

## К ПРИМЕНЕНИЮ ДВУХРЯДНЫХ ШТЫРЕВЫХ ГРЕБЕНОК В БЕЗЖЕЛЕЗНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ СИНХРОТРОНАХ

П. И. ГОСЬКОВ

Как показано в [1], в качестве ускоряющей системы безжелезного волноводного синхротрона наиболее целесообразно использовать двухрядную штыревую замедляющую структуру, располагая ее непосредственно на одной из токоведущих шин, т. е. в этом случае штыри с ши-

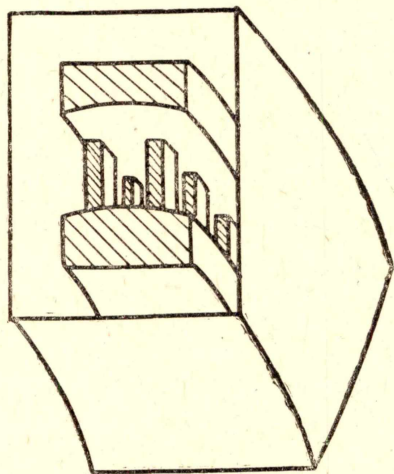


Рис. 1. Ускоряющая система безжелезного волноводного синхротрона на основе двухрядных штыревых гребенок

ной будут представлять единое целое (рис. 1). В этом случае замедляющая структура не будет полностью заэкранирована: будут иметься боковые зазоры (рис. 1). Естественно, что этот факт в какой-то степени скажется на электродинамических свойствах двухрядных штыревых гребенок.

Для выяснения влияния указанного фактора на электродинамику штыревых гребенок были исследованы свойства двух экспериментальных образцов: I — система из полностью заэкранированной двухрядной штыревой гребенчатой структуры, которая в обозначениях работы [2] имела следующие геометрические размеры:  $a = 20$  мм,  $b = 5$  мм,  $c = 65$  мм,  $h = 15$  мм,  $g = 5$  мм,

$p = 40$  мм,  $q = 20$  мм; II — замедляющая структура с теми же размерами, но не полностью заэкранированная, так как между верхними и боковыми сторонами волновода был зазор в 40 мм. Последний вариант соответствовал системе, изображенной на рис. 1. При этом расстояние от штырей до края токоведущей шины равнялось 25 мм, т. е. ширина шин составляла 80 мм.

Резонансный объем в системах I и II создавался с помощью сплошных металлических коротковолноводов, проходящих в плоскостях зеркальной симметрии посередине между двумя соседними штырями.

Из рис. 2, на котором приведены экспериментальные дисперсионные кривые синфазной волны обеих систем следует, что наличие боко-

вых зазоров сдвигает полосу пропускания в область длинных волн, причем влияние зазора несколько сильнее в режимах  $\Psi \rightarrow 0$ . Полоса пропускания при этом увеличилась менее чем на 15%.

Для системы I при  $\Psi = \frac{2\pi}{3}$  было рассчитано значение  $\lambda$  с помощью выражений для концевых емкостей двухрядных штыревых гребенок и соответствующих волновых проводимостей, приведенных в [3]. Теоретическое значение длины волны равнялось  $\lambda = 12,2$  см, что составляло расхождение с экспериментом менее 0,2%.

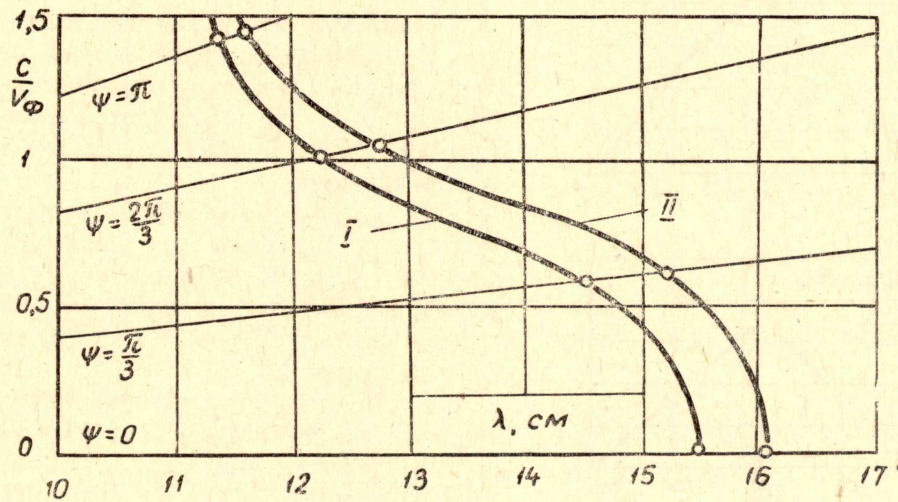


Рис. 2. Дисперсионные кривые штыревых гребенок

Таким образом, так как сдвиг  $\lambda$  из-за наличия боковых зазоров составляет менее 4,5%, то полученные экспериментальные данные говорят о том, что дисперсионные свойства ускоряющих систем безжелезных синхротронов на основе двухрядных штыревых гребенок (рис. 1) вполне можно рассчитывать с помощью выражений, приведенных в [3], поскольку расхождение с экспериментом при этом не будет

превышать  $5\% \frac{c}{V_\phi} \approx 1$

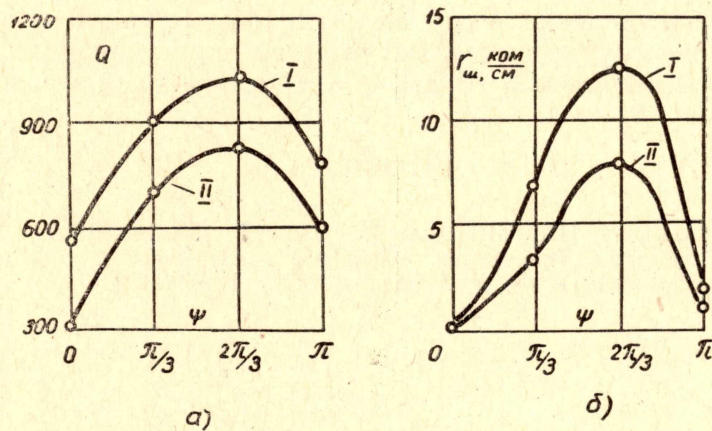


Рис. 3. Зависимости  $Q$  и  $r_{ш}$  от  $\Psi$

На рис. 3 приведены экспериментально определенные зависимости добротности и шунтового сопротивления обеих систем от режима работы.

Из рис. 3, а следует, что наличие боковых зазоров не изменяет характера зависимости  $Q(\Psi)$ . Уменьшение добротности из-за боковых зазоров составляет при этом около 20%. Такое сравнительно небольшое изменение добротности объясняется тем, что в штыревых гребенках поле сосредоточено, главным образом, в области штырей.

Из рис. 3, б следует, что как в случае полностью заэкранированной структуры, так и при наличии боковых зазоров наиболее эффективный режим работы будет при  $\Psi=2\pi/3$ . Причем в этом режиме из-за наличия боковых зазоров шунтовое сопротивление уменьшилось на 40%.

Наиболее сложным при изготовлении ускоряющей системы на основе двухрядных штыревых гребенок будет обеспечение строгой параллельности (относительно пучка) большого количества штырей.

На рис. 4 приведены результаты экспериментального исследования влияния непараллельности установки штырей в полностью заэкранированной двухрядной гребенке на ее резонансные свойства.

В обозначениях работы [2] системы имели размеры: а)  $h=16$  мм,  $g=14$  мм,  $a=20$  мм,  $v=10$  мм,  $\omega=10$  мм,  $q=30$  мм,  $p=40$  мм,  $\Psi=2\pi/3$ ; б)  $h=16$  мм,  $g=14$  мм,  $a=30$  мм,  $\omega=15$  мм,  $v=10$  мм,  $q=20$  мм,  $p=40$  мм,  $\Psi=2\pi/3$ . В случае квадратных штырей (10×10 мм) (рис. 4, а) сдвиг резонансной частоты при повороте штырей вокруг своей оси

сравнительно небольшой, менее 10 Мгц. Зато у вытянутых штырей с поперечным сечением 10×20 мм (рис. 4, б) наблюдаются значительно большие сдвиги резонансной частоты при повороте всех штырей вокруг своей оси. Следовательно, в последнем случае ускоряющая система должна изготавливаться по более высокому классу точности, т. е. с более жесткими допусками.

Шунтовое сопротивление в случае квадратных штырей практически не изменялось, а в случае вытянутых штырей при повороте их на 90° (т. е. стало  $a=10$  мм,  $v=20$  мм,  $q=30$  мм) изменилось на 30%.

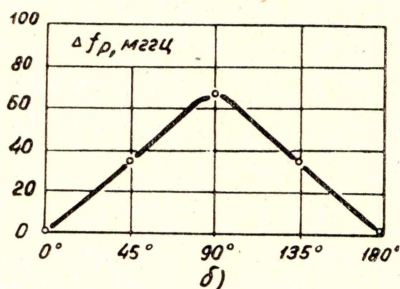
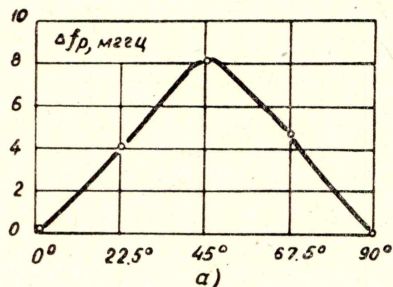


Рис. 4. Сдвиг резонансной частоты в гребенчатой структуре из-за непараллельности штырей (относительно пучка).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Госьков. Изв. ТПИ, наст. сборник, Т. 156, 166, 1969.
2. П. И. Госьков. Изв. вузов, «Физика», 3, 61, 1965.
3. Л. Н. Безматерных. Диссертация, ТПИ, Томск, 1964.