

3 Экспериментальные частотные характеристики эффективности экранирования некоторых типов коаксиальных кабелей приведены на рис. 2.29. Эти данные носят скорее не справочный, а иллюстративный характер и могут служить начальной основой для выбора типа экрана коаксиального кабеля.

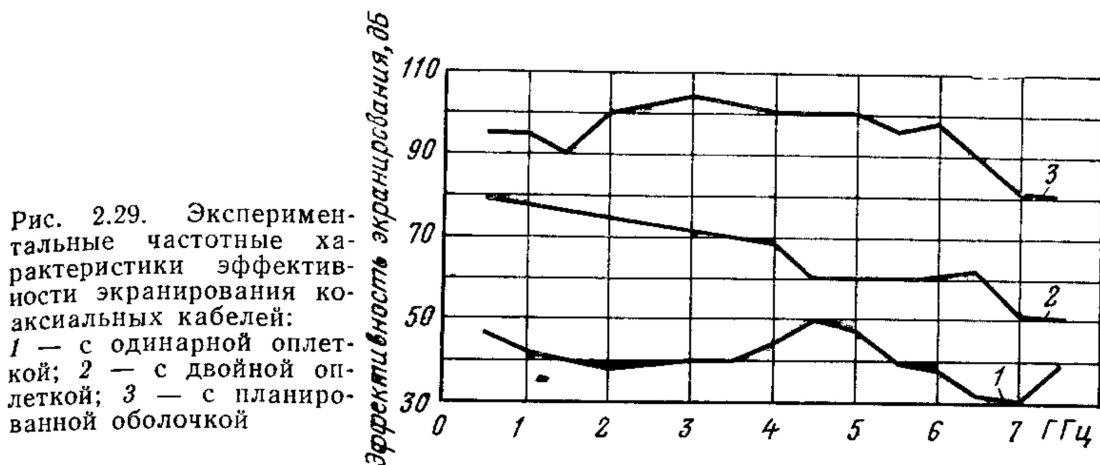


Рис. 2.29. Экспериментальные частотные характеристики эффективности экранирования коаксиальных кабелей: 1 — с одинарной оплеткой; 2 — с двойной оплеткой; 3 — с планированной оболочкой

Допустимый уровень мощности, который можно пропустить по линии питания на данной частоте, задается при условии полного согласования линии с нагрузкой, т. е. при $K_{стU}=1$. Этот уровень мощности определяется следующими условиями:

1. В коаксиальной линии с волновым сопротивлением $Z_0=50$ Ом на средней жиле выделяется примерно 78% общего количества тепла, а в коаксиальной линии с волновым сопротивлением $Z_0=75$ Ом—87%.

2. Большое количество тепла, выделяемое на средней жиле, может привести к деформации диэлектрических элементов крепления средней жилы. Это приведет к асимметрии коаксиальной линии, т. е. к дальнейшему возрастанию потерь.

Теперь приведем формулы, связывающие уровень пропускаемой мощности P , напряжение U и ток I :

$$U = \sqrt{PZ_0}; \quad I = \sqrt{P/Z_0}. \quad (2.74); (2.75)$$

В приведенных формулах мощность выражается в ваттах, напряжение — в вольтах, ток — в амперах, волновое сопротивление — в Ом.

Пример: если коаксиальная линия с волновым сопротивлением $Z_0=75$ Ом пропускает мощность $P=100$ Вт, то ток в ней согласно формуле (2.75) $I = \sqrt{100/75} = 1,15$ А.

Линия Губо. Прежде чем перейти к рассмотрению этой линии передачи, вспомним, что энергия электромагнитного поля распространяется в виде волны, а собственно проводники необходимы для направленного распространения этой волны. Так, например, в двухпроводной линии волна существует в пространстве между обоими проводниками, в коаксиальной линии — полностью между внутренним проводником и экраном.

Аналогичная картина наблюдается и при использовании однопроводной линии поверхностной волны. На поверхности этой линии существуют две компоненты электрического поля — E_r и E_θ (см. рис. 2.6в), причем компонента E_r сильно ослабевает с увеличением расстояния r от линии. Также ослабевает, но в меньшей степени, и вторая компонента E_θ .

Важнейшим условием работоспособности линий поверхностной волны является требование неизменности структуры поля в некоторой окрестности диаметром D_0 от линии. С целью концентрации энергии волны вблизи линии и, следовательно, уменьшения диаметра D_0 , провод покрывают диэлектриком. Аналогичный эффект можно получить, применяя в качестве линии передачи другие замедляющие структуры, например спираль.

Для перехода от коаксиальной линии к линии Губо и от линии Губо к нагрузке необходимо использовать специальные возбуждители поверхностной волны, например показанные на рис. 2.30в. Как правило, для современных конструкций линий Губо эффективное сечение, в котором в основном сосредоточена электромагнитная энергия, имеет диаметр [15, 17, 18]

$$D_0 = (0,9 \dots 1,15) \lambda_0. \quad (2.76)$$

Волновое сопротивление линии Губо зависит от частоты, причем с ростом частоты его значение уменьшается.

Формальное определение волнового сопротивления линии Губо имеет вид

$$Z_0 = U/I = P/I^2. \quad (2.77)$$

На графиках рис. 2.30а приведены зависимости Z_0 и D_0 некоторых типов линий Губо от частоты. На рис. 2.30б приведена типовая схема применения линии Губо в качестве линии питания.

Целесообразно привести следующую дополнительную информацию, касающуюся применения линии Губо.

1. Линия Губо, как правило, крепится на тонких оттяжках. Несущие конструкции, к которым прикреплены коицы оттяжек, должны быть выполнены так, чтобы не нарушать структуру поля, т. е. должны находиться от нее на расстоянии, превышающем D_0 (см. рис. 2.30б).

2. Условие, сформулированное в п.1, должно выполняться и при воздействии ветровых нагрузок.

3. Любая деформация линий Губо, приводящая к ее искривлению или излому, увеличивает потери линии на излучение. В качестве примера можно привести экспериментальные данные, полученные на линии Губо длиной 33 м, работающей в диапазоне частот 432 МГц. Недеформированная линия имела затухание 2,7 дБ. После деформации линия стала иметь переломы под углом 30° в трех точках ее подвеса, что привело к увеличению затухания до 6 дБ.

4. Устройства возбуждения линии Губо (см. рис. 2.30в) в большой степени определяют согласование линии передачи в целом, а также вносят дополнительные потери. Обычно эти устройства выполняются в виде рупоров, поверхность которых соединена с внешним краем коаксиальной линии. Внутренний провод коаксиальной линии непосредственно соединен с линией Губо. Диаметр конических рупоров выбирается из условия допустимых дополнительных потерь, которые могут быть определены из графика на рис. 2.30г.

Для ответвления энергии от линии Губо могут быть использованы, например, рамочные антенны (с небольшим периметром) расположенные в области диаметром D_0 .

Линии Губо используются в диапазоне 50—2000 МГц. В диапазоне 144 МГц рупор-возбудитель для линии Губо должен иметь

длину около 4 м, что не всегда приемлемо с практической точки зрения. Отметим, что линии Губо мало чувствительны к атмосферным воздействиям, однако при их обледенении резко возрастают потери. Так, например, при покрытии линии слоем льда толщиной 1 мм возникают дополнительные потери в 10 дБ.

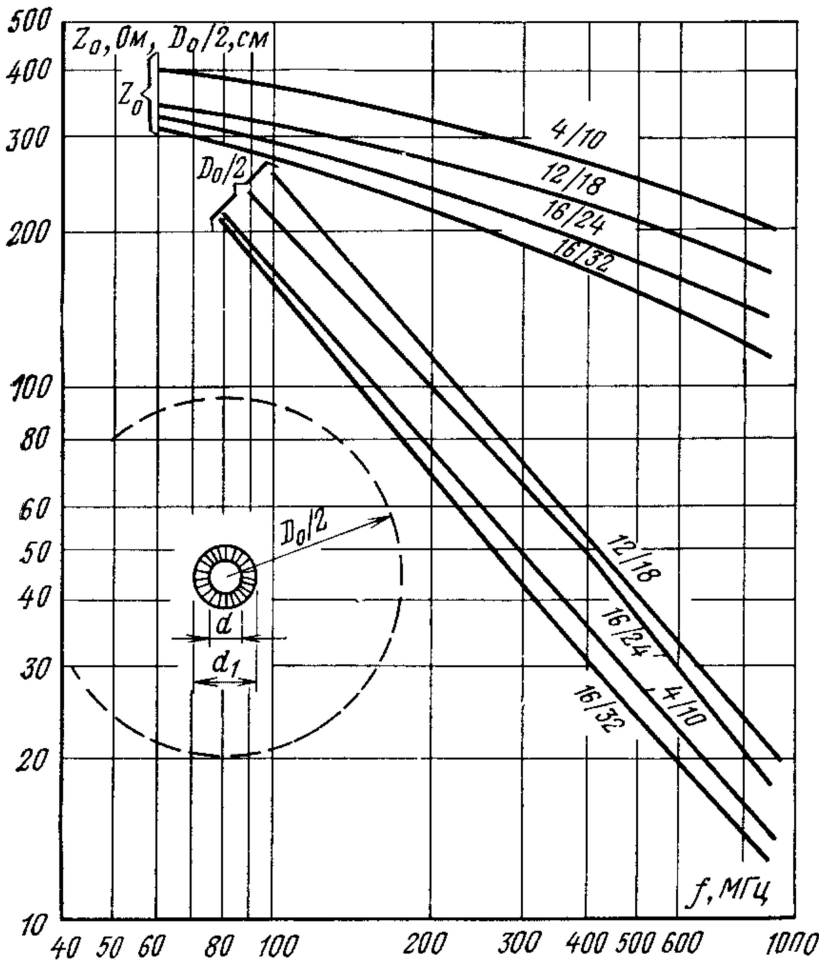


Рис. 230 Линия Губо:

a — зависимость волнового сопротивления Z_0 и эффективного сечения D_0 от частоты для некоторых типов линий Губо (дробь над кривыми означают отношения диаметра внутренней жилы d к диаметру изоляции d_1); *b* — типовая схема использования линии Губо в качестве линии передачи; *в* — возбуждатель поверхностной волны (1 — коаксиальная линия, 2 — рупорный переход, 3 — линия Губо); *г* — зависимость дополнительных потерь от диаметра D_s .

