

СЗУСК

Т-66

23/11

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



P7 - 7092

2694 / 2-73

Ю.П.Третьяков, Б.А.Загер, И.А.Шелаев

УСКОРЕНИЕ ИОНОВ ГЕРМАНИЯ
НА ЦИКЛОТРОНАХ ОИЯИ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

P7 - 7092

Ю.П.Третьяков, Б.А.Загер, И.А.Шелаев

УСКОРЕНИЕ ИОНОВ ГЕРМАНИЯ
НА ЦИКЛОТРОНАХ ОИЯИ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В последнее время многие физики предсказывают существование новой области стабильности ядер в окрестностях ядра с зарядом $Z = 114$ и числом нейтронов $N = 184$ ^{/17/}. Эти ядра могут быть получены в реакциях полного слияния с тяжелыми ионами. Расчеты показывают, что наиболее перспективным путем синтеза являются реакции с использованием ускоренных ионов изотопа германия с массой 76. В этой связи в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ проведены опыты по получению ионов германия и ускорению их на тандем-циклотроне ЛЯР^{/2/} до энергий, достаточных для осуществления реакции синтеза сверхтяжелых элементов.

Источник ионов германия

В наших опытах был использован источник ионов с катодным распылением рабочего вещества, принцип действия которого описан в работах^{/3-5/}. На стендовых испытаниях из источника с катодным распылением ранее были получены ионы ряда металлов /от магния до рения/. Ионы кальция / Ca^{7+} и Ca^{8+} / и цинка Zn^{10+} были ускорены на циклотроне У-300.

Особенность данной конструкции циклотронного источника ионов заключается в том, что в нем было осуществлено контролируемое дистанционное перемещение распыляемого электрода в столбе разряда. Управление и контроль за положением электрода осуществлялись с пульта циклотрона. Точность установки электрода - 0,1 мм. На рис. 1 представлена фотография ионного источника.

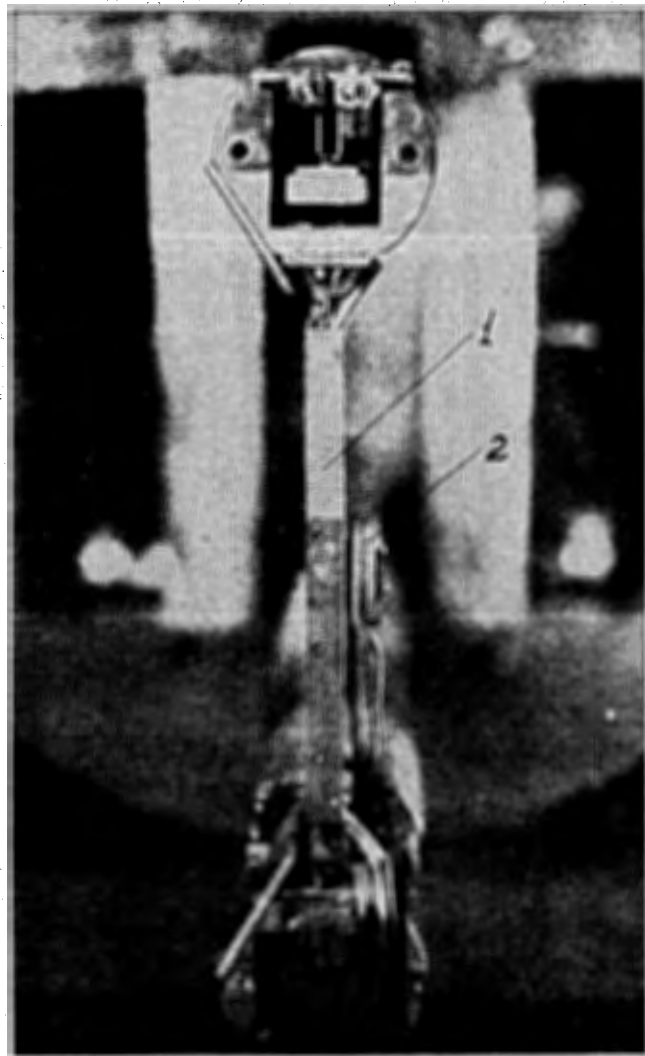


Рис. 1. Внешний вид циклотронного источника ионов с распылением рабочего вещества. 1 - разрядная камера, 2 - держатель распыляемого электрода. Защитные кожухи сняты.

Во время подготовки к ускорению ионов германия особое внимание обращалось на расход вещества и приобретение навыков работы с малыми количествами германия, т.к. в ряде физических экспериментов предполагается использование дорогостоящего обогащенного изотопа германия-76. Мы брали в качестве распыляемых электродов пластинки германия площадью $24 \times 6 \text{ мм}^2$ и толщиной до 3 мм, припаянные к медному основанию /см. рис. 2/. Опыты на стенде ионных источников и работа на циклотроне показали, что такие электроды выдерживают тепловую нагрузку.

На стенде источник был испытан в поле 5 кгс при напряжении экстракции 25 кв. В качестве вспомогательного газа использовался аргон. Спектр ионов германия, полученный на стенде, представлен на рис. 3. Интенсивности извлеченных пучков 4- и 5-зарядных ионов /сумма токов всех изотопов/ соответственно равны 5 и 3,4 ма при общем токе ионов из эмиссионной щели 75 ма /сумма токов ионов германия и аргона/. Источник работал в следующем режиме: ток дуги в импульсе - 9а, напряжение дуги - 700 в, напряжение на распыляемом электроде - 620 в, ток на электрод в импульсе - 0,4 а. Частота повторений импульсов - 100 гц, длительность импульса - 1,5 мсек.

Эксперименты на циклотронах

На циклотроне У-300 были ускорены ионы германия с зарядом 4^+ и 5^+ . Режим работы источника на циклотроне существенно не отличался от режима работы на стенде. Однако расход вещества как вспомогательного газа /аргон/, так и германия, был значительно меньше. Максимальная интенсивность выведенного пучка ионов Ge_{74}^{5+} доведена до 4 мка, интенсивность пучка ионов Ge_{74}^{4+} в 1,5 раза выше. Основные результаты опытов ускорения ионов германия-74 приведены в таблице. Оценки равновесного заряда ионов после обдирки на твердом стриппере сделаны по формуле, предложенной в работе /6/. Энергия, которая достигается на конечном ра-

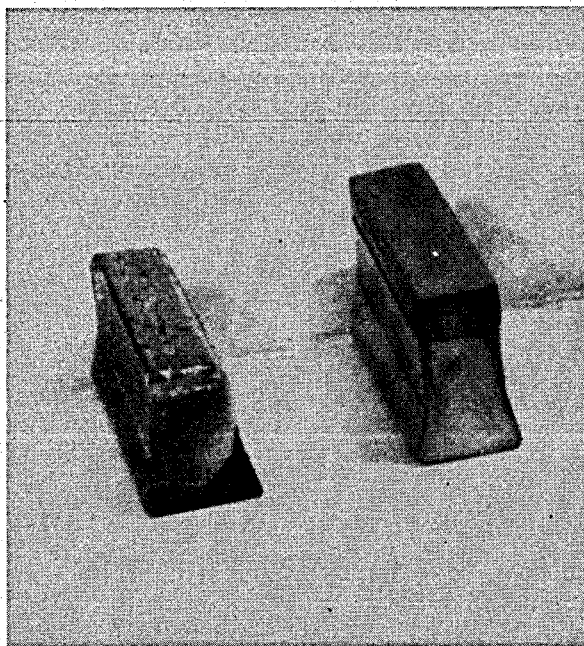


Рис. 2. Распыляемые электроды из германия: справа - электрод, подготовленный к работе, слева - электрод после 60 часов работы на циклотроне.

диусе циклотрона У-200 при ускорении 16-19-зарядных ионов, по оценкам, достаточна для успешного проведения физических экспериментов. Поэтому на циклотроне У-200 были ускорены ионы Ge_{74}^{18+} ; максимальная интенсивность пучка на конечном радиусе - 10^{10} частиц/сек. Мы полагаем, что переход к ускорению 19-зарядных ионов не привел бы к снижению интенсивности.

Расход германия на стендовых испытаниях /скважность импульсной работы 6,7/ составил 80 мг/час. На циклотроне при скважности 3,5 расход вещества был 60 мг/час. Ионный источник и ускорители работали стабильно, время работы источника составляло 20 часов.

Заключение

Стабильная работа ионного источника и тандем-циклотрона позволила провести первые физические эксперименты на пучке ионов германия-74. В этих опытах источник работал на естественной смеси изотопов германия /содержание германия-74 36,7%/. Использование обогащенного изотопа германия-76 позволит увеличить интенсивность пучка ионов. Результаты опытов по сбору кальция, израсходованного в источнике описанной конструкции ¹⁴, дают нам основания для уверенности в возможности регенерации значительной части использованного изотопа германия-76.

Энергию пучков 18- и 19-зарядных ионов германия-76 на циклотроне У-200 можно оценить в 7,8 и 8,7 Мэв/нуклон соответственно.

В заключение авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флерову и Ю.Ц.Оганесяну за постановку задачи и постоянную помощь. Нам также приятно поблагодарить Г.М.Соловьеву, выполнившую конструкторские разработки, а также С.Г.Чебоненко и А.А.Еропкина, которые подготавливали источник к работе. Мы благодарны В.С.Алфееву и А.С.Пасюку за полезные обсуждения.

Литература

1. W.D.Myers and W.J.Swiatecki. Nucl.Phys., 81, 1 (1966).
E.A.Fiset and J.R.Nix. Preprint LA-DC-13345, Los Alamos, 1972.
2. И.А.Шелаев, В.С.Алфеев, Б.А.Загер, С.И.Козлов, И.В.Колесов, А.Ф.Линев, В.Н.Мельников, Р.Ц.Оганесян, Ю.Ц.Оганесян, В.А.Чугреев. Препринт ОИЯИ Р9-6062, Дубна, 1971.
А.И.Шелаев, В.С.Алфеев, В.В.Батюня, Б.А.Загер, С.И.Козлов, В.Н.Мельников, Р.Ц.Оганесян, А.Н.Филлипсон. Препринт ОИЯИ, Р9-6166, Дубна, 1971.
3. Ю.П.Третьяков, А.С.Пасюк, Л.П.Кулькина, В.И.Кузнецов. АЭ, 28, 5, 423 /1970/. Препринт ОИЯИ Р7-4477, Дубна, 1969.
4. Ю.П.Третьяков, Л.П.Кулькина, В.И.Кузнецов, А.С.Пасюк. ПТЭ, №5, 40 /1970/. Препринт ОИЯИ Р7-5004, Дубна, 1970.
5. А.С.Пасюк, Ю.П.Третьяков. Препринт ОИЯИ Р7-6668, Дубна, 1972.
6. В.С.Николаев. УФН, 85, 679 /1965/.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 апреля 1973 года.

Таблица

	4	5
Циклотрон У-300		
Заряд ускоряемого иона		
Интенсивность выведенного пучка, частиц/сек	8.10 ¹²	5.10 ¹²
Энергия, Мэв/нуклон	0,73	1,12
Циклотрон У-200		
Заряд ускоряемого иона (после обдирки на углеродной фольге)	16	17
Энергия, Мэв/нуклон	6,5	7,3
Интенсивность пучка на конечном радиусе, частиц/сек		18
		19
		8,2
		9,2
		10 ¹⁰

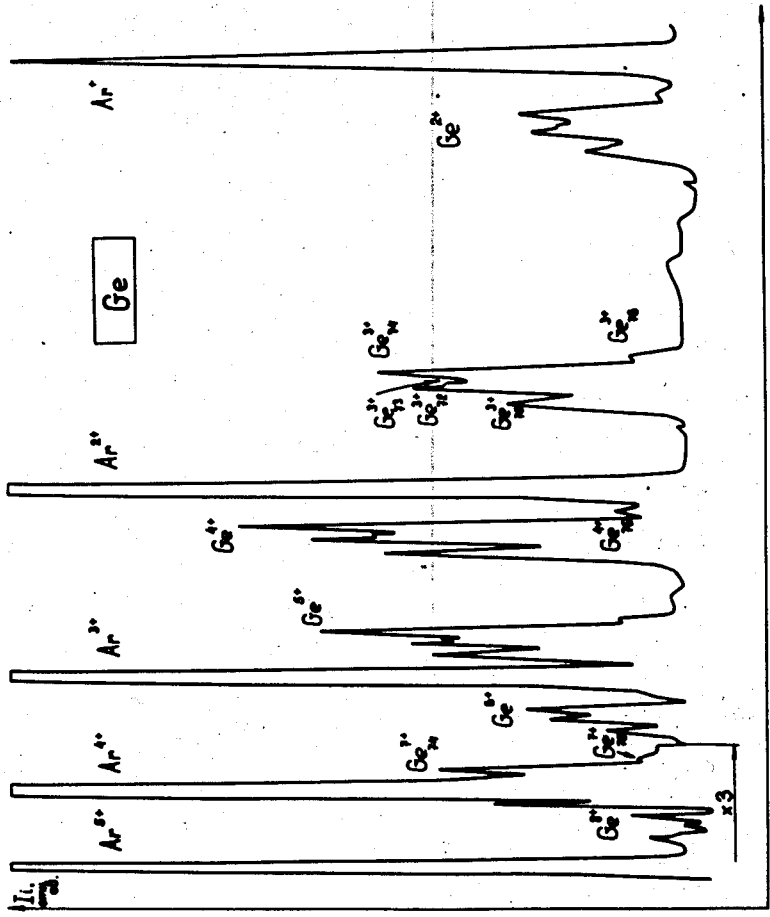


Рис. 3. Зарядовый спектр ионов, извлеченных из источника при работе на германии.

R