

Ю.И. Терентьев

Ослабление дифракции света при близких к единице значениях относительного показателя преломления. Ч. II

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 20.04.2007 г.

Осуществлено почти полное ослабление дифракции света на экране посредством уменьшения относительного показателя преломления до единицы в случае использования в качестве экрана пластинок из оптических поглощающих стекол СС8, ТС2, ТС3, НС12, находящихся в различных жидкостях.

В работе [1] приведены экспериментальные факты значительного ослабления дифракции света при близких к единице значениях относительного показателя преломления в случае использования в качестве экрана пластинок из поглощающих стекол ИКСЗ, СС8, находящихся в кювете с оптически менее плотной жидкостью. В связи с частичной прозрачностью данных пластинок вблизи ребер возникновение дифракционных полос в пределах открытой части светового пучка может являться результатом дифракции света на пластинке и интерференции прямопроходящих лучей с преломляемыми лучами из частично прозрачной области пластинки. Однако уменьшение контрастности полос с уменьшением $n_{\text{отн}}$ до единицы происходило в условиях, когда пластинки были оптически более плотными средами (БПС), что исключало преломление падающих на них лучей в сторону открытой части пучка. Следовательно, образующиеся на экране наблюдения полосы имеют чисто дифракционный характер.

После заполнения кюветы жидкостью поглощающие пластинки по-прежнему перекрывали половину волнового фронта. Поэтому происходящее значительное ослабление света при $n_{\text{отн}} \rightarrow 1$ не укладывается в рамки дифракционных теорий, основанных на идее вторичных волн.

Согласно строгой теории дифракции Зоммерфельда [2] дифракционная картина от экрана возникает вследствие интерференции непокрытого экраном света с краевым светом, представляющим собой отраженный от края экрана свет.

При образовании краевого света только на основании данной теории его интенсивность и, следовательно, контрастность дифракционной картины должны быть иными для конечных проводимости и толщины реальных экранов, уменьшения проводимости до нуля в диэлектриках, использования в качестве экрана пластинок сильнопоглощающих стекол. Однако при замене находящейся в воздухе сильнопоглощающей пластинки ИКСЗ пластинками из Al, Fe относительная интенсивность света в дифракционных картинах от них имеет практически одинаковое значение. В [3] экспериментально установлено зна-

чительное ослабление дифракции света при уменьшении толщины экрана из Al до $5,4 \cdot 10^{-2}$ мкм, свидетельствующее о ее полном исчезновении в условиях решения задачи Зоммерфельдом (бесконечно тонкий экран).

Индифферентность теории Зоммерфельда к перечисленным факторам становится понятной на основании приведенных в [4] результатов экспериментальных исследований, согласно которым край экрана не является единственным источником краевого света. Его основная часть образуется в области (зоне отклонения) над экраном, отклоняющей лучи от экрана и на экран приблизительно в равных количествах, независимо от того, является ли экран проводником или диэлектриком.

О ширине этой области дает представление зависимость

$$\varepsilon = 259,5 \frac{\lambda}{0,53} / (h_3 + 0,786) = \frac{489,623\lambda}{h_3 + 0,786}, \quad (1)$$

установленная экспериментально в [5, 6], где ε — углы отклонения краевых лучей, мин; h_3 — расстояние от оси первоначальной траектории луча до экрана, мкм; 0,53 — длина волны зеленого света, мкм.

Так как отраженный от края экрана свет оказывается неосновной причиной краевого света, значительное ослабление дифракции света в случае $n_{\text{отн}} \rightarrow 1$ также невозможно объяснить его ослаблением при уменьшении $n_{\text{отн}}$.

Первоначально показатели преломления использованных в [1] стекол для зеленого света $\lambda = 0,53$ мкм $n_c = [n_D + (n_{0,53} - n_D)]$, где n_D были взяты из [7], а $(n_{0,53} - n_D)$ принимались равными их значениям у бесцветных оптических стекол с близкими n_D [8].

В процессе дальнейших исследований выяснилось, что определенные таким образом n_c использованных стекол несколько отличаются от измеренных значений из-за изменения их величины от варки к варке. Не учитывалась также значительная зависимость показателей преломления жидкостей $n_{\text{ж}}$ от температуры.

В настоящей статье изложены результаты более детального исследования вышеупомянутого эффекта

при использовании в качестве экранов прежних стекол ИКС3, СС8, а также стекол ИКС6, ТС2, ТС3, НС12. Их показатели преломления и показатели поглощения $K_\lambda = \lg \tau_\lambda$ для $\lambda = 0,53$ мкм (τ_λ – коэффициент ослабления стекла толщиной 1 мм), устойчивость к действию влажной атмосферы и кислым растворам характеризуются табл. 1.

Таблица 1

Характеристика поглощающих оптических стекол			
Марка стекла	n_c	K_λ [2]	Группа по химической устойчивости
ИКС3	1,5385	> 6	В 1–3
ИКС6	1,5463	> 6	П 1–3
НС12	1,5207	3,4	А 5
ТС3	1,528	2,15	В 1–3
ТС2	1,5279	1,06	П 1–3
СС8	1,5279	0,7105	П 1–3

Примечание. А – неалетоопасные; В – алетоопасные; П – промежуточные; (1–3) – непятнящиеся; 5 – легкопятнящиеся.

Эксперименты проводились по схеме рис. 1 [1], где S' – изображение щели S (не показана); Э – толстый экран, расположенный на расстояниях $l = 14$ мм, $L = 110$ мм соответственно от S' и плоскости сканирования дифракционной картины щелью Щ шириной 50 мкм; 1 – лучи падающего света; 2 – крайние лучи, возникающие вследствие отклонения падающих лучей по обе стороны первоначального направления (в плоскости рисунка), в жидкости или воздухе, в области (зоне отклонения) у ребра a ; $-H$ – расстояния до полос дифракционной картины, образующейся в процессе интерференции падающих и крайних лучей, от проекции оси пучка (ПО); H – расстояния от ПО до точек падения световых лучей в области тени; K – кювета шириной 12 мм с установленным в ней экраном на расстоянии 4,4 мм от входного окна гранью ab перпендикулярно ему.

Щель S освещается параллельным пучком зеленого света с $\lambda = 0,53$ мкм. Ширина S и S' равна 23 мкм. Световой пучок ограничен установленной перед объективом (отсутствующим на рис. 1) щелью шириной 5,6 мм по \min_2 дифракционной картины от S . Вследствие этого создаваемые крайними и падающими лучами полосы локализованы в пределах непокрытой экраном части центрального макс, \min_1 и \max_1 от $S(S')$. В процессе экспериментов сканировалась только основная часть дифракционной картины, расположенная на центральном макс. Используемые в качестве экрана полированные пластинки упомянутых стекол изготавливались с шириной грани ab 3 мм, прямыми углами a, b . Кювета развернута на угол $\alpha = 19^\circ$ между нормалью к ней и осью пучка в сторону ухода грани ab от оси пучка для исследования дифракционных картин в классических условиях дифракции света на тонком экране, так как при повороте толстого экрана относительно переднего ребра в сторону ухода плоской грани ab от падающего света на углы больше 11° толстый экран оказывается эквивалентным тонкому (лезвию бритвы) [9].

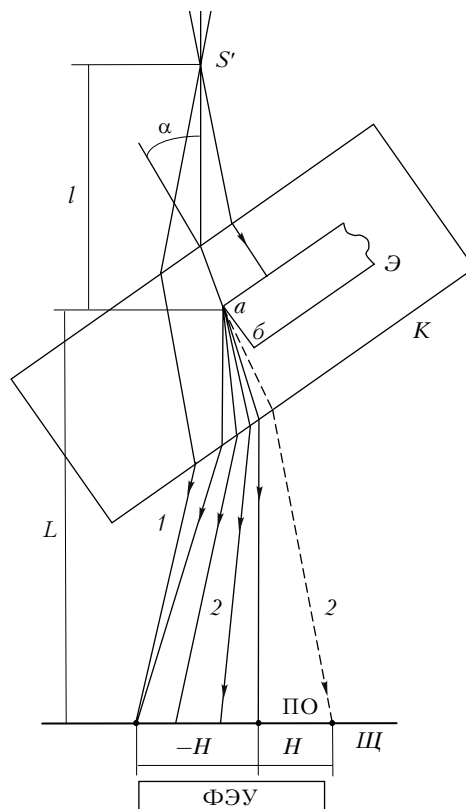


Рис. 1. Схема дифракции светового пучка на экране, находящемся в воздухе либо в оптически однородной жидкости

В зависимости от условий эксперимента кювета заполнялась диметилфталатом ($n_k = 1,5207$ при температуре кюветы $t_k = 21,5$ °С), свежим бензиловым спиртом ($n_k = 1,5437$ при $t_k = 21,5$ °С) либо растворами: бензиловый спирт + диметилфталат; бензиловый спирт + монобромнафталин ($n_D = 1,66$); диметилфталат + касторовое масло ($n_D = 1,4788$ при $t_k = 21,25$ °С).

При указанном α пластинки частично прозрачны вблизи ребра a . Их пропускание в случае $n_{отн} = n_c/n_k = 1$ на различных расстояниях x от ребра характеризуется табл. 2, где K_0 – коэффициент ослабления, равный отношению падающего светового потока к прошедшему потоку.

Таблица 2
Пропускание пластинок различных стекол при $\alpha = 19^\circ$; $n_{отн} = 1$

Марка стекла	x , мкм	K_0
ИКС3	27	5,68
ИКС6	27,5	2,66
НС12	54,5	3,448
ТС3	54,5	1,841
ТС2	54	1,5206

Дифракционные картины имеют наибольшую контрастность при нахождении ребра a пластинок на оси пучка, так как при этом вследствие максимальной интенсивности осевых лучей интенсивность краевого света максимальна.

Сканирование дифракционных картин от пластинок ИКСЗ, ИКС6, НС12 производилось при ослаблении пластинками распространяющегося от S' светового потока до половины. В этом случае при перемещении кюветы из-за частичной прозрачности области ребра a ребро проходило за ось пучка на некоторое расстояние. Поскольку данные стекла уже при небольших x в сравнении с полушириной пучка в плоскости ребра a , равной 0,27 мм, оказываются слабопрозрачными, указанный переход не приводил к значительному ослаблению интенсивности краевых лучей.

В связи с небольшими K_λ пластинки ТСЗ, ТС2, СС8 вводились в пучок до установления расстояния между \max_1 и осью пучка, приблизительно одинакового с его значением в дифракционных картинах от сильнопоглощающих стекол.

В табл. 3 представлены результаты исследований дифракционных картин от пластинки ИКСЗ, находившейся в воздухе, бензиловом спирте либо растворе диметилфталата в бензиловом спирте, где I_n — интенсивность света в \max и \min , а также на оси пучка; I_c — соответствующая ей интенсивность без экрана в пучке; $n_{\text{отн}} < 1$ соответствует пластинке, ставшей оптически менее плотной средой (МПС); $\Delta n = (n_c - n_k)$. Согласно данным таблицы с уменьшением $n_{\text{отн}}$ от n_c до 1,0005 происходят постепенное уменьшение контрастности дифракционных полос, выражающееся в уменьшении относительной интенсивности света I_n/I_c в максимумах, ее увеличении в минимумах и, следовательно, ослабление интенсивности краевого света.

Ослаблению контрастности полос до наименьшего значения предшествует исчезновение полос сначала на \max_1 , затем на \min_1 от S' , легко наблюдаемое вследствие большой контрастности полос, вызванной меньшим различием интенсивностей лучей, образующих данные \max_1 , \min_1 и краевых лучей 2, т.е. с уменьшением $n_{\text{отн}}$ поток краевых лучей, постепенно слабея, стягивается к оси пучка с одновременным падением интенсивности в нем. Приве-

денные факты свидетельствуют об ослаблении эффективности зоны отклонения при $n_{\text{отн}} \rightarrow 1$, проявляющемся в уменьшении максимальных углов отклонения лучей и сужении ее ширины. Казалось бы, отклонение лучей должно прекратиться, когда $n_{\text{отн}} = 1$, а дифракционные полосы должны исчезнуть либо иметь минимальную контрастность. Однако контрастность картины наименьшая при $n_{\text{отн}}$ близком, но большем 1. Этот факт не является следствием неточного определения $n_{\text{отн}}$, так как установление равенства $n_{\text{отн}}$ единице четко фиксируется по отсутствию смещения в поле зрения постепенно слабеющего пучка при введении пластинки в него на $l = 0$.

Как отмечается в [1], данная особенность легко объяснима существованием в пластинке ИКСЗ у границы раздела сред переходного слоя с $\Delta n = 0,0009$ в рассматриваемых экспериментах, в котором показатель преломления изменяется от его значения в толще пластинки до значения показателя преломления раствора во время минимальной контрастности картины. Вследствие этого относительный показатель преломления на границе раздела $n_{\text{отн.г}}$ оказывается равным единице.

Согласно [1] неполное исчезновение дифракции света при $n_{\text{отн.г}} = 1$, по-видимому, вызвано действием на отклоняемые лучи атомов вещества экрана, находящихся не только на границе раздела, но и в слое некоторой толщины, в котором $n_{\text{отн}} \neq 1$ из-за существования переходного слоя. В соответствии с этим экраны из стекол с наименьшим Δn в переходном слое должны вызывать наибольшее ослабление дифракции при $n_{\text{отн.г}} = 1$.

Вследствие наименьшего количества отклоняемых лучей 2, когда $n_{\text{отн.г}} = 1$, и отклонения на малые углы в сторону тени лучей, проходящих через область ребра a пластинки при $n_{\text{отн}} \leq 1,0005$, интенсивность света на оси пучка достигает наибольшей величины.

С уменьшением $n_{\text{отн}}$ до 1 $n_{\text{отн.г}}$ стал меньше 1. Это привело к увеличению интенсивности краевых лучей 2 из-за усиления зоны отклонения и появлению

Таблица 3

Относительная интенсивность света в дифракционных картинах от пластинки ИКСЗ при различных значениях относительного показателя преломления ($\alpha = 19^\circ$)

Полоса	Пластика						
	БПС; в растворе; $n_{\text{отн}} = 1,0042$ $\Delta n = 0,0053$ $t_k = 21,3^\circ\text{C}$	в воздухе	БПС; в растворе; $n_{\text{отн}} = 1,0007$ $\Delta n = 0,0011$ $t_k = 21,5^\circ\text{C}$	БПС; в растворе; $n_{\text{отн}} = 1,0005$ $\Delta n = 0,0009$ $t_k = 21,6^\circ\text{C}$	БПС; в растворе; $n_{\text{отн}} = 1$; $t_k = 21,5^\circ\text{C}$	МПС; в растворе; $n_{\text{отн}} = 0,9992$ $\Delta n = -0,0012$ $t_k = 22^\circ\text{C}$	МПС; в бензил. сп.; $n_{\text{отн}} = 0,997$ $\Delta n = -0,0046$ $t_k = 22^\circ\text{C}$
	I_n/I_c						
\max_1	1,313	1,37	1,247	1,193	1,3213	1,577	1,389
\min_1	0,796	0,742	0,867	0,881	0,822	0,609	0,648
\max_2	1,224	1,324	1,134	1,077	1,168	1,5236	1,287
\min_2	0,83	0,783	0,916	0,932	0,8695	0,6846	0,611
\max_3	1,211	1,218	1,1	1,026	1,101	1,53	1,276
\min_3	0,813	0,773	0,939	0,918	0,8793	0,703	0,61
\max_4	1,138	1,311	1,039	1,00	1,0483	1,475	1,382
\min_4	0,815	0,718	0,833	0,917	0,9534	0,741	0,554
\max_5	1,434	1,215	—	—	—	1,4444	1,636
ПО	0,258	0,235	0,274	0,4183	0,2535	0,272	0,505

преломленных лучей из переходного слоя (ставшего МПС по отношению к раствору), распространяющихся в сторону дифракционной картины. В результате совместной интерференции лучей 2 и преломленных лучей с лучами 1 произошло увеличение контрастности дифракционных полос.

При $n_{отн} = 0,9992$ вся пластинка стала МПС. Благодаря этому лучи преломляются ею в области ребра a в направлении дифракционной картины на участке большей ширины в сравнении с шириной переходного слоя и, следовательно, имеют возросшую интенсивность. Одновременно усилилась интенсивность лучей 2 вследствие увеличения $(n_{ж} - n_{с.г})$, где $n_{с.г}$ — показатель преломления пластинки на границе раздела сред. Усиление данных интенсивностей привело к резкому увеличению контрастности полос на открытой части центрального максимума от S' . При этом полосы на min_1 и max_1 от S' остаются еще слабыми. С последующим уменьшением $n_{отн}$ до 0,997, из-за увеличения углов преломления, преломленные лучи сместились с основной части картины на min_1 и max_1 от S' . В результате контрастность ее вновь упала, но остается значительной благодаря продолжающемуся усилению зоны отклонения с ростом $(n_{ж} - n_{с.г})$, а контрастность и яркость полос на min_1 , max_1 от S' резко усилились.

В табл. 4 приведены сведения по ослаблению дифракционной картины от пластинки ИКС6 при $n_{отн} \rightarrow 1$, показывающие, что минимальная контрастность картины в данном случае приблизительно одинакова с нею в картине от ИКС3 и устанавливается также при $n_{отн} > 1$. Следовательно, в пластинке ИКС6 также имеется переходный слой.

Таблица 4

Относительная интенсивность света в дифракционных картинах от пластинки ИКС6 при различных значениях относительного показателя преломления ($\alpha = 19^\circ$)

Полоса	Пластинка		
	в растворе; $n_{отн} = 1,0022$ $\Delta n = 0,0035$ $t_k = 21^\circ C$	в бензиловом спирте; $n_{отн} = 1,0012$ $\Delta n = 0,002$ $t_k = 21^\circ C$	в растворе; $n_{отн} = 1$ $t_k = 21^\circ C$
	$I_{и}/I_c$		
max_1	1,298	1,217	1,35
min_1	0,8074	0,9447	0,822
max_2	1,1804	1,079	1,189
min_2	0,8641	0,96	0,883
max_3	1,202	1,0454	1,1355
min_3	0,8974	0,9766	0,9627
max_4	1,1875	1	1,1
min_4	0,8636	1	0,9583
max_5	1,3	1,056	1,2
ПО	0,337	0,3805	0,284

Степень ослабления полос во время минимальной контрастности картины наглядно демонстрируется рис. 2, где I — интенсивность света в относительных единицах в плоскости сканирования; кривые 1, 2 характеризуют распределение интенсивности соответственно с экраном и без экрана в пучке.

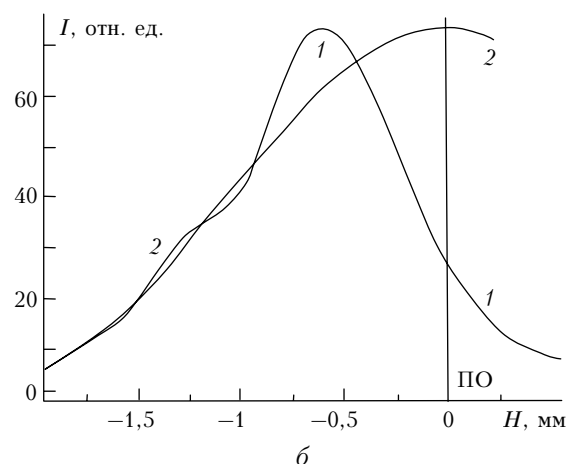
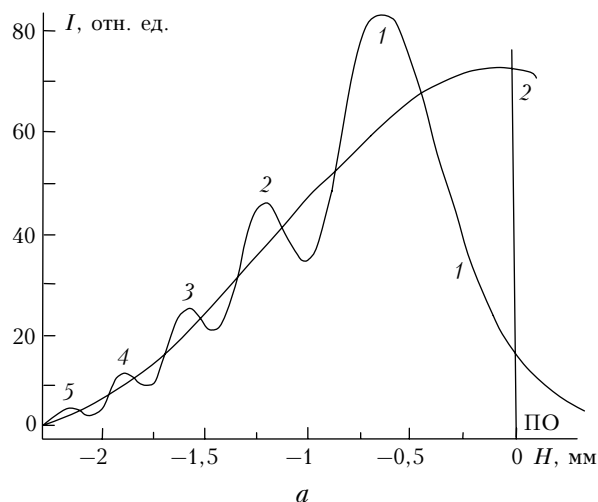


Рис. 2. Дифракционные картины от пластинки ИКС6: a — пластинка в воздухе; b — в бензиловом спирте при $n_{отн} = 1,0012$

Когда экранами являются пластинки СС8, ТС2, ТС3, тогда дифракционные картины наименее контрастны при $n_{отн} = 1$ (табл. 5). Следовательно, в данных пластинках переходный слой отсутствует. В рассматриваемых условиях периферийные полосы полностью отсутствуют, а остальные, за исключением max_1 , находятся на грани исчезновения.

Как видно, с отклонением $n_{отн}$ от 1 контрастность картины вновь увеличивается, особенно резко при его небольшом уменьшении, приводящем к преломлению лучей из пластинок в сторону картины и их падению на нее.

Аномально высокий скачок контрастности полос в картине от ТС3 при $\Delta n = -0,004$, по-видимому, обусловлен падением в область картины наиболее интенсивной части преломленных лучей и отсутствием разности хода между ними и лучами 2 либо малой величиной ее в сравнении с $\lambda/2$.

Согласно данным табл. 6 дифракционная картина от сильнопоглощающей пластинки НС12, подобно картинам от пластинок СС8, ТС2, ТС3, имеет наименьшую контрастность, когда $n_{отн} = 1$, свидетельствующую об отсутствии в пластинке переходного слоя. При этом она так же мала, как в картине от СС8.

Таблица 5

Относительная интенсивность света в дифракционных картинах от пластинок СС8, ТС2, ТС3 при различных значениях относительного показателя преломления ($\alpha = 19^\circ$)

Полоса	СС8			ТС2	ТС3		
	БПС; в диметил- фталате; $n_{отн} = 1,0049$ $\Delta n = 0,0076$ $t_k = 21^\circ\text{C}$	в растворе; $n_{отн} = 1$; $t_k = 21,8^\circ\text{C}$	МПС; в растворе; $n_{отн} = 0,9998$ $\Delta n = -0,0002$ $t_k = 21,3^\circ\text{C}$	в растворе; $n_{отн} = 1$; $t_k = 21,2^\circ\text{C}$	БПС; $n_{отн} = 1,0004$ $\Delta n = 0,0007$ $t_k = 21,4^\circ\text{C}$	$n_{отн} = 1$; $t_k = 21,2^\circ\text{C}$	МПС; $n_{отн} = 0,9973$ $\Delta n = -0,004$ $t_k = 21,4^\circ\text{C}$
	I_n/I_c						
max ₁	1,2974	1,0826	1,6283	1,143	1,2196	1,1494	2,3154
min ₁	0,8	0,9976	0,8024	0,95	0,8648	0,94	0,281
max ₂	1,191	1,021	1,195	1,063	1,1224	1,025	3,604
min ₂	0,844	0,993	0,888	0,979	0,8376	0,965	0,333
max ₃	1,171	1,0245	1,17	1,033	1,1956	1	3,167
min ₃	0,85	0,9954	0,937	0,92	0,875	1	0,45
max ₄	1,17	1	1,063	1	1,05	1	2,526
min ₄	0,845	0,9906	1	1	—	1	0,538
max ₅	—	1	1	1	—	1	3,04
ПО	0,315	0,74	0,419	0,671	0,303	0,4194	0,1226

Таблица 6

Относительная интенсивность света в дифракционной картине от пластинки НС12 при различных значениях относительного показателя преломления ($\alpha = 19^\circ$)

Полоса	Пластинка		
	БПС; в растворе; $n_{отн} = 1,0013$ $\Delta n = 0,002$ $t_k = 21,1^\circ\text{C}$	в диметилфт.; $n_{отн} = 1$; $t_k = 21,7^\circ\text{C}$	МПС; в растворе; $n_{отн} = 0,9994$ $\Delta n = -0,0008$ $t_k = 21,6^\circ\text{C}$
	I_n/I_c		
max ₁	1,2572	1,0718	1,677
min ₁	0,8526	0,9966	0,806
max ₂	1,144	1,0394	1,25
min ₂	0,8834	0,931	0,892
max ₃	1,119	1,0538	1,157
min ₃	0,8363	0,93	0,914
max ₄	1,1875	1,0744	1,0476
min ₄	0,913	0,9542	0,806
max ₅	1,25	1	1
min ₅	—	1	0,86
ПО	0,293	0,416	0,098

Характер распределения интенсивности света (рис. 3) в рассматриваемой картине демонстрирует почти полное прекращение дифракции света на неимеющих переходного слоя поглощающих пластинках при $n_{отн} = 1$.

Из перечисленных стекол стекло НС12 наиболее подходит для практических целей, так как оно сильнопоглощающее, а равенство $n_{отн}$ единице обеспечивается его помещением в однородную жидкость.

При установке S' в положение, соответствующее $l = -14$ мм, дифракционная картина перемещается с левой (ставшей перекрытой) половины центрального max₁ от S' на правую вследствие интерференции с лучами 1 лучей 2, отклоняемых не от экрана, а в сторону его тени. При этом контрастность картин от пластинок, не имеющих переходного слоя, при $n_{отн} = 1$ мала так же, как при $l = 14$ мм. Следовательно, в рассматриваемых условиях интенсивность отклоняемых в зоне отклонения краевых лучей 2

уменьшается в одинаковой степени, независимо от направления их отклонения. Поэтому свет, проникающий в область тени экрана при отсутствии переходного слоя и $n_{отн} = 1$, является в основном светом, проходящим без преломления через частично прозрачную область ребра a пластинки. Распространяясь в пределах первоначальных границ пучка, он не приводит к увеличению его угловой ширины.

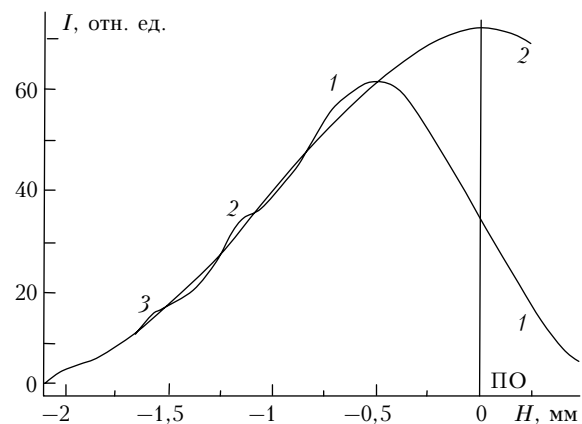


Рис. 3. Дифракционная картина от пластинки НС12, находящейся в диметилфталате; $n_{отн} = 1$

На основании [4] зона отклонения, аналогично электрическому полю, более сильна у ребер экрана. Исходя из вышеустановленной зависимости эффективности отклонения лучей в зоне от относительного показателя преломления, этот факт, по-видимому, свидетельствует о большей величине показателя преломления у ребер в сравнении с нейю на удалении от них. Вследствие этого $n_{отн} = 1$ вблизи ребра a пластинки несколько понизится на удалении от него, вызвав усиление зоны отклонения.

В случае постепенного уменьшения α при $n_{отн} = 1$ у ребра a увеличивается путь отклоняемых лучей в зоне, причем все большая часть его будет проходить на удалении от ребра, т.е. в усилившейся зоне.

В результате увеличиваются углы отклонения и интенсивность отклоняемых лучей, приводя к усилению контрастности дифракционной картины (табл. 7).

Таблица 7

Характер изменения относительной интенсивности света в дифракционной картине от пластинки НС12 с изменением α и температуры

Полоса	$n_{отн} = 1;$ $\alpha = 5^\circ;$ $t_k = 22,1^\circ\text{C}$	$\alpha = 5^\circ;$ $t_k = 20,9^\circ\text{C}$	$n_{отн} = 1;$ $\alpha = 0;$ $t_k = 22,1^\circ\text{C}$
	$I_{н}/I_c$		
max ₁	1,16	1,4545	1,6555
min ₁	0,919	0,6871	0,603
max ₂	1,033	1,2836	1,4916
min ₂	0,957	0,798	0,6986
max ₃	1,1014	1,227	1,5097
min ₃	0,851	0,772	0,655
max ₄	1,111	1,212	1,893
min ₄	—	0,761	0,6944
max ₅	—	1,111	1,727
ПО	0,345	0,262	0,17

Находившаяся на грани исчезновения при $\alpha = 19^\circ$ дифракционная картина становится очень контрастной при $\alpha = 0$, так как в этом случае краевые лучи отклоняются на всей длине зоны либо пока не выйдут из нее вследствие отклонения.

В связи с сильной зависимостью показателя преломления жидкостей от температуры (с уменьшением температуры на 1° n_D диметилфталата увеличивается приблизительно на 0,0005) контрастность дифракционной картины при $n_{отн} = 1$ чувствительна к ее понижению, превращающему жидкость в оптически более плотную среду. Как следствие, появляются преломленные лучи, падающие из области ребра a пластинки на картину, усиливая ее контрастность. Поэтому слабоконтрастная картина от НС12 (см. табл. 7: $\alpha = 5^\circ; t_k = 22,1^\circ\text{C}$) после понижения t_k до $20,9^\circ\text{C}$ стала контрастной.

С уменьшением α от первоначального значения до 0 при $n_{отн} = 1$ дифракционная картина от пластинки СС8, имевшая минимальную контрастность, стала, аналогично картине от пластинки НС12, сильноконтрастной (табл. 8, первая колонка). Последующее уменьшение показателя преломления жидкости всего на 0,00016 привело к исчезновению полос на max₁, min₁ от S' и ослаблению основной части картины до уровня, характеризуемого 2-й колонкой.

В случае повторного уменьшения $n_{ж}$ приблизительно на такую же величину на max₁ и min₁ от S' вновь появились контрастные полосы, усилилась контрастность основной картины.

Данное изменение контрастности является наглядным подтверждением небольшого повышения n_c вблизи ребер экранов. Исходя из этого, после первого понижения $n_{ж}$ $n_{отн}$ на удалении от ребра a стал равен 1, а у ребра оказался больше 1. Это привело к усилению зоны вблизи ребра и ее почти полному исчезновению на удалении от него. Так как $\alpha = 0$, основной путь отклоняемых лучей проходит по удаленному от ребра a участку зоны. Ее ослабление на

нем стало причиной уменьшения углов отклонения и интенсивности краевых лучей. После второго понижения $n_{ж}$ $n_{отн}$ вблизи ребра a еще более повысился, а на удалении от него стал больше 1. В результате зона усилилась по всей ее длине, что привело к усилению дифракции света.

Таблица 8

Характер изменения относительной интенсивности света в дифракционной картине от пластинки СС8 при уменьшении ее контрастности до минимальной величины, обусловленном повышением $n_{отн}$ от 1 до 1,0001

Полоса	$\alpha = 0, t_k = 21^\circ\text{C}$	
	$n_{отн} = 1$	$n_{отн} = 1,0001$
	$I_{н}/I_c$	
max ₁	1,615	1,55
min ₁	0,58	0,668
max ₂	1,55	1,434
min ₂	0,605	0,655
max ₃	1,52	1,443
min ₃	0,592	0,718
max ₄	1,508	1,37
min ₄	0,609	0,639
ПО	0,209	0,181

Стекла ИКС6, СС8, ТС2, ИКС3, ТС3 относятся к одинаковым группам по химической устойчивости. Однако переходный слой образуется только в инфракрасных стеклах. По-видимому, причиной его возникновения является выделение какого-то компонента, возможно селена [10], из поверхностных слоев данных стекол.

Причина отклонения световых лучей в расположенной над экраном зоне отклонения, его особенности легко объясняются на основе гипотезы Ньютона относительно существования взаимодействия световых частиц с телами на расстоянии [11], если понимать под лучом света траекторию движения световой частицы (фотона).

В этом случае характер дифракционной картины должен зависеть от количества вещества экрана в пределах заметного действия отклоняющей фотон силы. И он действительно зависит. Это следует из экспериментальных данных [3], свидетельствующих о значительном ослаблении относительной интенсивности дифракционных полос с уменьшением толщины и плотности вещества экрана до малых значений.

Как известно, энергия фотона $m_\phi c^2 = h_\Pi \nu = h_\Pi c / \lambda$, где m_ϕ — масса фотона, g ; c — скорость света, см/с; h_Π — постоянная Планка; ν — частота света; λ — длина волны, см. Отсюда λ , мкм = $= 10^4 h_\Pi / m_\phi c$ и

$$\varepsilon = \frac{489,623 \cdot 10^4 h_\Pi}{m_\phi c (h_3 + 0,786)}. \quad (2)$$

С признанием реальности действия силы на фотон со стороны экрана ε , рад = $\text{tge} = v/c$, где v — сообщаемая фотону скорость в направлении, перпендикулярном его первоначальному распространению

за время t от действия силы F . Поскольку $v = Ft/m_{\phi}$, то ε , рад = $Ft/m_{\phi}c = \varepsilon$, мин/57,3° · 60' = ε , мин/3438';

$$\varepsilon, \text{ мин} = 3438' Ft/m_{\phi}c. \quad (3)$$

Приравняв (2) и (3), после преобразования получим

$$Ft = 1,424h_{\Pi}/(h_3 + 0,786). \quad (4)$$

Полученное выражение показывает, что импульс силы, действующей на фотон, не зависит от его массы, частоты света $\nu = m_{\phi}c^2/h_{\Pi}$ (частоты, связанной с фотоном элементарной световой волны [12]) и при $h_3 \gg 0,786$ уменьшается обратно пропорционально h_3 .

Величина t определяется s и длиной пути фотона в зоне отклонения, одинаковой для фотонов различной массы в случае одинакового h_3 . Поэтому действующая на фотон сила также не зависит от его массы и, следовательно, частоты ν света.

Зависимость дифракции света от относительного показателя преломления и ее почти полное исчезновение при $n_{\text{отн}} = 1$ должны представлять несомненный интерес для более глубокого познания сущности взаимодействия света с веществом и в практических целях.

Легко объясняющий отсутствие дифракции света на прозрачном экране для $n_{\text{отн}} = 1$ принцип Гюйгенса—Френеля вступает в противоречие с результатами описанных экспериментов. Это свидетельствует об отсутствии вторичных волн в действительности.

1. Терентьев Ю.И. Ослабление дифракции света при близких к единице значениях относительного показателя преломления. Ч. I // Оптика атмосф. и океана. 2007. Т. 20. № 1. С. 14–17.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 719 с.
3. Терентьев Ю.И. Особенности дифракции света на экране с прямолинейным краем при малых значениях толщины плотности вещества экрана // Оптика атмосф. и океана. 2003. Т. 16. № 4. С. 311–315.
4. Терентьев Ю.И. О причинах возникновения краевой волны, влиянии на нее поглощающей способности, толщины и формы дифрагирующего экрана // Оптика атмосф. и океана. 1995. Т. 8. № 4. С. 510–520.
5. Терентьев Ю.И. Характер зависимости углов дифракции лучей краевого света от расстояния между их первоначальными траекториями и прямолинейным краем тонкого экрана // Оптика атмосф. и океана. 1998. Т. 11. № 12. С. 1269–1273.
6. Терентьев Ю.И. Зависимость углов отклонения лучей краевого света от длины волны // Оптика атмосф. и океана. 2004. Т. 17. № 7. С. 540–542.
7. Каталог цветного стекла «117». М.: Машиностроение, 1967. 61 с.
8. Стекло оптическое бесцветное. ГОСТ 3514-76: Государственный стандарт СССР. М.: Изд-во стандартов, 1968. 74 с.
9. Терентьев Ю.И. О возможности изменения относительной интенсивности полос дифракционной картины света от экрана // Оптика атмосф. 1991. Т. 4. № 5. С. 462–467.
10. Семibrатов М.Н. Технология оптических деталей. М.: Машиностроение, 1978. 416 с.
11. Франкфурт У.И. Творцы физической оптики. М.: Наука, 1973. 351 с.
12. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: ГИТ-ТЛ, 1957. 759 с.

Yu.I. Terentyev. Light diffraction attenuation at values of relative indices of refraction close to unit.

Part II.

Almost total light diffraction attenuation was reached on the screen by means of a decrease of the relative index of refraction to a unit in the case of using as prisms the plates made of optically absorbing glass (CC8, TC2, TC3, HC12), located in different liquids.