

тонкой плёнки равна нечётному числу четвертей длины световой волны в материале плёнки, а *преломления показатель* (ПП) плёнки n_2 удовлетворяет равенству $n_2^2 = n_1 n_3$, где n_1 и n_3 — ПП сред, граничащих с плёнкой (часто первой средой является воздух). Отражённый свет ослабляется тем сильнее, чем больше разность $n_3 - n_2$; если же $n_2 > n_3$, то интерференция отражённых от границ плёнки лучей, напротив, усилит интенсивность отражённого света (рис. 1).

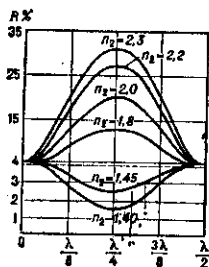
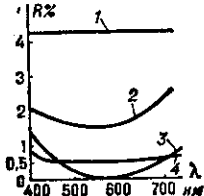


Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения R от зыраженной в долях световой волны λ толщины тонкого слоя, нанесённого на подложку из стекла, для различных значений показателя преломления слоя n_2 . Показатель преломления стекла $n_3 = 1,52$, $n_1 = 1$ (воздух).

Изменяя толщину просветляющей плёнки, можно сместить минимум отражения в разл. участки спектра.

Для деталей из стекла с низким ПП П. о. однослойными плёнками недостаточно эффективно. Применение двухслойных просветляющих плёнок позволяет почти полностью устранить отражение света от поверхности детали-подложки независимо от её ПП, но лишь в узкой области спектра. Трёхслойные просветляющие плёнки дают возможность получить равномерно низкое ($\approx 0,5\%$) отражение в широкой спектральной области, напр. во всём видимом диапазоне (рис. 2). Двух- и трёхслойные покрытия используют для П. о., работающей в УФ-области, где из-за низкого значения однослойные покрытия малоэффективны. Наилучшее П. о. в

Рис. 2. Зависимости в диапазоне видимого света (400—700 нм) коэффициента отражения R поверхности стекла с $n_3 = 1,52$ от длины волны света λ : 1 — для непросветлённой поверхности; 2 — для поверхности с однослойной просветляющей плёнкой, показатель преломления которой $n_2 = 1,40$; 3 — то же при $n_2 = 1,23$; 4 — для поверхности с трёхслойной просветляющей плёнкой.



широкой области спектра может быть достигнуто с помощью неоднородных просветляющих плёнок, значение ПП к-рых плавно меняется от n подложки до n окружающей среды. В практически получаемых неоднородных плёнках n меняется ступенчато; ширина спектральной области с низким отражением увеличивается с возрастанием числа «ступенек», приближающим характер изменения ПП к плавному.

Лит. см. при ст. *Оптика тонких слоёв*. Л. Н. Нагорский, **ПРОСВЕТЛЕНИЯ ЭФФЕКТ** — увеличение прозрачности среды под действием интенсивных потоков эл.-магн. излучения. В большинстве случаев П. э. обусловлен уменьшением резонансного поглощения в веществе и, следовательно, проявляется лишь в определённой, часто весьма узкой области спектра.

Имеется неск. разл. физ. механизмов просветления. Наиб. распространённый из них — перераспределение населённости квантовых уровней молекул вещества под действием резонансного излучения. Простейшим вариантом такого перераспределения является *насыщения эффект*. В этом случае с увеличением интенсивности падающего эл.-магн. излучения населённости нижнего и верхнего уровней резонансного перехода выравниваются, что ведёт к выравниванию скоростей поглощения и вынужденного испускания. В результате поглощаемая мощность стремится к пределу, определяемому только скоростью релаксац. процессов, связанных с передачей энергии окружающей среде (спонтанное

испускание на резонансном переходе, излучат. и безызлучат. переходы на др. энергетич. уровнях). При дальнейшем увеличении интенсивности поглощение уже не увеличивается, а следовательно доля мощности эл.-магн. волны, поглощённая средой, уменьшается; среда становится прозрачной. Просветление вследствие насыщения имеет место как в поле непрерывного излучения, так и в поле импульсов, длительность к-рых существенно превышает время поперечной релаксации T_2 (см. *Двухуровневая система*).

В общем случае следствием перераспределения населённости является уменьшение поглощения как эл.-магн. волны, вызывающей это перераспределение (эффект самопросветления), так и др. потоков излучения с частотами, резонансными квантовым переходам, для к-рых результирующая разность населённости уровней также уменьшается. Напр., насыщению одного из переходов, как правило, сопутствует П. э. на переходах, имеющих общий нижний уровень с насыщаемым.

В конденсиров. средах под действием интенсивного излучения при межзонном поглощении происходит опустошение уровней энергии вблизи потолка валентной зоны и заполнение уровней вблизи дна зоны проводимости. В этом случае П. э. имеет характер сдвига полосы поглощения в КВ-область. При этом возможно появление даже усиления в нек-ром интервале частот вследствие образования инверсной населённости. Такой механизм характерен, в частности, для цветных стёкол. Именно этим механизмом просветления объяснён С. И. Вавиловым (1923) эффект уменьшения поглощения света урановым стеклом при увеличении интенсивности проходящего света. Сходное поведение поглощения обнаруживается и для электронно-колебат. полюс сложных молекул.

Просветление среды в области резонансного поглощения может быть связано со штарковским сдвигом частоты квантового перехода в поле эл.-магн. волны (см. *Штарка эффект*). Кроме того, причиной П. э. могут явиться также фотофиз. и фотохим. превращения в среде под действием падающего излучения (*фотоионизация*, *фотодиссоциация*, хим. реакции), приводящие к уменьшению общего числа частиц, поглощающих на заданной частоте.

Иной характер имеет П. э. в поле коротких импульсов, длительность к-рых меньше времён релаксации резонансного перехода. В этом случае возможен т. н. эффект *самоиндуцированной прозрачности*, когда вследствие когерентности взаимодействия энергия, поглощаемая веществом из передней части импульса, полностью возвращается импульсу на его заднем фронте.

Все перечисленные механизмы могут вызывать П. э. и при *многофотонном поглощении*. Кроме того, в этом случае возможно просветление вследствие нелинейной интерференции разл. процессов возбуждения. Напр., возбуждение перехода при трёхфотонном поглощении излучения с частотой ω может быть подавлено действующим в противофазе процессом однофотонного возбуждения в поле излучения на частоте третьей гармоники 3ω . При этом «выключается» как трёхфотонное, так и однофотонное поглощение. Аналогичные эффекты возникают и при двухфотонном поглощении. П. э. такой природы наз. *интерференционным* (иногда — параметрическим) просветлением.

Матем. описание П. э. зависит от механизма просветления, а также от спектральных и временных характеристик излучения. При однофотонном поглощении монохроматич. излучения П. э. описывается ур-нием

$$\frac{dI}{dz} = -k(I)I,$$

где I — интенсивность волны в точке z , $k(I)$ — показатель поглощения, зависящий от интенсивности. Вид ф-ции $k(I)$ определяется конкретным физ. механизмом просветления и характером уширения линий (или