

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1235/2-81

9/III-81

P9-80-768

Г.Г.Гульбекян, А.М.Мордуев

ДВИЖЕНИЕ ИОНОВ В ЦЕНТРЕ
ЧЕТЫРЕХМЕТРОВОГО ИЗОХРОННОГО
ЦИКЛОТРОНА ОИЯИ

Часть II

1980

В работе /1/ было показано, что, подбирая величину радиуса установки источника $R_{ист.}$ и меняя угол поворота источника путем изменения радиуса установки пуллера $R_{пулл}$ относительно $R_{ист.}$ можно добиться хорошей центровки траектории частицы уже после третьего оборота /рис. 1/.

Рис.1. а/ Схема относительного положения источника и пуллера; б/ картина центровки пучка при изменении радиуса установки источника и угла поворота источника вокруг своей оси /точками обозначены центры ускорения /1/ /. 1 - вариация γ при фиксированном $R_{ист.}$, 2 - вариация $R_{ист.}$ при фиксированном $\gamma=0$.



Для устойчивого ускорения и получения на конечном радиусе пучка ионов с заданными характеристиками наложим ряд ограничений на параметры пучка, покидающего центральную область циклотрона, а именно:

- в течение первых трех оборотов вертикальное отклонение частиц от медианной плоскости не должно превышать половины апертуры дуантов, т.е. 22 мм /в расчетах принималось, что частица имеет в вертикальной плоскости начальную координату $z=3$ мм и начальный угол вылета 20° /,
- разброс энергий частиц после трех оборотов не должен превышать $\pm 5\%$,
- децентрировка пучка после трех оборотов должна составлять не более 1 см.

В работе [1] предполагалось, что частицы вылетают перпендикулярно плоскости эмиссионной щели источника. В действительности, ионы, вылетающие из источника, имеют некоторый разброс по углу в горизонтальной плоскости. В программе счета для конкретного радиуса установки источника вариация угла поворота источника γ дает набор траекторий, который можно интерпретировать как горизонтальный разброс пучка. Таким образом, при заданной геометрии центральной части циклотрона совместная вариация угла γ и радиуса установки источника позволяет получить характерную область стартовых условий $(R_{ист}, \gamma)$ для пучков, которые будут удовлетворять наложенным ограничениям.

Опираясь на приведенные соображения, мы рассчитали траектории ионов с $A/Z=10$ в диапазоне стартовых фаз $[-60^\circ \div -20^\circ]$ для углового положения источника 71° , заданного конструктивными особенностями, при ускорении на второй гармонике в.ч. напряжения $u=2$ в однородном магнитном поле $H_0=21,39$ кЭ. На рис. 2 показано, что при таком положении источника отсутствует перекрытие областей стартовых условий $(R_{ист}, \gamma)$ для крайних фаз указанного диапазона. Следствием этого явится потеря интенсивности пучка, связанная с уменьшением диапазона стартовых фаз при любом выбранном радиусе установки источника, или ухудшение качества пучка. На том же рисунке показано влияние азимутального положения источника ионов на взаимное положение областей стартовых условий $(R_{ист}, \gamma)$. Из рисунка видно, что более выгодным является вариант, когда $\phi_{ист}=60^\circ$. Таким же

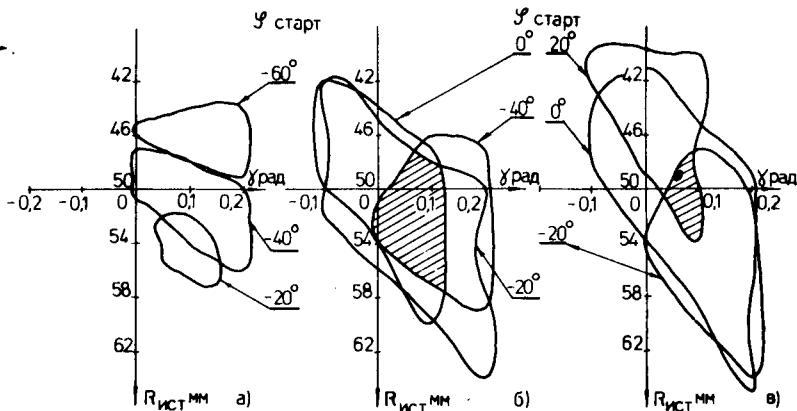


Рис. 2. Видоизменение областей стартовых условий $(R_{ист}, \gamma)$ в случае однородного магнитного поля в зависимости от азимутального положения источника для $A/Z=10$; $n=2$; $H_0=21,39$ кЭ; а/ $\phi_{ист}=71^\circ$; б/ $\phi_{ист}=60^\circ$; в/ $\phi_{ист}=50^\circ$.

образом было выбрано угловое положение источника для частиц с $A/Z=10$ и 14 при ускорении на 3-й и 4-й гармониках в.ч. напряжения соответственно. Результаты представлены на рис. 3.

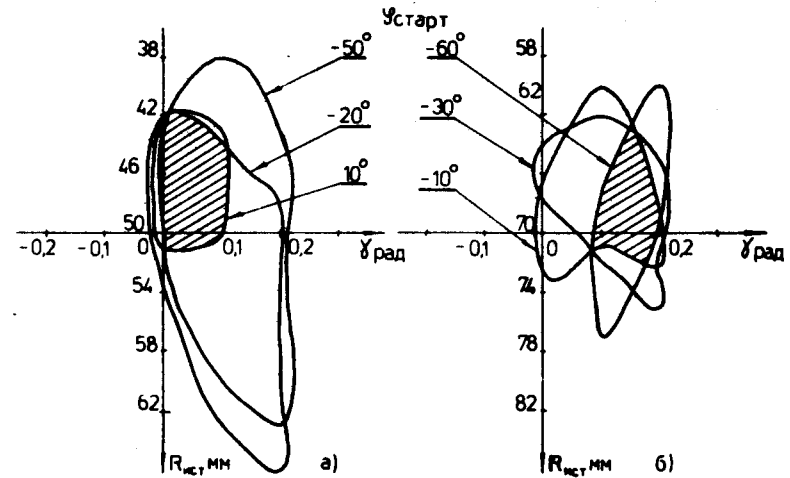


Рис. 3. Перекрытие областей стартовых условий в случае однородного поля $H_0=21,39$ кЭ: а/ $n=3$; $\phi_{ист}=40^\circ$; $A/Z=10$; б/ $n=4$; $\phi_{ист}=31^\circ$; $A/Z=14$.

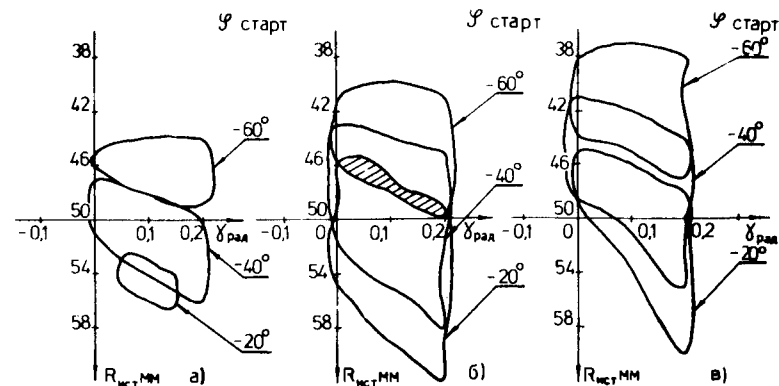


Рис. 4. Взаимное положение областей стартовых условий $(R_{ист}, \gamma)$. $\phi_{ист}=71^\circ$; $A/Z=10$; $n=2$ в диапазоне стартовых фаз $[-60^\circ \div -20^\circ]$: а/ в случае однородного поля; б/ с учетом первой гармоники магнитного поля; в/ с учетом первой гармоники и азимутальной вариации магнитного поля.

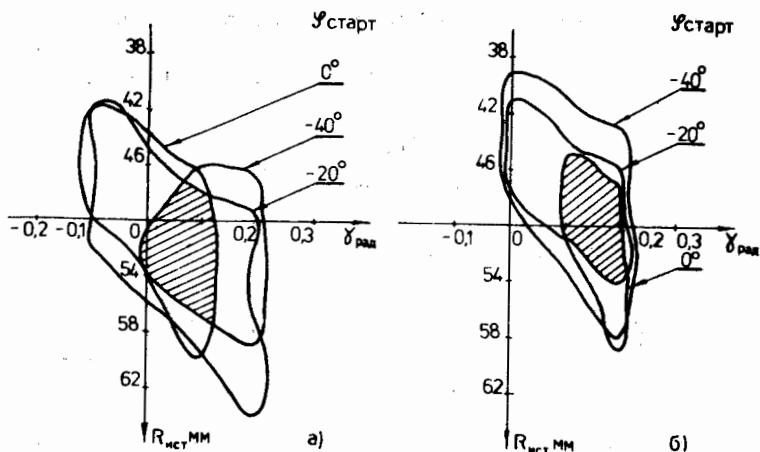


Рис.5. Взаимное положение областей стартовых условий ($R_{ист}, \gamma$) для $\phi_{ист.} = 60^\circ$; $A/Z=10$; $n = 2$ в диапазоне стартовых фаз $-40^\circ \div 0^\circ$: а/ в случае однородного поля; б/ с учетом первой гармоники и азимутальной вариации магнитного поля.

Для существующего варианта положения горизонтального источника ионов было изучено влияние азимутальной вариации /4-я гармоника/ и первой гармоники магнитного поля на взаимное положение областей стартовых условий. Это отражено на /рис. 4/. В случае оптимизированного варианта азимутального положения источника это влияние выражено ярче /рис. 5/. В пределах трех оборотов частицы / $R \sim 20$ см/ амплитуда первой гармоники магнитного поля меняется от 0 до 5 Э , а флаттер на радиусе 20 см доходит до величины $\sim 0,02^{1/2}$.

Таким образом, в работе оптимизированы стартовые условия /радиус установки источника и угол поворота источника вокруг своей оси/ и азимутальное положение источника для ускорения ионов с $A/Z=10$ на второй и третьей и с $A/Z=14$ на четвертой гармониках в.ч. напряжения в однородном магнитном поле. Показано влияние четвертой и первой гармоники магнитного поля на стартовые условия. С учетом этого влияния найдены стартовые условия для ускорения ионов с $A/Z=10$ на второй гармонике в.ч. напряжения при оптимизированном азимутальном положении источника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гульбемян Г.Г. и др. ОИЯИ, 9-80-549, Дубна, 1980.
2. Оганесян Ю.Ц. и др. ОИЯИ, 9-11-992, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 ноября 1980 года.