

Письма в ЖЭТФ, том 11, стр. 370 – 373

20 апреля 1970 г.

ПОЛУЧЕНИЕ ГИГАНТСКОГО ИМПУЛЬСА В ТВЕРДОТЕЛЬНОМ ЛАЗЕРЕ С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

С.В.Гапонов, А.Г.Гончаров, Г.А.Крафтмахер, Л.И.Ханин

Генерация гигантского импульса осуществляется, как известно, в тех случаях, когда удастся резко снизить потери в резонаторе к моменту достижения максимальной инверсии населенностей рабочего вещества. Этого можно добиться, в частности, помещая в резонатор среду с нелинейными оптическими свойствами. Наиболее широкое распространение получили пассивные зат-

воры, работающие на эффекте насыщаемого поглощения [1, 2]. Рядом авторов был реализован затвор, использующий вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна [3–5]. В принципе, для этих целей могут быть применены и другие нелинейные эффекты.

В нашем эксперименте гигантские импульсы были получены с помощью органического растворителя, не обладающего насыщаемым поглощением, кюветы с которым вносились внутрь разъюстированного резонатора лазера. Блок-схема генератора приведена на рис. 1. В качестве активного элемента использовался стержень из неодимового стекла с размерами 130×10 мм. Одним из отражателей резонатора служит стопа из трех плоскопараллельных пластин (Z_1), другим – глухое зеркало либо призма полного внутреннего отражения (Z_2). Длина резонатора составляет 500 мм.

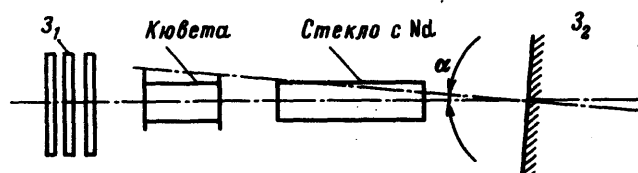


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки

Внесение внутрь резонатора кюветы с ацетоном практически не влияет на величину пороговой накачки, но заметным образом меняет кинетику генерации. Пока юстировка не нарушена наличие растворителя проявляется в укорочении пиков с одновременным ростом интенсивности и интервала между ними, что совпадает с результатами работы [6]. По мере наклона глухого зеркала происходит дальнейшее возрастание амплитуды пиков и сокращение их длительности. Нетрудно подобрать такие условия, когда за вспышку излучается только один гигантский импульс. На рис. 2 представлена осциллограмма гигантского импульса с длительностью по уровню половинной мощности

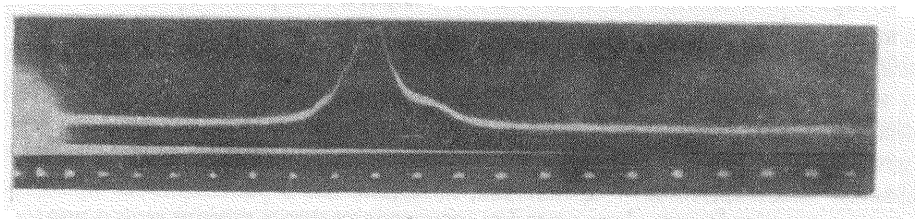


Рис. 2. Осциллограмма гигантского импульса. Расстояние между метками составляет 10 нсек

10 – 15 нсек и энергией порядка 1 – 2 Дж. Он отвечает наклону зеркала Z_1 на угол $\alpha \approx 6 - 8^\circ$ и энергии накачки превышающей пороговую (для неразъюстированного резонатора) примерно в четыре раза. Следует заметить, что эффект не очень чувствителен к изменению параметров резонатора.

Распределение поля в ближней зоне приведено на рис. 3. Спектр гигантского импульса содержит 3 – 6 компонент, расстояние между которыми соответствует стоксову сдвигу при вынужденном рассеянии Мандельштама – Бриллюэна. Следует заметить, что кроме описанного возможен режим генерации гигантского импульса с меньшей мощностью и большей длительностью. При этом распределение поля в ближней зоне имеет глубокую пространственную

модуляцию, а спектр излучения более широк, чем в первом случае, и без дискретной структуры.

Экспериментальная проверка возможности использования различных растворителей дала следующие результаты. Генерация гигантского импульса была получена с бромбензолом, толуолом, бензолом, хлороформом, ацетоном, н-гексаном и не наблюдалась с этиловым спиртом и дистиллированной водой. Жидкостям первой группы соответствуют большие по сравнению с последними значения оптической постоянной Керра [7] и, следовательно, более низкие пороги самофокусировки. Это дает основание предположить, что модуляция добротности в описываемом эксперименте обусловлена эффектом самофокусировки. Если бы механизм модуляции потерь был связан лишь с вынужденным рассеянием (Мандельштама – Бриллюэна или температурным), то режим гигантского импульса достигался бы не только при наклоне β_2 , но и при увеличении прозрачности β_1 , чего не наблюдается.

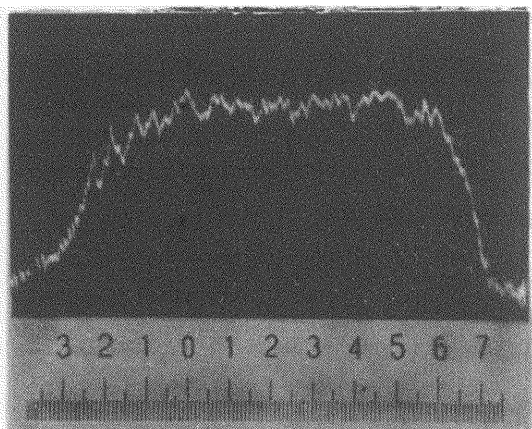


Рис. 3. Распределение поля в ближней зоне, полученное путем фотометрирования пленки, экспонированной гигантским импульсом. Большое деление равно 1 мм

Механизм модуляции потерь, основанный на эффекте самофокусировки, довольно очевиден. При наличии угла между зеркалами резонатора дифракционные потери в нем велики и для достижения порога генерации требуется значительная накачка [8]. Для снижения потерь следует локализовать поле в области, далекой от границ резонатора. Этого можно достигнуть вводя внутрь него клин, компенсирующий наклон зеркал, или достаточно сильную линзу [9]. В нашем случае роль линзы с зависящим от мощности излучения фокусным расстоянием играет кювета с самофокусирующей жидкостью. Вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна, возникающее в растворителе при достижении пороговой мощности, является дополнительным механизмом увеличения добротности резонатора.

Зависимость кинетики генерации от угла разъюстировки зеркал была обнаружена ранее в экспериментах с рубиновым лазером, не имевшим дополнительных нелинейных элементов [10]. Подбором угла наклона зеркал иногда удается получить и режим гигантского импульса [11]. Естественно предположить, что здесь также проявляется механизм, связанный с самофокусировкой. Поскольку, однако, дополнительные нелинейные элементы в опытах [10, 11] отсутствовали, можно думать, что их функции выполняет сам рубин.

Литература

- [1] В.И.Бородулин, Н.А.Ермакова, Л.А.Ривкин, Б.С.Шильдяев. ЖЭТФ, 48, 845, 1965.
 - [2] G.Bret, F.Gires. C.r.Acad. Sci., 258, 4702, 1964.
 - [3] D.Pohl. Phys. Lett., 24A, 239, 1967.
 - [4] Е.А.Тихонов, М.Т.Шпак. Письма в ЖЭТФ, 8, 282, 1968.
 - [5] А.З.Грасюк, В.В.Рагульский, Ф.С.Файзулов. Письма в ЖЭТФ, 9, 11, 1969.
 - [6] J.Katzenstein, G.Magyar, A.C.Selden. Optoelectronics, 1, 13, 1969.
 - [7] Y.R.Phys. Lett., 20, 378, 1966.
 - [8] J.F.Ready, D.L.Hardwick. Proc. IRE, 50, 2483, 1962.
 - [9] И.А.Ром-Кричевская, А.М.Ратнер, А.В.Мещеряков. Оптика и спектроскопия, 19, 264, 1965.
 - [10] Б.Л.Броуде, В.В.Заика, В.И.Кравченко, М.С.Соскин. ЖПС, 3, 225, 1965.
 - [11] I.Freund. Appl. Phys. Lett., 12, 388, 1968.
-