

#### ■ 4. Разработка высокотемпературных мишеней и ионных источников для получения радиоактивных изотопов "в линию".

Узел "ионный источник – мишень" является основной частью любой ISOL системы. Поэтому разработка и производство ионных источников и мишеней высокой эффективности стала одной из наиболее важных задач на установке ИРИС. Основное требование к узлу «ионный источник – мишень» — обеспечение достаточных для экспериментального исследования выходов радиоактивных нуклидов, в том числе и с очень малым временем жизни. В последнем случае решающим фактором становится быстроедействие мишени. Для получения радиоактивных изотопов различных элементов Периодической системы были разработаны разные типы мишеней и ионных источников.

Для эффективного производства и исследования целого ряда короткоживущих нуклидов редкоземельной области были разработаны и использовались в экспериментах «в линию» высокотемпературные мишени. Использование вольфрамовой фольги в качестве материала для изготовления мишенных контейнеров позволяет поддерживать рабочую температуру для мишеней из фольг тугоплавких металлов до  $(2800-3000)^{\circ}\text{C}$  и до  $2500^{\circ}\text{C}$  для мишеней из карбида урана высокой плотности. Тесты Ta, Ta-W, TaC, NbC и UC мишенных материалов в вольфрамовом контейнере в температурном интервале  $(2400-3000)^{\circ}\text{C}$  продемонстрировали высокую надежность используемых мишеней в течение достаточно долгих (более 100 часов) экспериментов «в линию». С использованием разработанных мишенных устройств было получено и исследовано большое число нейтроно-дефицитных и нейтроно-избыточных нуклидов. Из высокотемпературной тугоплавкой мишени с танталовой фольгой в качестве материала мишени были получены изотопы практически всех редкоземельных элементов. Эта мишень была использована для лазерных спектроскопических исследований цепочек нейтроно-дефицитных изотопов Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Tm, Yb.

На установке ИРИС разработано новое совмещенное высокотемпературное мишенно-ионное устройство для получения и резонансно-лазерных исследований ядер труднолетучих элементов. Впервые в экспериментах по лазерной спектроскопии метод резонансной ионизации был использован непосредственно в объеме мишени. Выходы короткоживущих изотопов Gd и селективность лазерной ионизации при использовании данного метода оказались соответственно в 2 и 7 раз выше по сравнению с обычным методом резонансной ионизации в лазерном ионном источнике.

В сотрудничестве с LNL (Италия) и GANIL (Франция) был выполнен целый ряд «off-line» и «on-line» тестов мишени из карбида урана высокой плотности ( $\rho=11\text{ g/cm}^3$ ). Большой набор нуклидов от Na до Fg был получен с использованием мишени из карбида урана высокой плотности, соединённой с высокотемпературным электроннолучевым ионным источником. В настоящее время продолжают эксперименты по измерению времён задержки и выходов нейтроно-избыточных изотопов Rb, Cs, In, Ag, и Sn из высокотемпературных UC мишеней большой массы (до 0,7 кг).

*(В качестве более детального обзора смотрите статью "[Development of high temperature targets and ion sources for on-line radioactive isotope production](#)" в отчётах Лаборатории физики высоких энергий ПИЯФ - "[Основные результаты 1997-2001](#)" и "[Основные результаты 2002-2006](#)" - [стр 288](#)).*

Среди различных типов мишеней, разработанных на ИРИСе, следует отметить высокотемпературные (с рабочей температурой вплоть до  $2300^{\circ}\text{C}$ ) мишени на основе углерод-металл композита образованного пиролизом дифталоцианина соответствующего металла. В качестве металла были использованы элементы в широком диапазоне

Периодической таблицы, например, Ti, Zr, Nb, Mo, некоторые РЗЭ, Th, U, Cm и другие. Благодаря высокой пористости, эти мишени показали отличные характеристики по скорости выделения, что позволило получить и исследовать ряд новых нуклидов вблизи края как протонной, так и нейтронной устойчивости. Специфичность этого материала состоит в формировании микрополостей в углеродной матрице в процессе пиролиза. Атомы иного типа, попадая внутрь этих полостей, не могут их покинуть. Например, полное испарение Хе из этой матрицы происходит только при 2100°C. Этот экспериментальный факт был основой для предложения в МНТЦ (ISTC N 2391) по разработке углеродных матриц для трансмутации долгоживущих изотопов.

*(Для более детального ознакомления смотрите статью "[Комплекс ИРИС и спектроскопические исследования нуклидов, удаленных от полосы бета-стабильности](#)" в отчёте Лаборатории физики высоких энергий ПИЯФ "[Основные результаты 1971-1996.](#)" а также в журнале*

*NIM B70 (1992) 69).*