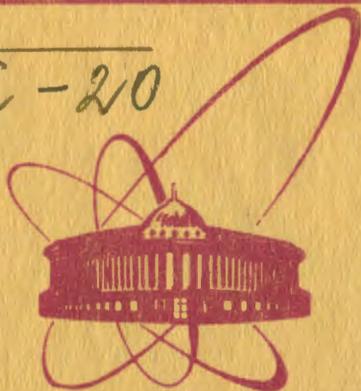


C-20



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

2309/2-81

11/5-81

P9-81-25

В.П.Саранцев, В.Д.Инкин, А.А.Мозелев

ИЗМЕРЕНИЕ  
ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННО-ИОННЫХ КОЛЕЦ  
ПО ТОРМОЗНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

*Направлено в ПТЭ*

1981

Диагностика электронно-ионных колец по тормозному излучению была предложена впервые в работах <sup>1,2/</sup>. На основе этих предложений на прототипе коллективного ускорителя тяжелых ионов /КУТИ/ ОИЯИ разработаны методики для измерения  $N_e$  - числа электронов, захваченных на равновесную орбиту в адгезатор, и  $N_e \cdot N_i$  - произведения числа электронов на число ионов, накопленных в кольцах на конечных этапах сжатия.

Метод определения  $N_e$  <sup>3/</sup> отличался тем, что для регистрации тормозного излучения использовался фотоэлектронный умножитель, работающий в счетном режиме, информация с которого обрабатывалась в определенном временном интервале. Это позволило выделить тормозное излучение электронов, возникающее при их взаимодействии с кулоновским полем ядер атомов остаточного газа, из фоновых эффектов. Излучение регистрировалось в телесном угле, задаваемом коллиматором, под углом  $90^\circ$  к направлению движения электронов. С помощью этого метода были проведены измерения  $N_e$  с ошибкой  $\delta(N_e) \leq 50\%$ . Измеренный параметр находился в пределах  $9 \cdot 10^{12} \div 2 \cdot 10^{13}$ .

Кроме  $N_e$  для настройки ускорителя и проведения физических экспериментов необходимо оперативное измерение  $N_i$  - числа ионов в кольце на конечном этапе сжатия. Желательно его проводить в каждом цикле работы ускорителя. Разработан метод, сущность которого заключается в том, что регистрируется тормозное излучение электронов, возникающее при их взаимодействии с кулоновским полем ядер ионов. В процессе сжатия электронных колец накопление ионов производится за счет ионизации электронным ударом нейтральных атомов остаточного газа или нейтральных атомов, попавших в объем кольца из импульсной газовой струи. Поскольку ионы удерживаются внутри электронного кольца, то их плотность в конце процесса накопления существенно превосходит плотность нейтральных атомов остаточного газа /на 2-3 порядка/. Вследствие этого можно судить о числе накопленных ионов, измеряя интенсивность тормозного излучения электронно-ионных колец в адгезаторе КУТИ. Регистрация тормозного излучения производится под углами, соответствующими максимальной интенсивности  $\gamma$ -излучения /рис. 1/. При изменении радиуса кольца и энергии электронов в процессе сжатия эта цель достигается выбором соответствующих временных интервалов обработки интенсивности излучения, регистрируемой одним фотоэлектронным умножителем /ФЭУ/ без изменения его геометрического положения <sup>4/</sup>.

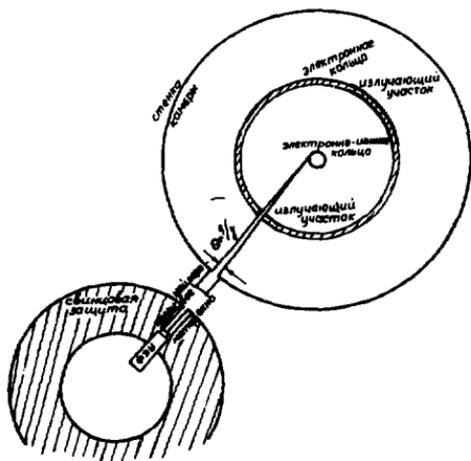


Рис. 1. Геометрия измерений.

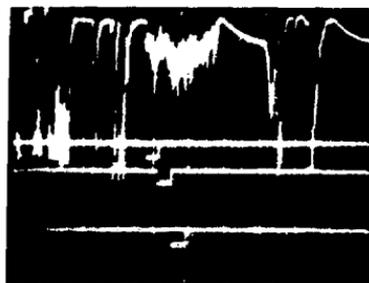


Рис. 2. Осциллограмма тормозного излучения электронов при накоплении ионов из остаточного газа.

На рис. 2 приведена осциллограмма с датчика, регистрирующего тормозное излучение электронов, для случая накопления ионов при ионизации атомов остаточного газа электронным ударом. На ней видны дискретность и статистический характер этого сигнала. В нижней части фотографии показаны импульсы, стробирующие счетчики, соответствующие временным интервалам обработки информации. Процесс накопления ионов исследовался для различных режимов сжатия колец. По результатам исследований была проведена оптимизация накопления ионов по задержке включения III ступени системы сжатия. Оптимальная задержка составила 300 мкс. На рис. 3 приведены зависимости накопления ионов от задержек между нулевой и первой ступенями системы сжатия колец. Характер кривых объясняется "выползанием" потенциальной ямы электронного кольца в процессе накопления ионов, а также эффектом "вытряхивания" ионов из кольца при перехвате его третьей ступенью системы сжатия.

По результатам измерений накопления ионов можно сделать вывод о том, что возможна дозировка количества ионов в электронные кольца вариацией таких параметров, как задержка включения ступеней системы сжатия и время вывода электронно-ионных колец из адгезатора.

Проверка методики определения  $N_0$  проводилась с помощью метода, основанного на регистрации характеристического рентгеновского излучения при медленном сбросе кольца на танталовую мишень. Результаты измерений в пределах допустимых ошибок совпадали.

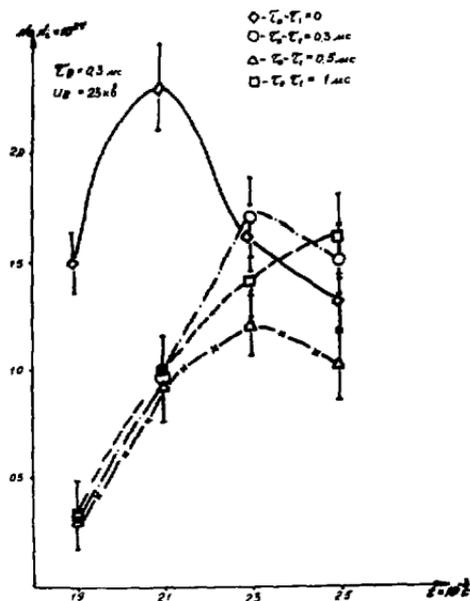


Рис.3. Зависимости накопления ионов при разных режимах сжатия колец.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иовнович М.Л. и др. ОИЯИ, Р9-4850, Дубна, 1970.
2. Горожанин Д.В. и др. Письма в ЖТФ, 1976, 2, с. 685.
3. Инкин В.Д. и др. ОИЯИ, Р9-12726, Дубна, 1979.
4. Инкин В.Д. и др. ОИЯИ, Р9-12940, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 января 1981 года.