

НОВЫЙ СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ГИГАНТСКОГО ИМПУЛЬСА В ОПТИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРАХ

А.Л.Микаэлян, В.Ф.Купришов, Ю.Г.Турков, Ю.В.Андреев, А.А.Щербакова

В настоящей работе описывается новый метод генерации гигантских импульсов в рубиновом лазере, не связанный с введением в резонатор дополнительных модулирующих элементов. Режим генерации гигантских импульсов достигается для определенного класса резонаторов и связан с изменениями, происходящими в активном образце в процессе генерации. Приведем сначала результаты эксперимента.

Конструкция рассматриваемого генератора приводилась в работе [1]. Использовался рубиновый кристалл с сапфировыми наконечниками диаметром 7 мм и длиной 120 мм (общая длина кристалла составляла 157 мм). Возбуждение осуществлялось прямой лампой-вспышкой ИФП-1200. Резонатор состоял из полностью отражающего сферического зеркала с радиусом кривизны $R = 41$ см и плоско-параллельной кварцевой пластины толщиной 6 мм. Для устранения самовозбуждения генератора за счет отражений от торцов кристалла ось последнего разъюстировалась на угол около 1° относительно оси резонатора.

Режим генерации описанного лазера существенным образом зависит от длины резонатора L . При значениях L , соответствующих области устойчивости резонатора (т. е. меньших эффективного радиуса кривизны сферического

зеркала $R_{эф} = R + \ell \left(1 - \frac{1}{n} \right)$, где n – показатель преломления рубина)

имеет место обычная свободная генерация, сопровождающаяся хаотическими пульсациями излучения (пичками). При увеличении L до значений, соответствующих переходу в область неустойчивости резонатора, характер генерации резко изменяется и наряду с пичками свободной генерации наблюдается излучение гигантских импульсов. Это иллюстрируется рис. 1, а на котором представлена осциллограмма излучения, снятая с экрана запоминающего осциллографа С1-37 (полоса пропускания 1 МГц) при $L = 47$ см и энергии накачки 730 Дж. Заметим, что критическая длина резонатора, соответствующая границе области устойчивости, составляет приблизительно 48 см, что соответствует полуконцентрической конфигурации, описанной в работе [1]. При дальнейшем увеличении L свободная генерация исчезает и излучение лазера представляет собой последовательность нескольких гигантских импульсов, расстояние между которыми составляет $80 + 100$ мксек (рис. 1, б). Выбирая длину резонатора достаточно большой, можно обеспечить генерацию одного импульса (рис. 1, в). Область изменений L , в которой наблюдалась устойчивая генерация одного гигантского импульса, составляла около 3 см (при фиксированном

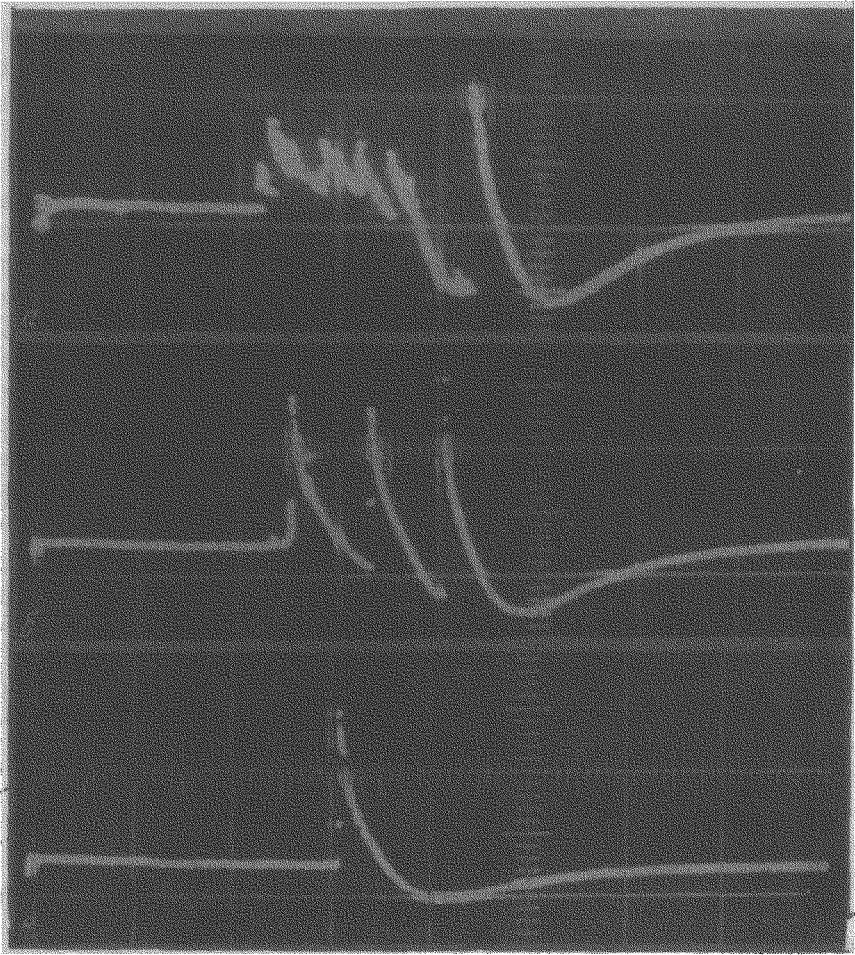


Рис. 1. Осциллограммы излучения оптического генератора при различных длинах резонатора: *a* - $L = 47$ см, *б* - $L = 51$ см, *в* - $L = 58$ см (масштаб 100 мк сек/дел)

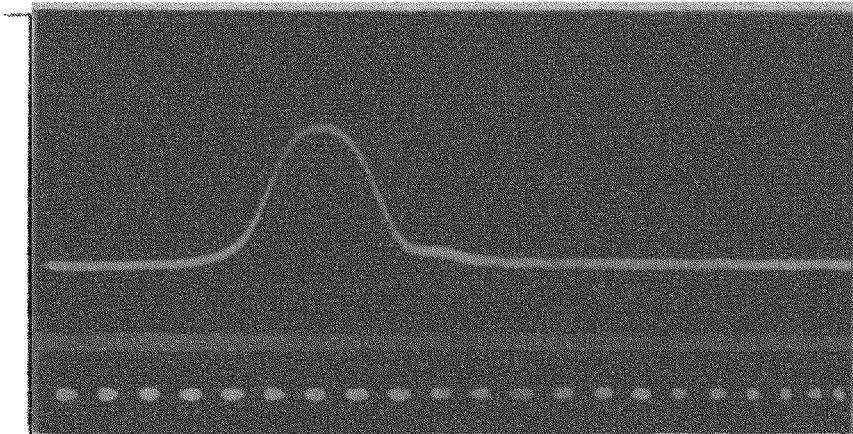


Рис. 2. Осциллограмма гигантского импульса. Период меток - 10 нсек

уровне накачки). При значениях L , превышающих 60 см, генерация лазера срывалась. При фиксированной длине резонатора, равной 52 см, режим генерации одиночного гигантского импульса имел место при превышениях пороговой энергии накачки (380 Дж) в пределах около 10%.

На рис. 2 представлена типичная осциллограмма гигантского импульса, снятая с осциллографа И2-7 с временным разрешением 0,5 нсек. Длительность импульса составляет 25 нсек, мощность излучения – около 6 Мвт. Плотность мощности на выходе генератора была очень высока ($\sim 6 \cdot 10^8$ вт/см²), что подтверждается также фактом частого разрушения кристалла рубина со стороны плоского отражателя.

Механизм наблюдаемых явлений, как нам представляется, можно объяснить изменением хода лучей в резонаторе, обусловленным изменениями показателя преломления в поперечном сечении рубина в зависимости от поля в резонаторе. В начальный момент времени потери в резонаторе велики и происходит накопление частиц на верхнем уровне. Как только начинается высвечивание (оно начинается в центральной области рубина), распределение показателя преломления в поперечном сечении меняется вследствие изменения населенности и точка схождения лучей, выходящих из рубина, удаляется. Это эквивалентно увеличению радиуса кривизны зеркала, а следовательно, переходу к конфигурации резонатора, имеющей малые потери, что и является причиной генерации гигантского импульса. При этом важно подчеркнуть, что эти эффекты особенно сильно выражены в таких конфигурациях резонаторов, в которых имеет место высокая концентрация поля в активном образце.

Аналогичные явления наблюдались также в резонаторах, образованных выпуклым сферическим и плоским отражателями, выпуклым и вогнутым сферическими зеркалами. Для последней из указанных конфигураций эти эффекты проявлялись более слабо.

В заключение отметим, что рассмотренный принцип генерации гигантских импульсов не зависит от длины волны излучения и, по-видимому, применим для случая неодимового стекла и других активных сред, генерирующих в ИК диапазоне.

Поступила в редакцию
23 января 1970 г.

Литература

[1] А.Л.Микаэлян, В.Г.Савельев, Ю.Г.Турков. Письма в ЖЭТФ, 6, 675, 1967.