

## РАСТЯЖКА ПУЧКА (МЕДЛЕННЫЙ ВЫВОД) В ФАЗОТРОНЕ ОИЯИ МЕТОДОМ ФАЗОВОГО СМЕЩЕНИЯ

Л.М.Онищенко, Н.Г.Шакун, П.Т.Шишлянников

Впервые для растяжки пучка в фазотроне использован метод фазового смещения. Полученный результат стимулирует продолжение исследований.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Beam Stretching in the JINR Phasotron by Phase Displacement

L.M.Onishchenko, N.G.Shakun, P.T.Shishlyannikov

This is a first time when phase displacement is used for the beam stretching in a phasotron. The experimental results encourage the continuation of investigations.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

В фазотроне ОИЯИ<sup>1/</sup> ускоренный пучок имеет импульсную структуру — импульсы тока длительностью 30÷40 мкс следуют с интервалом 4 мс.

Для улучшения временной структуры пучка используется так называемая растяжка пучка за счет доускорения с помощью С-электрода<sup>2/</sup>. Доускорение пучка осуществляется синхроциклотронным способом — остановленный пучок захватывается в сепаратрису С-электрода и медленно ускоряется до выводного радиуса. За счет этого удается растянуть пучок во времени на 85% периода, т.е. до 3,2 мс (из 4 мс). Временная программа частоты напряжения на С-электроде показана на рис.1, а зависимость интенсивности растянутого пучка от времени — на рис.2. При этом эффективность захвата пучка, т.е. отношение интенсивности растянутого пучка к интенсивности нерастянутого, составляет ~75%. Увеличения эффективности можно было бы добиться за счет увеличения амплитуды напряжения на С-электроде, однако мощность в.ч. генератора не позволяет этого сделать. К тому же потребовалось бы значительное ее увеличение, т.к. площадь сепаратрисы пропорциональна квадрату корню из амплитуды напряжения.

Механизм фазового смещения<sup>3/</sup> может в этом отношении представлять собой неплохую альтернативу обычному методу синхроцикло-

t, мк сек	0050	0450	0850	1250	1650	2050	2450	2850	3050	3250
f <sub>c</sub> , КГц	14564	558	555	552	549	545	542	538	532	525
$\frac{df}{dt}$ , МГц/сек		15	7,5	7,5	7,5	10	7,5	10	30	35

Рис. 1. Зависимость частоты ( $f$ ) и ее производной  $df/dt$  на С-электроде от времени. Режим синхроциклотронного доускорения.

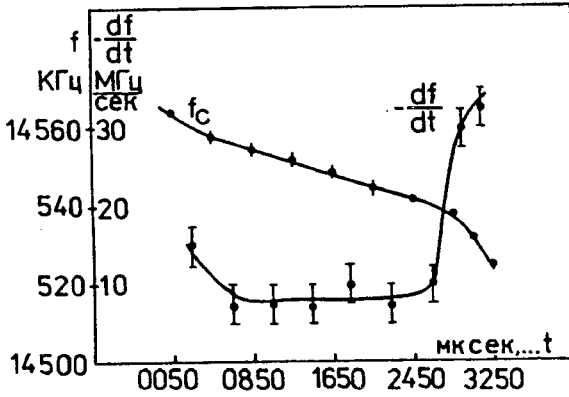
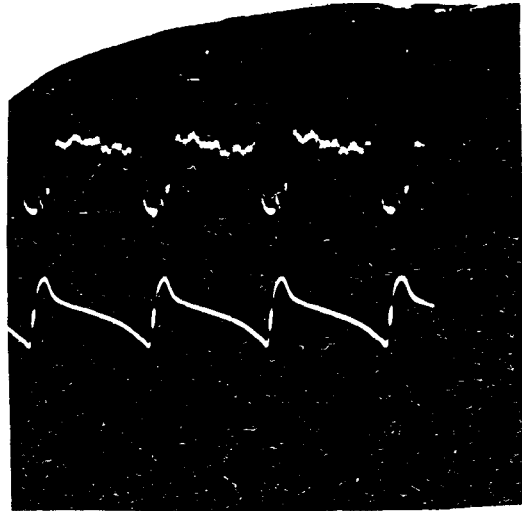


Рис. 2. Растянутый пучок — верхний луч, частотная программа — нижний луч. Режим синхроциклотронного доускорения.



тронного доускорения<sup>14</sup>. Суть метода состоит в следующем. Представим себе накопленный пучок, частицы которого равномерно распределены по фазам в интервале  $2\pi$  (рис.3а). Представим теперь, что частота напряжения на С-электроде медленно изменяется так, что равновесная энергия перемещается в сторону меньших значений. После того как

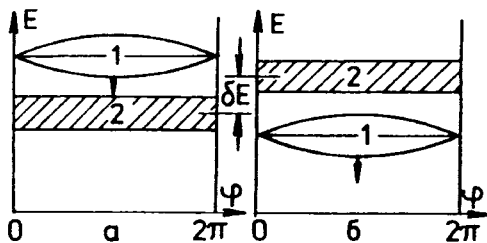


Рис. 3. Иллюстрация к режиму фазового смещения. 1 — область устойчивости; 2 — пучок на фазовой плоскости;  $\delta E$  — смещение пучка на энергии, вызванное прохождением сепаратрисы.

t, мксек	0050	0450	0850	1250	1650	2050	2450	2850	3250
$f_c$ , кгц	14528	532	536	540	544	549	553	558	565
$\frac{df}{dt}$ , Мгц/сек	10	10	10	10	12,5	10	12,5	17,5	

Рис. 4. Зависимость частоты ( $f$ ) и ее производной  $df/dt$  на С-электроде от времени. Режим фазового смещения.

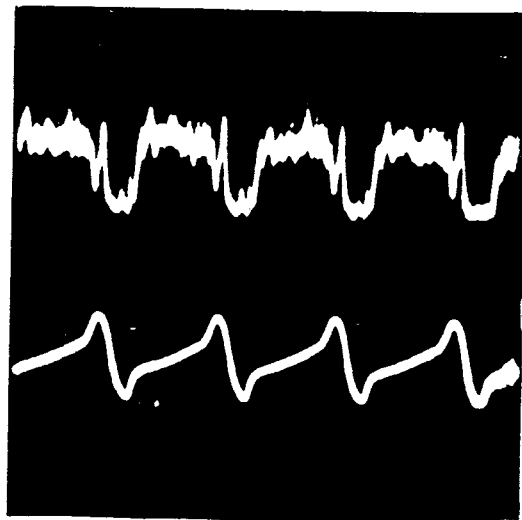
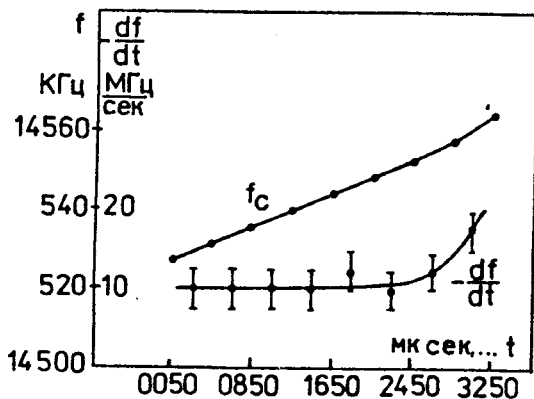


Рис. 5. Растянутый пучок — верхний луч, частотная программа — нижний луч. Режим фазового смещения.

сепаратриса пройдет "сквозь пучок", средняя энергия частиц должна увеличиваться (рис.3б), поскольку сепаратриса как бы вытесняет их в сторону больших энергий. Исходя из теоремы Лиувилля это смещение будет равно  $S/2\pi$ , где  $S$  – площадь, охватываемая сепаратрисой.

Количественные оценки эффективности этого способа требуют численных расчетов. Однако, с учетом того, что реализация механизма фазового смещения не требует практически ничего, кроме перестройки частотной программы С-электрода, было признано целесообразным провести экспериментальное исследование.

Частотная программа первого эксперимента по растяжке пучка методом фазового смещения показана на рис.4, а интенсивность растянутого пучка – на рис.5.

Оказалось, что интенсивность растянутого пучка (2 мкА) во всяком случае не меньше той, которая была при "обычной" растяжке (1,8 мкА). В то же время обнаружилась ее меньшая критичность к уменьшению амплитуды напряжения на С-электроде.

Предполагается в дальнейшем провести более тщательное исследование этого режима растяжки. Однако уже сейчас растянутый таким образом пучок может быть использован в физических исследованиях.

## Литература

1. Василенко А.Т. и др. – В сб.: Труды 10 Всесоюзного совещания по ускорителям. ОИЯИ, Д9-87-105, Дубна, 1987, т.2, с.228.
2. Глазов А.А. и др. – ОИЯИ, Р9-87-171, Дубна, 1987.
3. Коломенский А.А., Лебедев А.Н. – Теория циклических ускорителей. М.: Физматгиз, 1962, с.316.
4. Онищенко Л.М. – ОИЯИ, Р9-7836, Дубна, 1974.

Рукопись поступила 10 сентября 1991 года.