

Модуль магн. поля в этой ловушке обладает абс. минимумом в центре системы, но этот минимум равен нулю. Соответственно, вблизи центра антипробкотрона нарушается адиабатич. инвариантность μ , и плазма из этой области быстро теряется вдоль силовых линий. Для устранения этих потерь можно использовать в осевой A и кольцевой B щелях антипробкотрона систему спец. электродов, предотвращающих потери электронов. Удержание ионов будет тогда обеспечено соевств. амбиполярным потенциалом плазмы. Техн. ограничения затрудняют экстраполяцию этой схемы к реакторным параметрам плазмы. Возможно, антипробкотроны найдут применение в качестве стабилизирующего элемента в амбиполярных ловушках.

Совсем др. возможности увеличения времени удержания связаны с переходом к О. л. с длиной L , превышающей длину свободного пробега ионов. Пример систем такого типа — многопробочная ловушка (МПЛ), предложенная в нач. 70-х гг. Установка имеет вид цепочки связанных между собой пробкотронов (рис. 1, *а*), причём длина каждого меньше λ_i . В такой О. л. время жизни плазмы возрастает в $(L/\lambda_i)^2$ раз по отношению к оценке (2).

Др. установка, относящаяся к этому классу, — т. н. газодинамич. ловушка (ГДЛ), представляющая собой пробкотрон с большим пробочным отношением ($R = 50-100$) и с длиной $L > \lambda_i/R$. Время жизни плазмы в ГДЛ в LR/λ_i раз больше оценки (2). Особенность ГДЛ состоит в том, что желобковая неустойчивость в ней может быть подавлена даже в простой осесимметричной конфигурации магн. поля.

Достоинством О. л. с $L > \lambda_i/R$ (МПЛ, ГДЛ) является то, что продольные потери плазмы из них не зависят от микрофлуктуаций, недостатком — то, что длина таких установок (в реакторном варианте) относительно велика.

Лит.: Чуянов В. А., Адиабатические магнитные ловушки, в кн.: Итоги науки и техники. Сер. Физика плазмы, т. 1, ч. 1, М., 1980; Чирков Б. В., Динамика частиц в магнитных ловушках, в сб.: Вопросы теории плазмы, в. 13, М., 1984; Рютов Д. Д., Ступаков Г. В., Процессы переноса в аксиально-несимметричных открытых ловушках, там же; Пасухов В. П., Классические продольные потери плазмы в открытых адиабатических ловушках, там же; Рютов Д. Д., Открытые ловушки, «УФН», 1988, т. 154, с. 565. Д. Д. Рютов.

ОТКРЫТЫЙ РЕЗОНАТОР — колебательная система, состоящая из отражателей (напр., в случае эл.-магн. волн металлич. или диэлектрич. зеркал), осуществляющих путём многократных отражений волновых пучков локализацию (удержание) резонансных волновых полей в конечной области пространства. Обычно характерные размеры О. р. заметно превышают длины волн ($d \gg \lambda$) возбуждаемых колебаний, что во мн. случаях позволяет исследовать свойства О. р. в приближении квазиоптики. При этом поляризация поля несущественна, а описание О. р. универсально и пригодено для колебаний любой природы — эл.-магн., акустических и т. п. Практически первым вариантом О. р. стала система из двух плоскопараллельных зеркал конечных размеров (разновидность *интерферометра Фабри — Перо*). Предложенная А. М. Прохоровым, Р. Г. Дикке (R. H. Dicke), А. Л. Шавловым (A. L. Schawlow) и Ч. Таунсом (Ch. Townes) (1958), она предназначалась для эл.-магн. колебаний субмиллиметрового и оптич. диапазонов. Впоследствии идеи этого варианта О. р. были перенесены в др. диапазоны эл.-магн. колебаний, а также на волновые поля иной природы. Ниже для определённости рассматриваются только О. р. для эл.-магн. колебаний.

В известном смысле О. р. можно рассматривать как модификацию экранированных объёмных резонаторов с частично убранными стенками. Спектр соевств. колебаний идеального экраниров. резонатора с увеличением его объёма уплотняется ($\Delta\omega/\omega \sim \pi c^3/V\omega^3$) и при наличии даже малого поглощения превращается в сплошной, так что такая система фактически перестаёт быть резонансным устройством. Возникает естеств. потреб-

ность в разрежении спектра (в селекции мод). В О. р. разрежение осуществляется простейшим образом — увеличением радиац. потерь нежелательных мод, к-рые «высвечиваются» в окружающее пространство. Это прежде всего моды, группирующиеся в лучи, не задевающие отражателей. С др. стороны, подбором размеров и профилей отражателей удаётся снизить потери на излучение (дифракц. потери) полезных (рабочих) мод и сделать их высокодобротными. Для избират. уменьшения потерь может быть использовано отражение от границы диэлектрик — вакуум. В О. р., образованном диэлектрич. стержнем с проницаемостью ϵ_d , размещённым между параллельными пластинами (рис. 1, *а*), колебания с малыми потерями представляют собой волновые пучки, полностью отражающиеся от

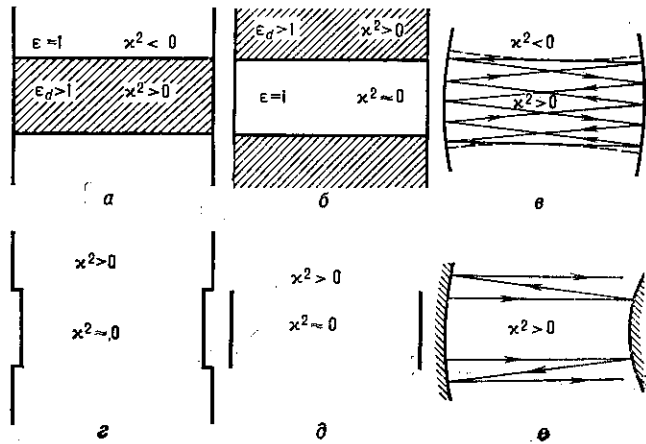


Рис. 1.

границы диэлектрик — вакуум. Поперечное к оси резонатора волновое число x этих мод в области $\epsilon = 1$ является чисто мнимым, в области $\epsilon_d > 1$ действительным. Для высокодобротных мод пространство с $\epsilon = 1$ представляет закрытый волновод (см. *Волновод и Волновод диэлектрический*). Число таких колебаний увеличивается с ростом разности $\epsilon_d - 1$. В «инвертированной» системе (рис. 1, *б*) высокодобротные колебания сосредоточены в оптически менее плотной среде. Они излучают в более плотную среду, и это излучение не обращается в нуль даже для идеальных диэлектриков. Высокодобротными являются колебания в виде волновых пучков, скользящих вдоль границы диэлектриков. Поперечные волновые числа пучков близки к нулю внутри резонатора в среде с $\epsilon = 1$ и действительны в среде с $\epsilon_d > 1$. Частоты колебаний близки к критич. частотам внутр. волновода.

Аналогичные условия отражения могут быть реализованы и без применения диэлектриков: полное отражение от закрыт. волновода — плавным уменьшением расстояния между отражателями (рис. 1, *в*), сильное отражение на частотах, близких к критич. частотам внутр. волновода, — внесением неоднородностей: скачкообразным изменением расстояния между отражателями (рис. 1, *г*) или ограничением размеров отражателей (рис. 1, *д*). Высокодобротные колебания будут иметь в этих случаях разный характер. В первом случае существует каустика, разграничивающая области докритич. и закрыт. волноводов, в последнем — поле быстро (экспоненциально) убывает при удалении от каустики, во втором случае поле ограничивается областью сильного отражения. Оба способа повышения добротности применяются в О. р. Когда не требуется высокой добротности рабочей моды, часто используются резонаторы с постепенным увеличением расстояния между отражателями (рис. 1, *е*). Благодаря высоким значениям отношения запасённой энергии к энергии потерь доб-