давление практически равно давлению торможения p'_0 за прямой ударной волной. При известном из др. измерений давлении изэнтропич. торможения p_0 по величине отношения p'_0/p_0 можно определить M в потоке перед трубкой. Измеряемые трубкой значения p_0 или p'_0 (соответственно при дозвуковой или сверхзвуковой скорости) почти не зависят от угла между вектором местной скорости и осью трубки, пока этот угол не превышает 15—20°, но значения статич. давления p сильно зависят от этого угла даже при небольшой его величине.

При малых скоростях потока ($v < 6$ м/с) или при больших разрежениях, когда *Рейнольдса число* $Re < 300$, наблюдается значит. возрастание коэф. ξ . Трубка Пито—Прандтля можно пользоваться и при очень малых Re , включая и свободномолекулярное течение (см. *Динамика разреженных газов*) (при $M/Re > 1$), однако её практич. применение для этих течений наталкивается на ряд трудностей, связанных с калибровкой и измерением весьма малых абс. давлений.

Для измерения скорости потока существует множество модификаций трубки Пито—Прандтля (трубки Брабе, Лосиевского, Престона и др.); кроме того, скорость определяют *Вентури трубкой*. Направление потока измеряют цилиндрич. и сферич. насадками, комбинациями из трёх расположенных под углом друг к другу трубок Пито и т. д., показания k -рых очень чувствительны к направлению потока.

Для исследования полей скоростей в *пограничном слое* потока вязкой жидкости или газа вблизи твёрдой стенки применяется трубка Стэнтона, измеряющая скоростной напор в потоке с большим вертикальным градиентом скорости (рис. 2); она устанавливается непосредственно на

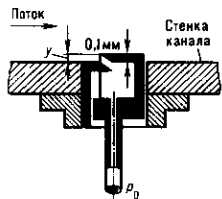


Рис. 2. Схема трубки Стэнтона.

поверхности обтекаемого тела и перемещается по вертикали микрометрич. винтом. Измеренное трубкой давление относится к эфф. расстоянию от стенки, определяемому из калибровки. Скорость вычисляют по разности полного давления, измеренного трубкой, и статич. давления на стенке канала.

Лит. Физические измерения в газовой динамике и при горении, пер. с англ., ч. 1—2. М., 1957; Горлин С. М., Слезингер И. И., Аэромеханические измерения, М., 1964.

ТУЛИЙ (лат. *Tulium*), Tm, — хим. элемент III группы периодич. системы элементов, ат. номер 69, ат. масса 168,9342; относится к лантаноидам. В природе представлен стабильным ^{169}Tm . Конфигурация внеш. электронных оболочек $4s^2p^6d^{10}f^{12}5s^2p^6d^16s^2$. Энергии последоват. ионизации равны 6,181, 12,05, 23,7, 42,7 эВ. Кристаллохим. радиус атома Т. 0,174 нм, радиус иона Tm^{3+} 0,085 нм.

Значение электроотрицательности ок. 1,3. Работа выхода электронов 3,12 эВ.

В свободном виде — мягкий серебристо-серый металл. Кристаллич. решётка гексагональная плотноупакованная с параметрами $a = 253,74$ пм и $c = 555,8$ пм. Плотность $9,314$ кг/дм³, $t_{\text{пл}} = 1545$ °С, $t_{\text{кип}}$ ок. 1950 °С, теплоёмкость $c_p = 27,06$ Дж/(моль·К), теплота плавления 16,88 кДж/моль, теплота сублимации 215,8 кДж/моль, теплота кипения 191,1 кДж/моль. Темп-ра Дебая 167 К. Ферромагнетик, магн. восприимчивость $154 \cdot 10^{-9}$ (при 20 °С), точка Кюри 22 К. Уд. электрич. сопротивление 0,90 мкОм·м (при 20 °С), температурный коэф. электрич. сопротивления $1,95 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ (при 0—100 °С). Теплопроводность монокристаллич. Т. 14—24 Вт/(м·К) (при 300 К), температурный коэф. линейного расширения $13,3 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (при 298 К). Тв. по Бринеллю Т. чистой 99% 539,6 МПа.

Степень окисления +3 и, редко, +2, по хим. свойствам схож с лантаноидами иттриевой подгруппы. Применение Т. ограничено малой доступностью. Его используют какgetter, применяют в радиоэлектронике и для др. целей. Широко используется (в дефектоскопах и др. радионуклидных приборах) искусственно полученный ^{170}Tm (β^- -распад и электронный захват; $T_{1/2} = 128,6$ сут). С. С. Бердосов.

ТУМАННОСТИ — участки *межзвёздной среды*, выделяющиеся своим излучением или поглощением излучения на фоне неба. Ранее Т. наз. всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 20-х гг. 20 в. выяснилось, что среди таких Т. много галактик (напр., туманность Андромеды). После этого термин «Т.» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле.

Т. делятся на светлые и тёмные. Последние видны благодаря поглощению излучения расположенных за ними источников. Светлые Т. делятся на самосветящиеся и отражательные — рассеивающие свет звёзд. В самосветящихся Т. источником энергии, приводящим к свечению, является либо эл.-магн. излучение (чаще всего УФ-излучение звёзд), ионизирующее и нагревающее вещество Т. (Т., ионизованные излучением), либо ударные волны.

Нередко Т. делят на газовые и пылевые. Такое деление условно, т. к. во всех Т. имеются газ и пыль примерно в одинаковой пропорции (как и везде в межзвёздной среде, в Т. имеются также магн. поля и *космические лучи*). Пылевыми обычно наз. такие Т., оптич. проявления k -рых обязаны пыли (тёмные Т., отражательные Т.), а газовыми — Т., в k -рых в оптич. диапазоне светится преим. газ (Т., ионизованные излучением, и Т., созданные ударными волнами). В далёком ИК-диапазоне в большинстве Т. преобладает излучение пыли. Таковы, напр., объекты Беклина — Нейгсбауэра и Клеймана — Лоу в туманности Ориона.

Тёмные туманности (ТТ) — плотные (обычно молекулярные) облака *межзвёздного газа* и *межзвёздной пыли*, непрозрачные из-за *межзвёздного поглощения* света пылью. Обычно видны на фоне светлых Т. (рис. 1, а). Реже ТТ видны прямо на фоне звёздного неба в области Млечного Пути. Таковы Т. «Угольный мешок» и множество более мелких, наз. гигантскими и глобулами (рис. 1, б). Оптич. толщина ТТ в оптич. диапазоне колеблется обычно от 1 до 100, а в отд. сгустках внутри них (в k -рых часто происходит *звездообразование*) может быть намного больше. Как правило, ТТ имеют волокнистую структуру, обусловленную магнитогидродинамич. неустойчивостями.

Отражательные туманности (ОТ). Чаще всего ОТ освещается одной звездой. На высоких галактич. широтах ОТ подсвечиваются совокупным излучением звёзд диска Галактики. Если звезда находится в облаке или рядом с ним, но недостаточно горяча, чтобы ионизовать вокруг себя значит. кол-во межзвёздного водорода, то Т. светится гл. обр. за счёт рассеяния света звезды пылью. Нек-рые ОТ имеют кометообразный вид и наз. кометарными Т. (рис. 1, в). В «голове» такой Т. находится обычно перемещающаяся звезда типа Т Тельца, освещающая Т. Возникновение этих Т. связано с эволюцией глобул в зонах Н II. Редкой разновидностью ОТ является световое эхо.