

378.147:537

НОВЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО КУРСУ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Предлагаемые демонстрации были показаны 2 июня 1964 г. на общемосковском семинаре преподавателей вузов в МГУ.

1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТОКОВ В МАГНЕТИКЕ

Эта демонстрация имеет своей целью дополнить традиционный опыт о взаимодействии прямых параллельных токов в воздухе показом усиления их взаимодействия в среде с большой магнитной проницаемостью. Если прямой ток окружен сплошной однородной магнитной средой, то силовые линии магнитной индукции представляют собой окружности, центры которых лежат на линии тока. Индукция в магнетике, заключенном внутри любой цилиндрической поверхности, коаксиальной току, не изменится, если магнетик, находящийся вне этой поверхности, полностью удалить. Поэтому при постановке опыта по взаимодействию параллельных токов в магнетике мы можем ограничиться магнетиком в форме цилиндрического стержня, по оси которого должен быть расположен провод с током. Для обнаружения действия этого осевого тока на другой, параллельный ему ток, в магнетике необходимо этот второй, пробный ток сделать достаточно малым по сравнению с осевым током, чтобы присутствие пробного тока как можно меньше искажало поле вектора индукции в стержне. Кроме того, нужно сделать по всей длине стержня радиальную щель, в которой и должен быть размещен провод с пробным током. В этой щели пробный ток сможет перемещаться при взаимодействии с осевым током. Ясно также, что индукция в такой щели близка к индукции в стержне.

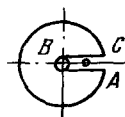
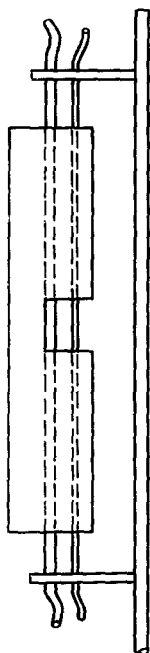


Рис. 1.

Установка, в которой реализованы указанные соображения, изображена схематически на рис. 1. В качестве магнетика используется мягкое железо «армо» в виде стержня (длина 700 мм, диаметр 30 мм) со щелью ABC шириной 6 мм. В средней части стержня сделан еще один вырез специально для наблюдения проводов в проекции. На отдельном подвижном штативе укреплены провода (900 мм) на расстоянии 10 мм друг от друга. Осевого провод — изолированный медный стержень (диаметр 55 мм), провод пробного тока — мягкий многожильный. По осевому проводу пускается ток 50 а, а по пробному 3 а. Натяжение пробного провода подбирается таким, чтобы вне стержня его смещения при коммутации тока были малы. Затем, перемещая штатив, вводят провода в щель стержня и показывают значительное усиление их взаимодействия в магнетике.

Установка, в которой реализованы указанные соображения, изображена схематически на рис. 1. В качестве магнетика используется мягкое железо «армо» в виде стержня (длина 700 мм, диаметр 30 мм) со щелью ABC шириной 6 мм. В средней части стержня сделан еще один вырез специально для наблюдения проводов в проекции. На отдельном подвижном штативе укреплены провода (900 мм) на расстоянии 10 мм друг от друга. Осевого провод — изолированный медный стержень (диаметр 55 мм), провод пробного тока — мягкий многожильный. По осевому проводу пускается ток 50 а, а по пробному 3 а. Натяжение пробного провода подбирается таким, чтобы вне стержня его смещения при коммутации тока были малы. Затем, перемещая штатив, вводят провода в щель стержня и показывают значительное усиление их взаимодействия в магнетике.

II. РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА ДЛИННОГО КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Для демонстрации резонансных свойств длинного коаксиального кабеля используется осциллографический измеритель частотных характеристик (ИЧХ-1). Это — осциллограф, снабженный специальным генератором качающейся частоты. Частота этого генератора изменяется синхронно с горизонтальным перемещением луча по экрану. Максимальное изменение частоты в пределах экрана 8 Мгц. Средняя частота от 0,1 до 20 Мгц. Напряжение генератора подводится к исследуемому устройству, а сигнал, снятый с выхода устройства, детектируется и подается на усилитель вертикального отклонения. В результате на экране ИЧХ-1 наблюдается изображение частотной характеристики исследуемого устройства. Размер экрана (220 × 220 мм²) достаточен для демонстрации в большой аудитории. На этом приборе можно

показывать резонансные кривые одиночных и связанных контуров, частотные зависимости индуктивных и емкостных сопротивлений и т. п. В описываемой демонстрации прибор используется для наблюдений резонансных свойств длинного коаксиального кабеля РК-106 (100 м), намотанного на большую деревянную катушку (может быть использован другого типа, но желательно с многожильным центральным проводом). Схема включения кабеля изображена на рис. 2.

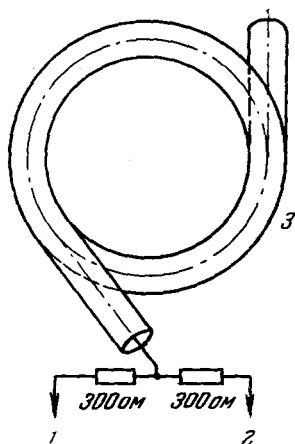


Рис. 2.

1 — К генератору ИЧХ-1;
2 — К детекторной головке ИЧХ-1; 3 — катушка кабеля РК-106.

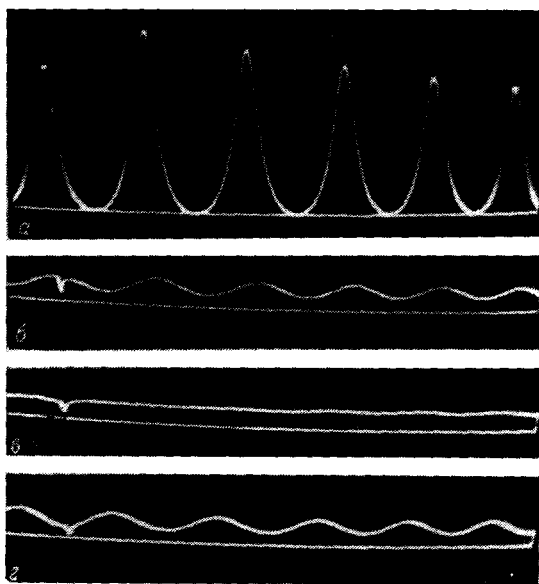


Рис. 3.

На рис. 3, а показан вид частотной характеристики кабеля, разомкнутого на противоположном от ИЧХ конце. На рис. 3, б — в видно изменение частотной характеристики при подключении к разомкнутому концу кабеля различных сопротивлений: 75, 56, 32 Ом. Резонансные свойства кабеля полностью исчезают при подключении сопротивления 56 Ом — оно близко к волновому сопротивлению кабеля. Замыкая коротким проводником и размыкая свободный конец кабеля, можно показать сдвиг частотной характеристики кабеля по частоте.

Кабель может быть включен и как линия связи между генератором и детекторной головкой ИЧХ. В этом случае наблюдается зависимость коэффициента передачи кабеля от частоты, аналогичная рис. 3, а. Чтобы сделать коэффициент передачи кабеля независимым от частоты, на его концах включаются сопротивления, равные волновому сопротивлению кабеля. В этом случае наблюдается картина, аналогичная рис. 3, в.

Наконец, этот же коаксиальный кабель используется как линия задержки для демонстрации скорости распространения по нему короткого электромагнитного импульса, предложенной Векшиным¹.

С. Н. Усагия и Л. И. Баштаник дали ряд ценных советов и оказали помощь при осуществлении описанных демонстраций.

К. Н. Баранский, В. А. Кожаткин, В. Н. Вадковский

ЛИТЕРАТУРА

1. Векшин, Физика в школе, № 6, 69 (1963).