

ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ИОДНОГО ОКГ ПРИ МОДУЛЯЦИИ ДОБРОТНОСТИ

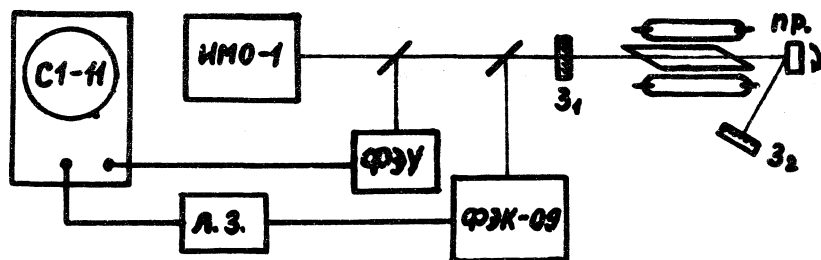
В. А. Дудкин, В. И. Малышев

Исследование характеристик иодного ОКГ с модулированной добротностью проводилось в ряде работ (см., например, /1/, /2/, /3/). Однако исследованию временных характеристик излучения ОКГ в этих работах уделялось очень мало внимания, лишь упоминалось о сложности временной картины и о средней длительности отдельных гигантских импульсов. Между тем, детальное исследование временной картины излучения иодного ОКГ и ее зависимости от различных параметров ОКГ представляет самостоятельный интерес, поскольку такого рода ОКГ обладает рядом специфических особенностей.

В данной работе приводятся экспериментальные данные исследования временных характеристик излучения иодного ОКГ с модуляцией добротности и их зависимости от некоторых параметров ОКГ.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Образование возбужденных атомов иода производилось при фотодиссоциации молекул CF_3J . Накачка осуществлялась двумя импульсными лампами ИФП-5000. Длина кюветы с рабочим веществом - 250 мм, ее диаметр - 15 мм. Разрядная емкость $C = 18,75$ мкф, рабочее напряжение 7-7,5 кв. Использование конденсатора небольшой емкости позволило значительно уменьшить длительность накачки, которая составляла ≈ 30 мксек. Предварительные исследования показали, что время существования инверсии в рабочих условиях бы-

ло равным ≈ 100 мксек, т.е. больше длительности импульса накачки. Модуляция добротности осуществлялась вращающейся призмой или зеркалом. Включение резонатора производилось в момент, когда инверсная заселенность была близка к максимуму. Временная картина регистрировалась с помощью ФЭК-09, чувствитель-



Р и с. 1. Схема экспериментальной установки.

ного к излучению $\lambda = 1,315$ мкм и осциллографа С1-11. Коэффициент отражения выходного зеркала 3_1 составлял $\approx 50\%$. Давление CF_3J изменялось в пределах 15–100 тор.

Во всех экспериментах величина энергии накачки практически не изменялась и для широкого интервала давлений CF_3J примерно вдвое превышала пороговое значение.

Нами изучались изменения временных характеристик излучения ОКГ при увеличении скорости включения добротности, при изменении давления рабочего вещества и при изменении коэффициента пропускания выходного зеркала резонатора. Ниже описываются полученные результаты.

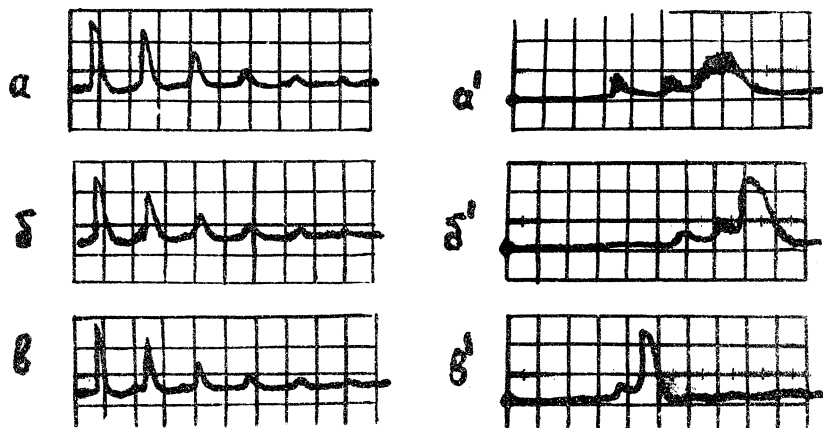
1. В работе /2/ отмечено, что при обычно используемой (для твердотельных ОКГ) скорости вращения модулирующей призмы – 400 об/сек излучение иодного ОКГ состоит из ряда нерегулярных гигантских импульсов (Г.И.), что обусловлено недостаточной скоростью включения добротности. В наших экспериментах при

скорости вращения призмы 400 об/сек (но при меньшей длительности накачки) также наблюдалось несколько (5-6) Г.И., но в отличие от /2/, Г. И. были почти регулярными (интервал между ними ≈ 800 нсек) с непрерывно уменьшающейся амплитудой (рис. 2а,б,в). Можно отметить, что наблюдаемая нами временная картина согласуется с теоретическими расчетами для случая малых скоростей включения добротности /4/. В дальнейшем скорость включения добротности была увеличена нами вдвое путем установки дополнительного зеркала $З_2$ (рис.1). При этом с целью устранения виньетирования в призме вместо нее использовалось вращающееся с той же скоростью зеркало (покрытая золотом гипотенузная грань призмы). Увеличение скорости включения добротности в 2 раза привело к резкому изменению характера временной картины, а именно, в этом случае вместо нескольких Г.И. наблюдается лишь один основной Г. И. (рис. 2а', б', в'). Длительность этого Г. И. оказалась несколько больше, чем при меньшей скорости включения добротности, что, по-видимому, связано с увеличением действующей длины резонатора (160 см вместо 110 см) при установке дополнительного зеркала $З_2$. Однако, несмотря на увеличение длительности Г. И. его мощность возросла примерно в 2 раза. При эффективной площади сечения пучка 0,4-0,6 см² плотность потока излучения Г. И. при давлении CF_2J 50-100 тор составила 0,5-1,0 Мвт/см².

Характерной особенностью наблюдаемой временной картины излучения также является появление слабых "предимпульсов" перед основным Г. И., несущим максимальную энергию. Наиболее отчетливо и регулярно они наблюдались при большей скорости включения добротности (рис. 2а). Это явление (не наблюдающееся у твердотельных ОКГ) можно связать с генерацией импульсов при малых превышениях над порогом при росте мощности импульса накачки на переднем его фронте.

Следует также отметить, что на некоторых осциллограммах наблюдалась высокочастотная модуляция ин-

тенсивности Г. И. (не разрешенная осциллографом, рис. 2а'), что обусловлено, по-видимому, биениями интенсивности при возбуждении нескольких аксиальных мод, подобно тому, как это имеет место для твердотельных ОКГ.



Р и с. 2. Временные зависимости излучения ОКГ.

а, б, в – обычная скорость включения добротности (развертка 500 нсек/см); а', б', в' – скорость включения добротности вдвое больше (развертка 250 нсек/см). а) давление CF_3J $p = 100$ тор, энергия излучения $E = 0,04$ дж. б) $p = 60$ тор, $E = 0,035$ дж. в) $p = 30$ тор, $E = 0,03$ дж. а') $p = 100$ тор $E = 0,06$ дж. б') $p = 70$ тор $E = 0,07$ дж. в') $p = 50$ тор $E = 0,06$ дж.

2. При используемой нами энергии накачки ≈ 500 дж генерация возникает лишь при давлении рабочего газа CF_3J больше 15 тор. При давлениях от 15 до 30 тор энергия накачки близка к пороговой, и поэтому при обеих скоростях включения добротности наблюдается лишь один Г. И., энергия которого растет с увеличением давления. При дальнейшем увеличении давления до 30–100 тор одиночный Г. И. наблюдается лишь при боль-

шей скорости включения добротности (рис. 2), при этом энергия Г. И. изменяется сравнительно медленно, в то время как длительность Г. И. приблизительно линейно увеличивается с ростом давления (от 120 нсек при 50 тор до 250 нсек при 100 тор), в результате чего пиковая мощность Г. И. уменьшается с ростом давления. Такая же зависимость длительности и мощности Г. И. от давления наблюдается для каждого отдельного Г. И. и в случае генерации нескольких Г. И. при меньшей скорости включения добротности, причем интервалы между отдельными Г. И. практически не зависят от давления (рис. 2а, б, в).

Нам кажется, что указанные закономерности в зависимости длительности и мощности Г. И. (при постоянной энергии) могут представить интерес при проведении некоторых физических исследований, а также для изучения физических процессов в иодном ОКГ.

3. Как известно, ОКГ на атомарном иоде имеет большой коэффициент усиления /5/, что позволяет получать генерацию при наличии значительных потерь в резонаторе, влияющих на время жизни фотонов. Поэтому нами были исследованы временные характеристики излучения ОКГ при значительном уменьшении коэффициента отражения выходного зеркала ($R = 50\%$ и $R = 8\%$, давление $CF_3J \approx 100$ тор и скорость вращения призмы 400 об/сек). Было найдено, что уменьшение коэффициента отражения выходного зеркала от $R = 50\%$ до $R = 8\%$ приводит к уменьшению числа генерируемых Г. И. и к незначительному уменьшению их длительности, что, вероятно, обусловлено сокращением времени жизни фотонов в резонаторе. При этом оказалось, что пиковая мощность (несущего наибольшую энергию) Г. И. остается практически неизменной, несмотря на то, что полная энергия излучения ОКГ при указанной замене выходного зеркала уменьшилась почти в 2 раза.

Полученные в работе экспериментальные данные позволяют оценить максимальную мощность Г. И., используемого в работе иодного ОКГ, при мгновенном включе-

нии добротности и предельной длительности Г. И., равной времени одного прохода фотона в резонаторе $\tau = 2l/c$.

В наших условиях при энергии накачки ≈ 500 дж, давлении CF_3J в интервале 50 - 100 тор, длине резонатора $l = 160$ см и скорости включения добротности, при которой изучался лишь один Г. И., мощность излучения составила величину порядка 1,0 Мвт/см². Длительность Г. И. при этом была равной 100-250 нсек $\approx 10-20\tau$. Тогда мощность Г. И. при его длительности $\tau = 10$ нсек будет равной 10-20 Мвт/см².

Авторы выражают благодарность Е. М. Милову за помощь в работе.

Поступила в редакцию
25 января 1971 г.

Л и т е р а т у р а

1. С. Ferrar. Appl. Phys. Lett., 12, 381 (1968).
2. Т. Л. Андреева, В. И. Малышев, А. И. Маслов, Г. Я. Соловьев, В. Н. Сорокин. КСФ ФИАН № 10, 71 (1970).
3. D. W. Gregg, R. E. Kidder, C. V. Dobler. Appl. Phys. Lett., 13, 297 (1968).
4. А. Л. Микаэлян, М. Л. Тер-Микаэлян, Ю. Г. Турков. "Оптические генераторы на твердом теле". Изд. "Сов. радио", Москва, 1967 г.
5. J. Kasper, G. Pimentel. Appl. Phys. Lett., 5, 231 (1964).