

Для темных колец разность хода должна быть равна $(2m+1)\frac{\lambda}{2}$, откуда в местах образования темных колец

$$2d_m = m\lambda,$$

что в сочетании с (6) приводит к

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}. \quad (6a)$$

Пользуясь соотношением (6a), связывающим радиус кольца с радиусом кривизны R , можно либо определять длину волны света, либо, зная длину волны, определять радиус кривизны линзы. Такой способ определения кривизны особенно удобен при малых кривизнах, т. е. больших R .

Полосы в прозрачном клине и кольца Ньютона отмечают места, в которых разность хода постоянна вследствие постоянной толщины среды; поэтому их называют *полосами равной толщины*.

§ 19. Полосы равного наклона. Просветленная оптика

Приведенное выше выражение для величины разности хода двух лучей зависит, кроме толщины d , и от угла i падения света. Поэтому кольца Ньютона смещаются при перемещении глаза наблюдателя,

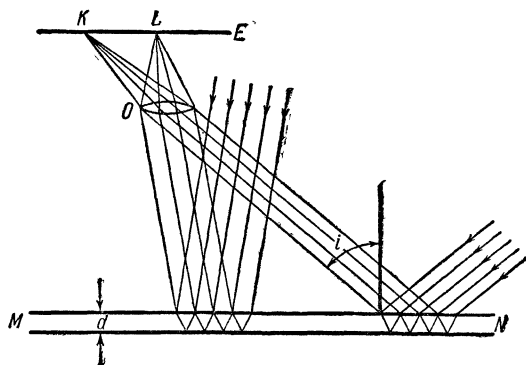


Рис. 61. Происхождение полос равного наклона,

хотя влияние толщины гораздо заметнее. Однако и в идеально точной плоскопараллельной пластинке можно наблюдать интерференционные полосы, положение которых определяется исключительно углом падения света. Пусть на пластинку MN с неизменной по всей поверхности толщиной d падает рассеянный свет (всех направлений). Для наблюдения возьмем объектив O (рис. 61) с экраном E (или фокальной плоскостью окуляра), помещенным в главном фокусе. Каждой точке экрана E соответствует определенное направление лучей.

В сделанном выше расчете разности хода мы приняли приближенно, что падающие лучи параллельны. Теперь это выполняется точно, так как непараллельные пучки линза не соберет в своей главной фокальной плоскости. Следовательно, выражение для разности хода будет тем же:

$$\delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{1}{2} \lambda.$$

При наблюдении глазом, благодаря тому что на протяжении всей пластинки толщина d постоянна, глаз, аккомодированный на поверхность пластинки, не увидит полос. Вся пластинка будет окрашена в определенный цвет, меняющийся в зависимости от угла наблюдения. Но, аккомодируя глаз на бесконечность (это можно сделать, смотря на отражение в пластинке удаленного предмета), мы увидим круговые полосы, называемые *полосами равного наклона*. Еще лучше это будет заметно при наблюдении указанным выше способом в зрительную трубу.

В проходящем свете темные полосы равной толщины и темные полосы равного наклона делаются светлыми, так как в этом случае не происходит потери полуволны при отражении.

При малейшем уклонении пластинки от плоскопараллельности круглая форма полос равного наклона превращается в неправильную. Этим обстоятельством пользуются при проверке качества шлифовки плоских стеклянных поверхностей. При этом оказывается возможным заметить отклонение от плоскопараллельности на $0,00001$ мм.

Чем толще пластина, тем теснее располагаются интерференционные полосы равного наклона, так как с увеличением d зависимость δ от i становится более резкой. При большой толщине пластины интерференционная картина становится практически неразличимой.

За последние годы получила широкое распространение так называемая *просветленная оптика*.

В этой оптике (фотообъективы, перископы) интерференция использована для устранения вредного отражения света от поверхностей линз. От каждой поверхности отражается примерно 4% проходящего света (см. § 40), что заметно снижает прозрачность оптики (особенно в перископах, где десятки поверхностей) и вызывает появление опасных бликов.

Просветление оптики достигается путем нанесения на каждую свободную поверхность линзы тонкой пленки из вещества с показателем преломления, меньшим, чем показатель преломления стекла линзы. Толщина пленки равна четверти длины волны. Тогда разность хода лучей $2d$, отраженных от двух поверхностей такой пленки, оказывается равной половине длины волны и эти лучи в результате интерференции гасят друг друга. Так как показатель преломления пленки меньше показателя преломления стекла, то можно не

учитывать потерю полуволны, происходящую в данном случае на обеих границах. Наилучшие результаты дают пленки с показателем преломления, близким к корню квадратному из показателя преломления стекла линзы. Тогда амплитуды лучей, отраженных от обеих поверхностей пленки, равны между собой.

И. В. Гребенщиков разработал простые химические методы просветления оптики путем выщелачивания поверхности стекла растворами кислот. В результате образуется поверхностный слой стекла с пониженным коэффициентом преломления. Затем были разработаны физические методы нанесения пленок фторидов при испарении в вакууме.

Если на просветленную оптику падает белый свет, представляющий смесь колебаний с различными длинами волн, то без отражения, строго говоря, проходит только одно колебание с длиной волны, в 4 раза превышающей толщину пленки. Остальные колебания будут испытывать тем большее отражение, чем сильнее их длины волн отличаются от указанной величины. Для устранения этого недостатка применяются многослойные пленки. Любопытно отметить, что, как часто бывает в технике, такие же многослойные пленки, но с другим подбором толщин применяются для получения стекол с высоким коэффициентом отражения. В сочетании с полупрозрачным слоем германия (германий очень прозрачен для инфракрасных лучей) многослойные пленки используются в последнее время для создания так называемых *холодных зеркал*. Холодные зеркала в результате интерференции обладают в видимой части спектра коэффициентом отражения, близким к единице, и вместе с тем почти прозрачны для инфракрасных лучей, сильно нагревающих в прожекторах и кинопроекторах обычные посеребренные зеркала.

§ 20. Интерферометры

Интерференционная картина чрезвычайно чувствительна к величине разности хода интерферирующих колебаний. Достаточно измениться этой разности хода на весьма малую величину, порядка доли световой волны, чтобы можно было заметить существенное изменение интерференционной картины (перемещение полос). Майкельсон применил это свойство для весьма точного измерения длин.

Устройство, предложенное Майкельсоном (*интерферометр Майкельсона*), описано выше и изображено на рис. 62. Свет от источника S падает на стеклянную пластинку P , покрытую полупрозрачным слоем серебра. Лучи одновременно отражаются к зеркалу 2 и проходят насквозь к зеркалу 1. После отражения от обоих зеркал свет возвращается к пластинке P , причем луч, идущий от зеркала 2, попадает в глаз E , пройдя сквозь пластинку, а луч от зеркала 1 — отразившись от нее. В результате интерференции появляются