

В.А. Чуриков

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНВЕРСИИ НАСЕЛЕННОСТИ УРОВНЕЙ В ГАММА-ЛАЗЕРАХ НА ЯДЕРНЫХ ИЗОМЕРАХ

В вопросе практического создания *гамма-лазера* (*газера*), в котором активной средой выступает система возбужденных атомных ядер, есть много сложных и не решенных до настоящего времени проблем.

Одной из них является получение инверсии населенности уровней в системе атомных ядер.

Ядра при излучении гамма-квантов испытывают отдачу, которая приводит к тому, что длина волны излучаемого гамма-кванта больше длины волны поглощаемого гамма-кванта. При *эффекте Мессбауэра* излучение гамма-квантов происходит без отдачи, что приводит к отсутствию сдвига линии при излучении, что очень важно для гамма-диапазона. Поэтому для получения вынужденного гамма-излучения был предложен эффект Мессбауэра, который должен быть реализован на *усовидных кристаллах* [1].

У таких кристаллов есть ряд важных преимуществ для того, чтобы использовать их как матрицы для активных ядер. У них практически отсутствуют дефекты как точечные, так и дислокации. Это существенно ввиду высокой чувствительности длины линии излучения гамма-кванта при *эффекте Мессбауэра* к небольшим возмущениям, которые дают дефекты в кристаллах. Кроме того, *усовидные кристаллы* можно выращивать до нужных размеров в течение от нескольких часов до нескольких десятков часов. Последнее обстоятельство важно для предлагаемого способа получения инверсии населенности уровней в системе гамма-радиоактивных ядер с большим периодом полураспада.

В данной работе предлагается использовать гамма-радиоактивные ядра, период полураспада которых существенно превосходит время роста *усовидного кристалла*. Данное условие вполне выполнимо во многих конкретных случаях.

В качестве подходящих ядер для гамма-лазеров предлагалось использовать гамма-радиоактивные изотопы.

Имея обогащенную смесь атомов, в которой концентрация их с возбужденными ядрами-изомерами превышает критическую, дает возможность выращивать из данной смеси *усовидные кристаллы*, в которых инверсия населенности уровней реализуется сразу в

процессе их роста. Современные способы обогащения позволяют получать концентрации выделяемых изотопов до 90% и более, что представляется вполне достаточным для получения вынужденного гамма-излучения.

После выращивания *усовидный кристалл* будет некоторое время представлять активную среду с инверсией населенности уровней в ядрах в течение некоторого времени – пока концентрация активного изомера превышает критическую. Это время будет зависеть от периода полураспада ядер, предназначенных для гамма-лазера, и изначальной их концентрации после выращивания *усов*.

Ясно, что при описанном способе "накачки" гамма-лазера использовать активную среду можно будет только для одной генерации (в однопроходном режиме излучения), что неудобно и дорого. Но, несмотря на очевидные недостатки, возможно, что описанный здесь способ получения инверсии населенности уровней для гамма-лазеров является единственным реально осуществимым в настоящее время.

Вопрос о конкретных схемах гамма-лазеров, которые можно реализовать на практике, требует отдельного рассмотрения. Опишем условия для изомеров, выполнение которых необходимо как для получения инверсии населенности в рабочем теле гамма-лазера, так и для получения в нем вынужденного гамма-излучения.

Атомы с изомерными ядрами должны удовлетворять следующим условиям:

1. Высокая скорость роста *усовидных кристаллов*, что обычно выполняется.

2. Период полураспада изомеров значительно превышает скорость роста *усовидных кристаллов*. Данное условие выполняется во многих случаях.

3. Условия осуществления *эффекта Мессбауэра* в полученных *усовидных кристаллах* должны быть технически выполнимы.

4. Кроме перечисленных условий желательно иметь достаточно дешевый источник для получения естественных или (и) искусственных изомеров, пригодных для реализации гамма-лазера.

### Литература

1. Хохлов Р. В. // Письма ЖЭТФ, – 1972, v 15, – 580 с.