

4. J. Du Mond, Lind, Watson, Phys. Rev. **75**, 1226 (1949).
5. Perrin, Comptes Rendus **197**, 1302 (1933).
6. Brunnings, Physica **1**, 966 (1934).
7. Rich, Phys. Rev. **81**, 140 (1951).
8. Лифшиц, ДАН **60**, 211 (1948).
9. Ore a. Powell, Phys. Rev. **75**, 1696 (1949).
10. Hedgran a. Lind, Phys. Rev. **82**, 126 (1951).

ОПЫТЫ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ РАДИОВОЛН В АНИЗОТРОПНОЙ ИОНИЗОВАННОЙ СРЕДЕ

Распространение электромагнитных волн в ионизованной среде — одна из наиболее важных областей радиофизики, неизменно привлекающая внимание как теоретиков, так и экспериментаторов. Этому немало способствует и практическая важность данной проблемы, включающей в себя как частные случаи, например, вопросы распространения радиоволн в ионосфере, — проблему резонансных свойств электронной плазмы газового разряда и т. д. К настоящему времени разработана, в значительной мере трудами советских учёных, теория распространения радиоволн в ионосфере (см., например, ¹). В указанной связи понятно всё значение опытов, которые позволили бы изучать распространение электромагнитных волн в ионизованной среде в лабораторных условиях. Такой эксперимент был недавно осуществлён ².

В качестве ионизованной среды была выбрана плазма газового разряда (неон). Разряд происходил в трубке с подогревным катодом. Разрядное напряжение подавалось импульсами длительностью 5 сек. После такого импульса некоторое время выжидали, а затем в плазму разряда, где в это время уже шёл процесс денонизации, посылались радиоволны высокой частоты (также импульсами длительностью в 10 мксек). Разрядная трубка полностью заполняла собой объём одной из секций круглого волновода. Снаружи на волновод был намотан соленоид, создававший сильное магнитное поле. Таким образом исследовалось распространение радиоволн в присутствии магнитного поля, т. е. в анизотропной ионизованной среде.

Измерения производились для волны типа H_{11} при радиочастотах 4600, 4900, 5200 и 5500 Мгц (критическая частота волновода 4430 Мгц) и в диапазоне давлений неона от 0,5 до 100 мм рт. ст. В волноводе с плазмой измерялось распределение высокочастотного электрического поля, а также угол поворота плоскости поляризации (эффект Фарадея — магнитное вращение плоскости поляризации).

На рис. 1 показано распределение электрического поля по окружности волновода при частоте сигнала 5500 Мгц ($\lambda = 5,46$ см) и давлении газа 1 мм рт. ст. Максимальное значение разрядного напряжения 1050 в, разрядного тока 135 ма. По оси абсцисс отложена угловая координата θ . За $\theta = 0$ принято направление вектора E в отсутствии разряда. По оси ординат отложена величина ослабления вектора E в плазме по сравнению с его максимальным значением в отсутствии разряда E_0 макс. Для сравнения (пунктирная кривая) приведено распределение электрического поля в волноводе в отсутствие разряда.

На рис. 2 показана зависимость угла поворота плоскости поляризации от величины магнитного поля. Условия опыта те же, что и для рис. 1.

Основные результаты измерений:

1) В магнитном поле наблюдается поворот плоскости поляризации радиоволны на значительные углы — порядка 90° и более (на расстоянии в одну длину волны в волноводе), причём явление носит резко вы-

раженный резонансный характер; резонансной частотой является гироскопическая частота для электрона $\omega_n = \frac{eH}{mc}$ (рис. 2).

2) С приближением к резонансу волна меняет характер поляризации — из плоско-поляризованной переходит в эллиптически поляризованную, а при частоте резонанса — в волну, поляризованную по кругу.

3) Оказывается возможным построить с помощью двух соленоидов с независимым питанием радиоаналог двух скрещенных николей.

Результаты опытов можно качественно пояснить на обычной модели. Линейно поляризованную волну можно разложить на две поляризованные по кругу с правым и левым вращением вектора E : на «обыкновенную» волну и «необыкновенную». Вблизи резонанса необыкновенная волна испытывает сильное поглощение. Поэтому при резонансе остаётся лишь обыкновенная волна и наблюдается круговая поляризация.

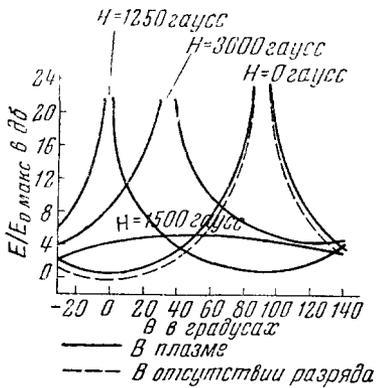


Рис. 1.

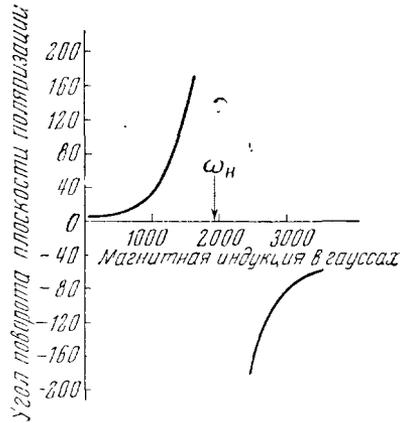


Рис. 2.

При изменении направления магнитного поля обыкновенная и необыкновенная волны меняются местами. Поэтому при резонансе после двух соленоидов с различным направлением тока испытают поглощение обе волны: в одном из них поляризованная по правому кругу, а в другом — по левому. Такое устройство аналогично системе скрещенных николей в оптике.

Данное объяснение может рассматриваться лишь как чисто качественное. Количественная теория распространения радиоволны разработана для случая безграничной среды и соответственно плоских волн. Однако в волноводе волна не является плоской и распространение электромагнитных волн в волноводе, заполненном анизотропной ионизованной средой, требует ещё своего исследования как теоретического, так и экспериментального.

Описанные опыты были предприняты в плане исследования магнитного вращения плоскости поляризации в различных средах и в том числе — в ионизованном газе. Их результаты имеют, однако, весьма широкое значение, они затрагивают обширный круг важных вопросов: моделирование явлений в ионосфере, изучение резонансных свойств плазмы газового разряда, амплитудную и фазовую модуляцию радиоволн ультравысоких частот, поворот плоскости поляризации и др.

М. Гинцбург

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Гинзбург, Теория распространения радиоволн в ионосфере, Гостехиздат, 1949.

2. L. Goldstein, M. Lampert a. J. Heneу, Phys. Rev. 82, 956 (1951).

НАБЛЮДЕНИЕ МАГНИТНЫХ ДОМЕНОВ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТО-ОПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА *)

Как известно, намагничивание отражающей поверхности ведёт к повороту плоскости поляризации отражённого света, причём угол поворота зависит от степени намагничивания, а направление поворота — от направления намагничивания. Авторы реферируемой работы, выполненной при консультативном участии Киттеля и Шокли, успешно применили это явление для непосредственного наблюдения доменной структуры.

Наблюдения велись с гексагональными кристаллами кобальта. Поскольку направление лёгкого намагничивания кобальта совпадает с осью c кристалла, постольку домены намагничиваются (положительно или отрицательно) вдоль этой оси. Поэтому, если сделать срез, перпендикулярный к оси c , то на поверхности среза будут выступать северные или южные полюсы доменов. Плоскополяризованный свет, падающий нормально на поверхность (0001) кристалла, будет испытывать при отражении вращение плоскости поляризации (примерно на четверть градуса) в ту или другую сторону в зависимости от направления намагничивания домена. Подбором соответствующего компенсатора, расположенного между скрещенными поляризатором и анализатором, тогда нетрудно полностью погасить свет, отражённый доменами с одним направлением намагничивания, в то время как свет, отражённый доменами с противоположным намагничиванием, останется непогашенным, что даёт возможность непосредственно наблюдать доменную структуру поверхности.

Наблюдения велись с помощью металлографического микроскопа, снабжённого соответствующими поляризационными устройствами.

Ниже помещены фотографии, полученные таким способом. На рисунке 1 показана доменная структура монокристалла кобальта (срез, перпендикулярный к оси c), выявляемая в поляризованном свете. a — компенсатор ориентирован так, что скомпенсировано вращение

плоскости поляризации при отражении на $+\frac{1}{4}$; b — компенсатор ориентирован так, что скомпенсировано вращение плоскости поляризации при отражении на $-\frac{1}{4}$; c — компенсатор не вращает плоскости поляризации, поэтому интенсивность света, отражённого противоположно намагниченными доменами, одинакова, и доменная структура не видна. На рисунке 2 показано изменение доменной структуры монокристалла кобальта с изменением напряжённости внешнего магнитного поля, выявляемое в поляризованном свете. a — поле слабее; b — поле сильнее. На рисунке 3

дётся изменение доменной структуры поликристалла кобальта с изменением напряжённости внешнего магнитного поля. Фотографии a (слабое поле) и b (сильное поле) сделаны в поляризованном свете. Фотография c получена с той же поверхности несколько позднее с помощью порошковой методики (коллоидальный магнетит).

Фотографии отчётливо выявляют доменную структуру поверхности и имеют очевидные преимущества перед фотографиями доменной

*) H. J. Williams, F. G. Foster and E. A. Wood, Phys. Rev. 82, 119 (1951).