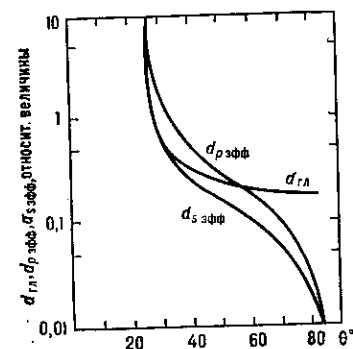


рачным в выбранном диапазоне частот, с большим показателем преломления n_1 (кристаллы — корунд, фианит, германий и др., оптич. керамика, халькогенидные стекла и т. п.). Нужный контакт легко достигается при исследовании жидкостей. Твёрдые тела приводятся в *оптический контакт* с вспомогат. оптич. элементом, где в качестве среды с большим n_1 используется специально выбранная жидкость. Труднее всего достичь оптич. контакта с исследуемым твёрдым телом в УФ- и видимой области спектра, где λ мала, поэтому наиб. широко метод НПВО распространён в ИК-области. Для спец. задач физики твёрдого тела, связанных с обнаружением поверхностных колебаний кристаллич. решётки (*плазмон, поляритон*), такой зазор, по величине порядка λ , подбирается специально. В рентг. диапазоне эл.-магн. волн вспомогат. оптич. элемент не требуется, поскольку все вещества в этой области спектра имеют $n_2 < 1$ и условие $n_2 < n_1$ выполняется на границе с воздухом. Для достижения идеального контакта используются также высокопреломляющие клеевые среды, позволяющие получать в ИК-области высококачеств. спектры НПВО от разнообразных объектов, не прибегая к спец. обработке поверхности образцов. Это даёт возможность применять метод НПВО для неразрушающего способа контроля вещества. Применение новых термопластичных оптич. сред обеспечивает оптич. контакт призмы с негладким и выпуклым объектом произвольной формы и даже при наличии на исследуемой поверхности микронеровностей размером $\sim \lambda$.

Количественно величина ослабления светового потока при отражении от поглощающей среды учитывается при замене n_2 его комплексной величиной $\tilde{n}_2 = n_2 - ik_2$. Показатель поглощения k_2 связан с натуральным показателем поглощения α , определяемым традиц. фотометрич. методами (см. *Поглощение света*), соотношением $\alpha = 4\pi k_2/\lambda$. В аналитич. практике, когда показатель ослабления $A = 1 - R \leq 0,1$, с хорошей точностью выполняется приближение $R = 1 - \alpha d_{эфф}$, к-рое получается при разложении ф-л Френеля в ряд по α и ограничении первым членом ряда. Параметр $d_{эфф} = d_{гл} n_{21} E_0^2 / 2 \cos \theta$ наз. эфф. толщиной поглощающего слоя. Величина $d_{эфф}$ определяется как геом. толщина образца, при к-рой в методе НПВО достигается ослабление интенсивности отражённого света, равное по величине ослаблению света при пропускании. Зависимость $d_{гл}$ и $d_{эфф}$ от угла падения приведена на рис. 3.



На практике спектры НПВО обычно получают при углах $\theta > \theta_{кр}$. Особенно эффективны методы НПВО для интервала $0,01 < k_2 < 1$, тогда как при использовании в этом случае необходимы объекты микронной толщины. Ма-

Рис. 3. Зависимость глубины проникновения $d_{гл}$ и эффективной толщины $d_{эфф}$ от угла падения для s- и p-поляризации света; $n_{21} = 0,4$.

лые k_2 измеряются при $\theta \approx \theta_{кр}$, и используется возникающая при этом *поверхностная оптическая волна*, распространяющаяся вдоль поверхности исследуемого тела на сравнительно большое расстояние.

Для повышения контраста спектров НПВО часто применяется многократное (N -кратное) отражение, что пропорционально увеличению $d_{эфф}$; при этом $R^N = 1 - \alpha N d_{эфф}$. Спектры, полученные методом НПВО, качественно похожи на спектры поглощения, что

позволяет пользоваться при идентификации спектров НПВО атласами и каталогами спектров поглощения.

Из спектров НПВО на основе поляризац. измерений, комбинируя выражения для $d_{эфф}$ и $d_{рэфф}$, можно определять толщину плёнки. Для этого используется соотношение $(1 - R_s)/(1 - R_p) = d_{эфф}/d_{рэфф}$, к-рое позволяет найти ход дисперсии $n_2(\lambda)$, далее методом Крамерса — Кронига рассчитывается k_2 , а затем, исходя из коэф. отражения в максимуме спектральной полосы, определяется геом. толщина плёнки с точностью до 0,1 нм.

Разл. модификации метода НПВО широко применяются для изучения поверхностных эл.-магн. волн, адсорбц. явлений, структуры тонких слоёв и т. п. Явления НПВО следует учитывать при передаче световых сигналов на большие расстояния с помощью световодов.

Лит.: Золотарёв В. М., Кисловский Л. Д., О возможностях изучения контуров полос в спектрофотометрии НПВО, «Оптика и спектроскопия», 1965, т. 19, с. 809; Халрик Н., Спектроскопия внутреннего отражения, пер. с англ., М., 1970; Золотарёв В. М., Лыгин В. И., Тарасевич Б. Н., Спектры внутреннего отражения поверхностных соединений и адсорбированных молекул, «Успехи химии», 1981, т. 50, с. 24.

НАСЕЛЁННОСТЬ УРОВНЯ (заселённость уровня) — число частиц в единице объёма вещества, находящихся в определённом энергетич. состоянии (на данном энергетич. уровне). См. *Уровни энергии*.

НАСЫЩЕНИЕ МАГНИТНОЕ — см. *Магнитное насыщение*.

НАСЫЩЕНИЯ ЭФФЕКТ — выравнивание населённостей двух уровней энергии квантовой системы (молекулы, атома) под действием резонансного эл.-магн. излучения. При увеличении интенсивности падающего излучения возрастает вероятность индуциров. квантовых переходов с верх. уровня на нижний (вынужденное испускание) и обратно (поглощение), что приводит к выравниванию населённости этих уровней. Степень насыщения определяется соотношением скоростей индуциров. переходов и релаксац. процессов, ответственных за установление равновесного распределения населённостей по уровням.

Если на среду, представляющую собой набор одинаковых *двухуровневых систем* с совств. частотами ω_{21} , падает монохроматич. эл.-магн. волна с частотой ω и интенсивностью I , то разность населённостей ниж. и верх. уровней $\Delta N = N_1 - N_2$ описывается выражением

$$\Delta N = \Delta N_0 \left[1 + \frac{I}{I_N} \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + (\omega - \omega_{21})^2} \right]^{-1}, \quad (*)$$

где ΔN_0 — разность населённостей в отсутствие падающего излучения, γ — однородная полуширина спектральной линии, I_N — т. н. насыщающая интенсивность. В точном резонансе ($\omega = \omega_{21}$) при $I = I_N$ разность населённостей уменьшается вдвое: $\Delta N = 0,5 \Delta N_0$. При очень больших интенсивностях падающего излучения ($I/I_N \rightarrow \infty$) скорость индуциров. переходов намного превышает скорость релаксац. процессов, и населённости уровней выравниваются ($\Delta N \rightarrow 0$).

Значение насыщающей интенсивности I_N определяется типом перехода, его однородной шириной и временем релаксации населённостей T_1 . Для эл.-дипольных переходов $I_N = \frac{c h^2 \nu}{8 \pi |d_{21}|^2 T_1}$ (d_{21} — матричный элемент дипольного момента) и может составлять величины от долей Вт/см² до сотен кВт/см² и более.

Н. э. играет важную роль при резонансном взаимодействии эл.-магн. излучения с веществом. Так, в поглощающих средах ($\Delta N_0 > 0$) он приводит к уменьшению коэф. поглощения (см. *Просветления эффект*). При сильном насыщении ($\Delta N \rightarrow 0$) поглощаемая веществом мощность перестаёт зависеть от интенсивности поля, т. е. переход насыщается. Аналогично, в усиливающей среде с инверсной населённостью $\Delta N_0 < 0$ Н. э. вызывает уменьшение коэф. усиления. Наряду с этим уменьшается абс. величина резонансной добавки к показателю преломления, т. е. Н. э. обуславливает