

Антина Цеппелина. Вредное излучение провода, подводящего энергию к антенне, можно уменьшить, используя компенсирующее поле такого же провода, проходящего рядом с первым и возбуждаемого в противофазе. Так, собственно, и появилась антенна Цеппелина (рис. 5.13).

При длине диполя от 41,15 до 41,48 м антенна сохраняет работоспособность в нескольких диапазонах. Выбор граничной длины зависит от того, какие условия более приемлемы для радиолюбителя (табл. 5.4).

Антенна в точках $A-A$ (см. рис. 5.13) имеет большое входное сопротивление (около 600 Ом), зависящее от электрической толщины провода и концевой емкости. Такая антенна может быть возбуждена симметричной линией с волновым сопротивлением около 600 Ом (длина линии $\lambda/4$ или $3\lambda/4$). Четвертьволновый отрезок выполняет роль трансформатора, снижающего сопротивление в точках $B-B$.

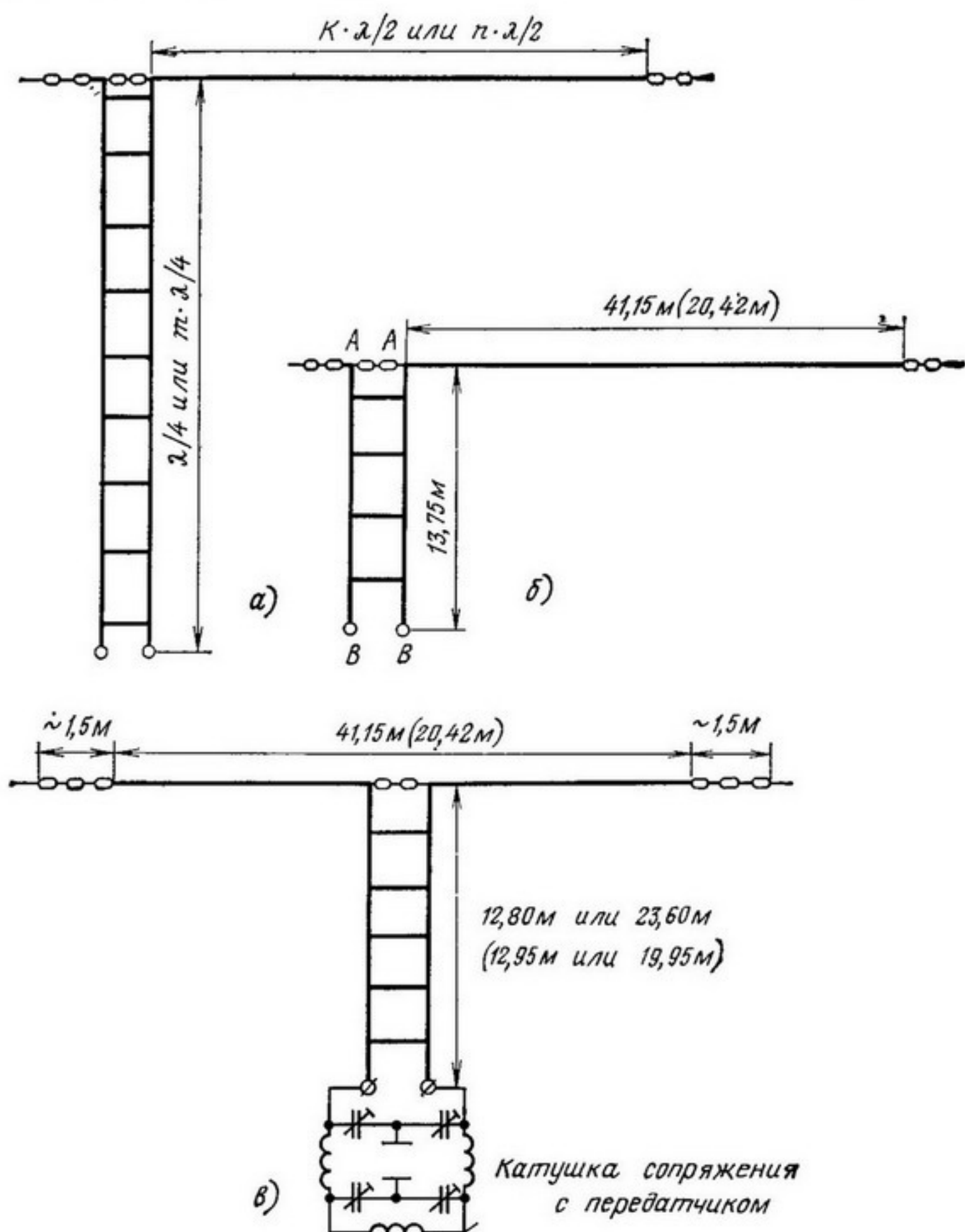


Рис. 5.13 Антенна Цеппелина:
 а — конструкция антенны; б — основные размеры пятидиапазонной антенны;
 в — двойная антенна Цеппелина

В этих точках может быть подключена коаксиальная линия с волновым сопротивлением $Z_0 = 50 \dots 75$ Ом.

В пространстве около антенны (со стороны линии питания) создается сильное электромагнитное поле, являющееся, по сути дела,

фактически изображением реальной антенны. Поэтому это пространство должно быть свободно от всех предметов. В противном случае наблюдается значительная деформация характеристик излучения, что приводит к возрастанию уровня помех. Отметим, что эта антенна, как и ранее рассмотренная антенна L -типа, не обладает фильтрующими свойствами и излучает в пространство все гармоники передатчика. Правда, имеется возможность несколько снизить уровень их излучения, что достигается включением между выходом передатчика и входом линии питания $B-B$ симметрирующих устройств.

Отметим, что если длина линии питания кратна длине волны, то рассматриваемая антенна становится аналогичной антенне L -типа. В этом случае линия питания становится источником излучения. Для предотвращения этого явления длину линии питания выбирают в пределах от 12,8 до 13,75 м. Вместо двухпроводной воздушной линии с $Z_0=600$ Ом можно использовать двухпроводную линию в диэлектрической изоляции с $Z_0=240 \dots 300$ Ом; при этом следует помнить о влиянии коэффициента укорочения и уменьшить длину линии до 11,9 м. Если антенна используется только в одном диапазоне, то для улучшения согласования следует воспользоваться настроенными дилейфами (см. рис. 2.46).

Двойная антенна Цеппелина. Соединив между собой две одинарные антенны так, как показано на рис. 5.13в, получим двойную антенну Цеппелина, которая может работать в пяти радиоловительских диапазонах.

В табл. 5.4 приведены наиболее целесообразные длины питающих линий и соответствующие им способы питания.

ТАБЛИЦА 5.4

Длины линий питания и соответствующие им способы питания двойной антенны Цеппелина

Полная длина вibrатора, м	Длина линии питания, м	Способ питания в диапазонах частот, МГц				
		3,5	7	14	21	28
83,00	41,55	U^*	U	U	U	U
83,00	20,78	I^*	U	U	U	U
41,15	12,78	U	U	U	U	U
41,15	23,60	U	U	U	U	U
20,42	12,95	I	U	U	U	U
20,42	19,95	U	I	U	I	U

* I — питание током; U — питание напряжением.

Питание напряжением требует использования параллельного контура, а питание током — последовательного контура (более подробно см. в § 3.2).

Диапазонная антенна с изменением длины питающей линии. Ранее были выяснены причины изменения $Z_A=R_A+iX_A$ с изменением диапазона используемых частот. Входное сопротивление при резонансе антенны имеет только активную составляющую.

Такое условие можно осуществить только в одном диапазоне. Если антенну возбуждать с помощью линии, имеющей $Z_0=R_A$, то в других диапазонах $Z_A>R_A$ и получаем большую степень рассогласо-

вания антенны с линией питания. Вместо использования различных подстроечных систем в этом случае можно применить другой способ согласования, а именно изменить место подключения питания антенны, что на практике не вызывает больших трудностей.

Возможность применения такого способа согласования выясняется при рассмотрении рис. 5.14, на котором показаны распределения сопротивления R_A вдоль линии для различных частот радиолубительских диапазонов. Шкала изменения R_A построена в логарифмическом масштабе и учитывает изменения R_A от 65 Ом до 3000 Ом. Кроме того, на этих графиках криволинейные отрезки изменения R_A заменены прямыми, а коэффициент укорочения K равен 1.

Несмотря на упрощения, принятые при построении, графики изменения R_A достаточно точны для целей практики. Более точные значения R_A можно получить, пользуясь формулой

$$R_A = R_{A1} - R_{A2} [1 - \cos(360^\circ b/\lambda)] + R_0, \quad (5.5)$$

где R_{A1} и R_{A2} — входные сопротивления, соответствующие узлам тока и напряжения соответственно; R_0 — волновое сопротивление диполя; b — расстояние от точки подключения питания до точки, соответствующей максимуму тока в антенне; λ — длина волны.

Из графиков, приведенных на рис. 5.14, видно, что большинство пересечений линий изменения R_A для различных диапазонов и при различных длинах линии питания происходит в пределах, ограниченных значениями 200 и 300 Ом.

Пример. При длине линии питания 14,1 м графики изменения R_A для четырех диапазонов (3,5; 6; 14 и 28 МГц) пересекаются практически в одной точке, соответствующей $R_A = 240$ Ом, а для диапазона 21 МГц выбранная длина линии питания соответствует максимальному значению R_A . При длине линии питания 7 м совпадение значений R_A (около 240 Ом) наблюдается для трех диапазонов (7; 14 и 28 МГц).

Если теперь волновое сопротивление линии питания, длина которой выбрана на основе совпадения R_A для нескольких диапазонов, взять равным $Z_0 = R_A = 240$ Ом, то такая система (антенна — линия питания) будет работоспособна в нескольких диапазонах частот одновременно.

Надо иметь в виду, что полного совпадения сопротивлений добиться будет достаточно сложно, так как в наших рассуждениях не принималось во внимание реальное значение коэффициента укорочения, а было принято $K = 1$. Тем не менее практическим подбором длины линии питания, имеющей волновое сопротивление $Z_0 = 240 \dots 300$ Ом, можно добиться весьма хороших показателей согласования в нескольких частотных диапазонах.

Удлиненная и укороченная антенны Цеппелина. На рис. 5.15а приведена схема антенны, получившей название удлиненной двойной антенны Цеппелина. Эта антенна отличается от антенны, приведенной на рис. 5.13в, длиной плеча вибратора. Длина плеча вибратора равна 27 м. Входное сопротивление антенны в диапазонах длин волн 10; 20; 40; 80 м $R_A = 240 \dots 300$ Ом (точное значение входного сопротивления зависит от высоты подвеса антенны), что позволяет для питания антенны использовать двухпроводную линию в ленточном диэлектрике.

Отметим, что коэффициент направленного действия такой антенны несколько больше, чем у обычной двойной антенны. Кроме того, следует иметь в виду, что входное сопротивление удлиненной

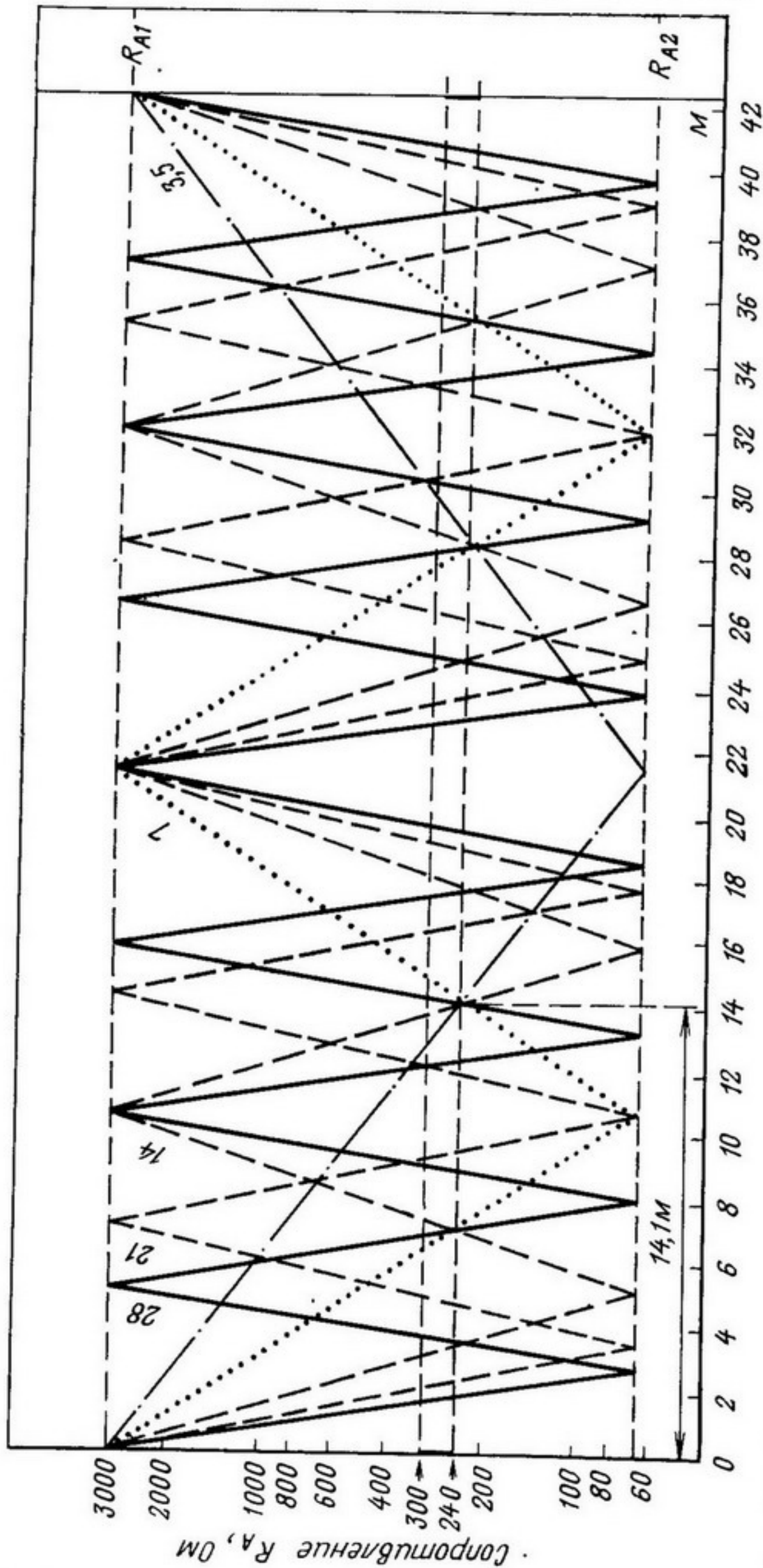


Рис. 5.14. Зависимость входного сопротивления антенны от расстояния точки питания до конца вибратора для пяти диапазонов частот:
 — 28,3 МГц; --- 21,2 МГц; --- 14,15 МГц; 7,07 МГц; --- 3,54 МГц
Внимание! Размеры указаны для свободного пространства. Для $\lambda/d > 4000$ необходимо пересчитать геометрические размеры на электрические, учитывая, что коэффициент укорочения $K=0,98$

антенны имеет реактивную составляющую, которую необходимо скомпенсировать, например, с помощью устройств, рассмотренных в § 3.4.

На рис. 5.15б приведена схема укороченной антенны, которая хорошо согласуется в диапазонах 10; 20; 40; 80 м. Эту антенну

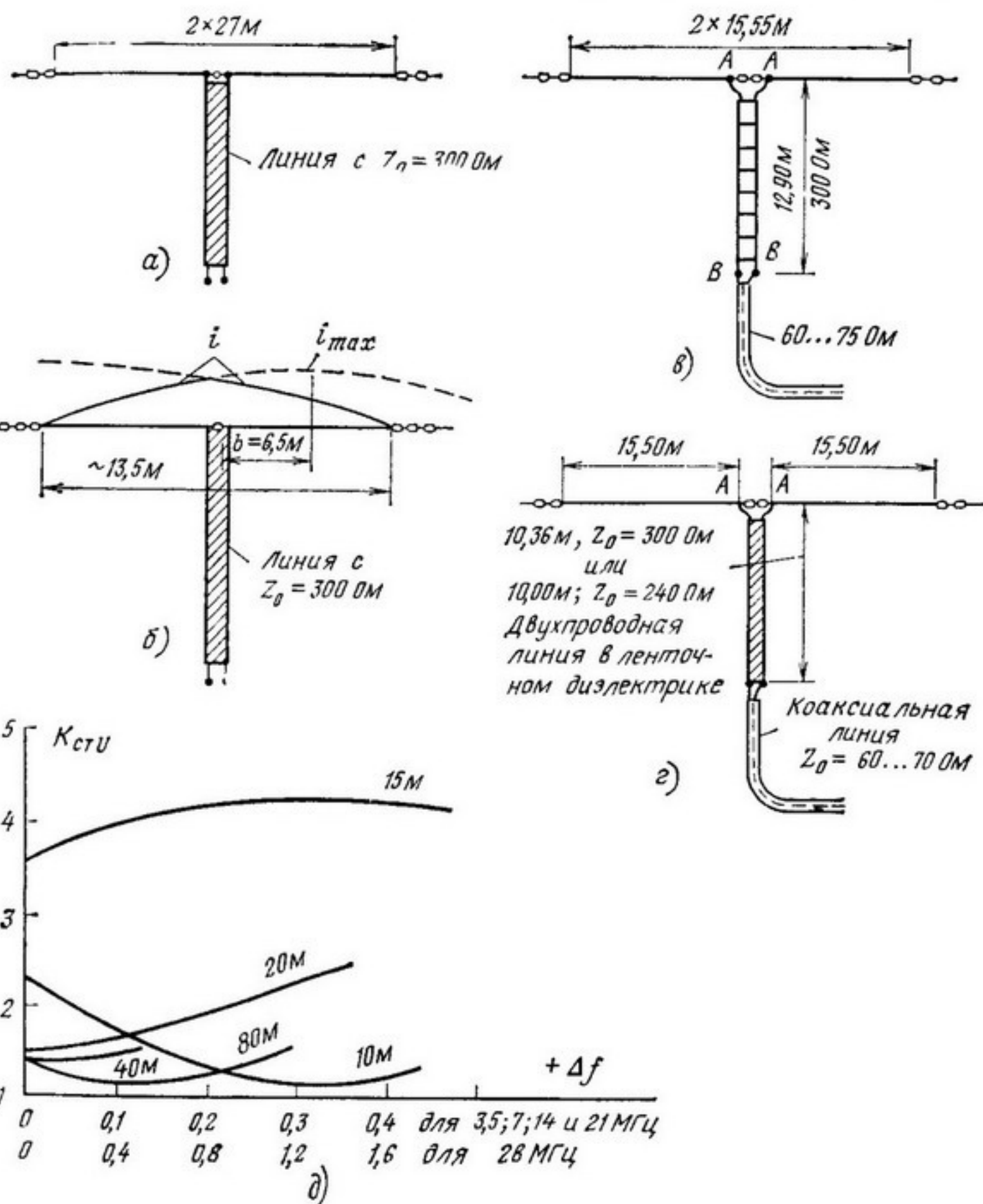


Рис. 5.15. Укороченные и удлиненные антенны Цепелина: а — удлиненная двойная; б — укороченная двойная антенна Цепелина; в, г — антенна G5RV; д — частотная характеристика коэффициента стоячей волны $K_{стU}$ во всех частотных диапазонах для схемы на рис. 5.15г

обычно применяют, если пространство для размещения антенны достаточно ограничено. Точка, соответствующая максимальному значению тока, расположена на расстоянии $l = 6,5$ м от места подключения питания антенны. Отметим, что коэффициент направленного дей-

ствия укороченной антенны несколько ниже, чем у обычной двойной антенны, и значительно ниже, чем у удлиненной двойной антенны. В качестве линии питания используется двухпроводная линия с волновым сопротивлением $Z_0 = 240 \dots 300$ Ом. В этом случае также применяются устройства для компенсации реактивной составляющей входного сопротивления.