

**ПИРОМЕТРИЯ ОПТИЧЕСКАЯ** (от греч. *pyr* — огонь и *metrēō* — измеряю) — совокупность оптических (бесконтактных) методов измерения темп-ры. Почти все оптич. методы основаны на измерении интенсивности теплового излучения (иногда — поглощения) тел. Интенсивность теплового излучения резко убывает с уменьшением темп-ры  $T$  тел, поэтому методы П. о. применяют для измерения относительно высоких темп-р. При  $T \leq 1000^\circ\text{C}$  они играют второстепенную роль, но при  $T > 1000^\circ\text{C}$  становятся основными, а при  $T > 3000^\circ\text{C}$  — практически единств. методами измерения  $T$ . Это связано с тем, что методы П. о. не требуют контакта датчика измерит. прибора с телом, темп-ра к-рого измеряется. Методами П. о. в промышл. и лаб. условиях определяют темп-ру в печах и др. нагреват. установках, темп-ру расплавл. металлов и изделий из них (проката и т. п.), темп-ру пламен, нагретых газов, плазмы. Осн. условие применимости методов П. о. — излучение тела должно быть тепловым, т. е. подчиняться *Кирхгофа закону излучения*. Твёрдые тела и жидкости при высоких темп-рах обычно удовлетворяют этому требованию, в случае же газов и плазмы необходима спец. проверка его выполнения. Так, излучение однородного слоя плазмы подчиняется закону Кирхгофа, если распределения молекул, атомов, ионов и электронов плазмы по скоростям соответствуют *Максвелла распределению*, населённости возбуждённых уровней — распределению Больцмана (см. *Больцмана статистика*), а диссоциация молекул и ионизация атомов определяются законом действующих масс, причём во все эти соотношения входит одно и то же значение  $T$ . Такое состояние плазмы наз. термически равновесным. Интенсивность излучения однородной равновесной плазмы однозначно определяется её хим. составом, давлением, атомными константами и равновесной темп-рой. Если плазма неоднородна, то даже в условиях термич. равновесия её непосредственно наблюдаемое излучение не подчиняется закону Кирхгофа. В этом случае необходимо спец. приёмами определить локальные интенсивности излучения. Методы П. о. плазмы многообразны и сложны, они являются составной частью *диагностики плазмы*. Напротив, для твёрдых тел и жидкостей, спектр излучения к-рых чаще всего сплошной, методы П. о. довольно просты. В этом случае измерение темп-ры осуществляют пирометрами, действие к-рых основано на применении законов излучения *абсолютно чёрного тела*. Обычно в исследуемом теле вытаскивают полость с небольшим выходным отверстием. Полость по отношению к попадающему в неё излучению обладает коэф. поглощения, близким к единице (т. е. по оптич. свойствам она близка к абсолютно чёрному телу).

Наиб. универсальны методы П. о., осн. на измерении интенсивности спектральных линий. Они обеспечивают макс. точность, если известны вероятность соответствующего квантового перехода и концентрация атомов данного сорта. Если же концентрация атомов не известна с достаточной точностью, то применяют метод относит. интенсивности, в к-ром темп-ры вычисляют по отношению интенсивностей двух или неск. спектральных линий.

В др. группе методов П. о. темп-ра определяется по форме или ширине спектральных линий, к-рые зависят от темп-ры либо непосредственно (доплеровское уширение спектральных линий), либо косвенно (в соответствии со *Штарка эффектом* и зависимостью плотности плазмы от темп-ры). В нек-рых методах  $T$  определяют по абс. или относит. интенсивности сплошного спектра («континуума»). Особое значение имеют методы измерения  $T$  по спектру рассеянного плазмой излучения лазера, позволяющие исследовать неоднородную плазму. К недостаткам П. следует отнести трудоёмкость измерений, сложность интерпретации результатов, невысокую точность (например, погрешности измерений температуры плазмы в лучшем случае составляют 3—10%).

Лит.: Рибо Г., Оптическая пирометрия, пер. с франц., М.—Л., 1934; Оптическая пирометрия плазмы, пер. с англ., М., 1960; Гурдов А. Н., Основы пирометрии, 2 изд., М., 1971.

**ПИРОМЕТРЫ** — приборы для измерения темп-ры тел по интенсивности их теплового излучения в оптич. диапазоне длин волн. Тело, темп-ру к-рого определяют П., должно находиться в состоянии термодинамич. равновесия и обладать коэф. поглощения, близким к единице (см. *Пирометрия оптическая*). Применяют яркостные, цветковые и радиац. П. Яркостные П. обеспечивают наиб. точность измерений темп-ры в диапазоне  $10^3$ — $10^4$  К. В простейшем визуальном яркостном П. с исчезающей нитью объектив фокусирует изображение исследуемого тела на плоскость, в к-рой расположена нить (ленточка) спец. лампы накаливания. Через окуляр и красный фильтр, позволяющий выделять узкую спектральную область вблизи длины волны  $\lambda_2 = 0,65$  мкм, нить рассматривают на фоне изображения тела и, изменяя ток в нити накала лампы, добиваются, чтобы яркости нити и тела стали одинаковыми (нить становится неразличимой на фоне тела). Шкалу прибора, регистрирующего ток, градуируют обычно в  $^\circ\text{C}$  или К, и в момент выравнивания яркостей нити и тела прибор фиксирует т. н. яркостную темп-ру ( $T_b$ ) тела. Истинная темп-ра тела  $T$  определяется на основе законов теплового излучения (Кирхгофа и Планка) по ф-ле

$$T = T_b c_2 / (c_2 + \lambda_2 T_b \ln \alpha_{\lambda, T}),$$

где  $c_2 = 0,01488$  м·К (т. н. вторая постоянная излучения),  $\alpha_{\lambda, T}$  — коэф. поглощения тела,  $\lambda_2$  — эфф. длина волны П.

Точность результата в первую очередь зависит от строгости выполнения условий пирометрич. измерений (близость к единице коэф. поглощения  $\alpha_{\lambda, T}$  и др.). Для выполнения этих условий обычно наблюдают излучение, выходящее из полости с небольшим отверстием, представляющим собой модель абсолютно чёрного тела. Осн. инструментальная погрешность обусловлена нестабильностью температурной лампы. Заметную погрешность могут вносить индивидуальные особенности глаза наблюдателя.

У фотоэлектрич. яркостных П. этот вид погрешности отсутствует. Погрешность образцовых лабораторных фотоэлектрич. П. не превышает сотых долей К при  $T \sim 1000$  К. Образцовые яркостные П. приняты в качестве осн. интерполяц. приборов, определяющих Международную практич. температурную шкалу (МПТШ-68) при темп-рах выше точки затвердевания золота ( $1064,43^\circ\text{C}$ ).

Для измерения темп-ры тел, у к-рых коэф.  $\alpha$  постоянен в оптич. диапазоне спектра, применяют цветковые П. Этими П. измеряют отношение яркостей  $b_1(\lambda_1, T)/b_2(\lambda_2, T)$  обычно в синей и красной областях спектра (напр., для длин волн  $\lambda_1 = 0,48$  мкм и  $\lambda_2 = 0,60$  мкм). Шкала прибора градуируется в  $^\circ\text{C}$  и показывает цветовую темп-ру  $T_c$ . Истинная темп-ра тела определяется по ф-ле

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_c} + \frac{\ln \alpha_{\lambda_1, T} - \ln \alpha_{\lambda_2, T}}{c_2 (\lambda_1^{-1} - \lambda_2^{-1})}.$$

Точность цветковых П. ниже, чем яркостных.

Наиб. чувствительны (но наименее точны) радиац. П. (П. суммарного излучения), регистрирующие полное излучение тела. Действие их основано на *Стефана — Больцмана законе излучения* и на *Кирхгофа законе излучения*. Объектив радиац. П. фокусирует наблюдаемое излучение на приёмник (обычно термостолбик или болометр), сигнал к-рого регистрируется прибором, калиброванным по излучению абсолютно чёрного тела или показывающим радиац. темп-ру  $T_r$ . Истинная темп-ра тела определяется по ф-ле

$$T = \alpha_T^{1/4} T_r.$$