548 0 535

ДВОЙНОЕ ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ НА САНТИМЕТРОВЫХ ВОЛНАХ

Вопросы кристаллооптики, понятие круговой и эллиптической поляризации нелегко воспринимаются студентами. В связи с этим могут оказаться полезными демонстрации этих явлений в диапазоне сантиметровых волн. Поскольку получение кристаллических пластин достаточного размера — довольно сложная проблема, мы воспользовались в качестве двупреломляющего вещества древесиной. Обычным образом вырезанная доска (вдоль волокон) при этом соответствует пластине, вырезанной из кристалла параллельно оптической оси Если, кроме того, из бревна вырезать круг перпендикулярно волокнам и круг под углом 45° к ним, то возможно воспроизвести большинство опытов, рассматриваемых в курсе кристаллооптики.

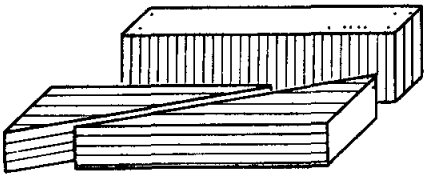

Рис. 1.

Опыты проводят так: передающая и приемная рупорные антенны клистронного передатчика и приемника ($\lambda = 3{,}2$ *см*) устанавливаются скрещенно, причем широкая сторона рупора для удобства располагается под углом 45° к горизонтали. Напряжение, снятое с детектора, через усилитель 28-И подается на осциллоскоп ЭО-7 с выключенной разверткой Поскольку антенны скрещены, амплитуда приема равна нулю. Теперь волновой фронт вблизи передающего рупора перекрывают деревянной (сосновой) доской толщиной около 45 *мм*, что соответствует $\lambda/4$-пластинке Если волокна древесины («оптическая ось кристалла») располагаются параллельно или перпендикулярно направлению колебаний электрического вектора электромагнитной волны, то приема по-прежнему нет. Затем ставят пластину так, чтобы волокна располагались горизонтально. Поскольку угол волокон древесины с направлением колебаний в этом случае составляет 45°, из пластины выходят в одном направлении две волны, взаимно перпендикулярно поляризованные — обыкновенная и необыкновенная — и амплитуда приема становится значительной. Вращая приемный рупор вокруг луча как оси, убеждаемся, что результирующая волна обладает круговой поляризацией, ибо при всех ориентациях приемного рупора амплитуда приема одинакова. Изменив угол между направлением волокон и направлением колебаний электрического вектора, получаем эллиптически поляризованную волну. Теперь на пути волны ставим еще одну такую же пластину (толщина 45 *мм*), являющуюся тоже пластиной $\lambda/4$. Поворотом приемной антенны убеждаемся, что когда широкие стороны обоих рупоров располагаются параллельно, амплитуда приема равна нулю, т. е. мы имеем снова линейно поляризованную волну, но направление колебаний в ней повернуто на прямой угол по отношению к исходному *). Помимо анализа циркулярно поляризованной волны в этом опыте знакомятся с работой пластины в полволны ($2\cdot\lambda/4$).

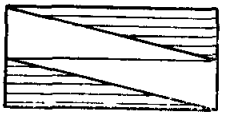

Рис. 2.

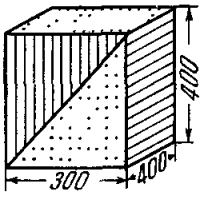

Рис. 3.

Для анализа эллиптически поляризованной волны нами изготовлен компенсатор из двух клиньев, полученных разрезанием деревянного бруска размером 500 × 200 ×

*) Этот опыт проходит успешно только в случае очень малого поглощения

$\times$ 100 *мм*^{3} по диагонали*). Меняя толщину компенсатора выдвиганием клина, можно эллиптически поляризованную волну превратить в линейно или циркулярно поляризованную. Пластина, волокна которой расположены вертикально, вместе с клиньями, волокна которых горизонтальны, составляет компенсатор типа Солейля (рис. 1).

Опыт с пластиной, вырезанной перпендикулярно оси бревна, показывает, что в этом случае при любом повороте пластины вокруг луча, совпадающего по направлению с волокнами, двойное лучепреломление отсутствует.

Пластина толщиной ~200 *мм*, вырезанная под углом 45° к «оптической оси», даже при нормальном падении волны на нее дает две волны — обыкновенную и необыкновенную. Пластину удобно ориентировать так, чтобы волокна располагались горизонтально. Тогда оба луча лежат в горизонтальной плоскости и выходят параллельно друг другу, но необыкновенный луч смещен в сторону. Передающий рупор в этом опыте наклоняется на 45° к горизонту, т. е. к плоскости главного сечения пластины. В качестве приемника здесь применяют два «точечных» зонда-детектора. Один из них вертикален, второй — горизонтален. Передвигая первый, находят точку, в которой максимальна амплитуда обыкновенной волны. Затем, не трогая этот детектор, перемещают второй, находя максимум необыкновенной волны. Тогда наглядно фиксируется пространственное разделение двух волн разной поляризации. Большее смещение получают с помощью изготовленной из дерева призмы Волластона (рис. 3), расположенной так, чтобы выходящие лучи располагались горизонтально.

При изготовлении пластин надо пользоваться сухой древесиной (удобны кедр, пихта или сосна), лишенной сучьев. Поглощение 3-*см* волн в них даже при значительных толщинах около 200 *мм* довольно мало, если электрический вектор перпендикулярен волокнам.

В наших условиях толщина пластины составляет 45 *мм*, откуда находим величину двупреломления дерева:

$$(n_e - n_0)_{\text{эфф}} = \frac{32}{4 \cdot 45} = 0{,}18.$$

Поскольку эта величина может заметно отличаться для разных сортов дерева, выгодно сначала изготовить клинья и с их помощью находить толщину четвертьволновой пластины.

Сибирский физико-технический институт, г. Томск

Б. Ш. Перкальскис, В. Л. Ларин

---

*) Клинья удобно приклеить к двум дощечкам, расположенным согласно рис. 2. В этом случае клинья образуют вместе плоскопараллельную пластину при любых перемещениях дощечек вдоль линии их соприкосновения.