

На рис. 7.15 приведена также кривая скорости об'емного смещения в трубе при об'еме камеры равном нулю. Из кривых видно, что при высоких частотах емкость воздушной камеры улучшает характеристику громкоговорителя. Для отсутствия резонансов в воздушной камере необходимо, чтобы расстояние от любой точки диафрагмы до трубы было меньше одной четверти длины волны для самой высокой частоты, воспроизводимой полосы.

Одна из конструкций, облегчающих решение этой задачи, приведена на рис. 7.14.

При очень высоких частотах части диафрагмы колеблются не синфазно, поэтому на этих частотах экспериментально полученные характеристики должны несколько отличаться от теоретических. Заменит бесконечную трубу постоянного сечения бесконечной трубой с экспоненциально увеличивающимся сечением. Как показано Вебстером, акустическое активное сопротивление у узкого конца такого рупора постоянно для всех частот выше пограничной частоты рупора. Пограничная частота определяется «величиной раствора» рупора или показателем степени экспоненты и может быть взята ниже самой низкой частоты, воспроизводимой полосы. Если рупор обрезать на некотором расстоянии от горла, то его действие изменится и будет зависеть от площади сечения, образовавшегося устья. Если площадь сечения устья достаточно велика, то отражения звуковой волны при проходе через устье рупора в окружающую среду — малы, и полное сопротивление у горла для частот выше пограничной частоты практически остается постоянным. В этом случае система излучает в рупор одинаковую мощность при всех частотах выбранного диапазона, а следовательно, если пренебречь малым отражением от устья, то можно считать мощность, излучаемую этой системой в окружающую среду, постоянной, независимой от частоты.

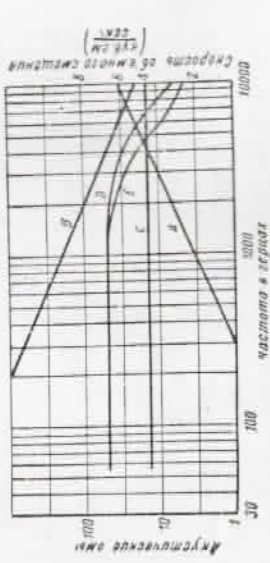


Рис. 7.15. Характеристики системы, показанной на рис. 7.14.

Кривая A — x_{AD} (акустическое реактивное сопротивление диафрагмы)
 B — x_{AC} (реактивное сопротивление)
 C — τ_{AC} (акустическая емкость)
 D — τ_{AD} (акустическое активное сопротивление)
 E — U (скорость об'емного смещения в трубе для $x_{AC} = \infty$).

сопротивление у узкого конца такого рупора постоянно для всех частот выше пограничной частоты рупора. Пограничная частота определяется «величиной раствора» рупора или показателем степени экспоненты и может быть взята ниже самой низкой частоты, воспроизводимой полосы. Если рупор обрезать на некотором расстоянии от горла, то его действие изменится и будет зависеть от площади сечения, образовавшегося устья. Если площадь сечения устья достаточно велика, то отражения звуковой волны при проходе через устье рупора в окружающую среду — малы, и полное сопротивление у горла для частот выше пограничной частоты практически остается постоянным. В этом случае система излучает в рупор одинаковую мощность при всех частотах выбранного диапазона, а следовательно, если пренебречь малым отражением от устья, то можно считать мощность, излучаемую этой системой в окружающую среду, постоянной, независимой от частоты.

В волновом уравнении д'Аламбера для аксиальных колебаний в экспоненциальном рупоре, предполагается, что во всякой плоскости, перпендикулярной к оси рупора, имеют место синфаз-

ные колебания. Это условие практически выполняется, если только диаметр сечения рупора не превышает длину волны.

Экспериментально установлено, что для данной воспроизводимой полосы частот увеличение длины рупора сверх некоторой определенной величины не влияет на его действие, так что рабочая часть рупора уменьшается с увеличением частоты¹. Поэтому в рупорах с прямоугольной осью условие синфазности колебаний в плоскости перпендикулярной оси рупора выполняется само собой. Однако, трудно получить синфазные колебания в плоскости перпендикулярной оси для рупоров искривленных или свернутых по спирали. Условие синфазности выполняется практически только в том случае, если диаметр сечения в месте сгиба меньше длины волны самой высокой частоты воспроизводимой полосы. Последнее условие ограничивает степень искривления рупора, которая может быть допущена без заметного ухудшения его акустических свойств. Если это условие не выполнено, то в рупоре получается интерференция, кроме того, некоторые части рупора при высоких частотах начинают работать как отражатели. Такой рупор ухудшает частотную характеристику громкоговорителя.

Нижняя пограничная частота конечного экспоненциального рупора определяется величиной раствора и площадью устья. Если пограничная частота выбрана, то этим самым уже задана как величина раствора, так и площадь устья рупора². Имеется еще один фактор, определяющий длину рупора, это — площадь его горла.

Условия эксплуатации налагают ограничения на размеры театрального громкоговорителя. В звуковых кинотеатрах, а в особенности в тех из них, в которых экран для демонстрации звуковых картин расположен на или перед сценой для выступлений артистов, место за экраном весьма ограничено, поэтому громко-

¹ В конечном рупоре отражения уменьшаются с возрастанием частоты в пределе, при достаточно высокой частоте, конечный рупор ведет себя как бесконечный. (Прим. ред.)

² Штенцель теоретически показал, что отражения от конца рупора малы в том случае, если диаметр устья рупора (при круглом сечении) составляет $\frac{1}{\pi}$ часть длины волны критической частоты рупора, определяемой соотношением $f_{кр} = \frac{mc}{\pi}$. При этом касательная к поверхности рупора у его устья составляет с осью рупора угол 45°. Вилсон Вебб, ссылаясь на эксперименты, дает в качестве оптимального угол 42°, при котором диаметр устья составляет $\frac{1}{3,5}$ часть $\lambda_{кр}$. Наконец, практически, американцы считают допустимым пользоваться соотношением: диаметр устья рупора $= \frac{1}{4} \lambda_{кр}$.

Получающиеся при таком соотношении (благодаря отражениям от конца рупора) неравномерности частотной характеристики громкоговорителя на низких частотах, еще вполне допустимы. (Прим. ред.)