

07;12

Лазер на гранате с отрицательной обратной связью

© Н.В. Быстров, С.М. Захаров

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

Поступило в Редакцию 15 декабря 1996 г.

В работе наблюдалось сокращение времени выхода генерации на стационарный режим с миллисекунд до микросекунд в Nd:YAG лазере с активной синхронизацией мод при введении слабой инерционной отрицательной обратной связи. Лазер предназначен для подсвета катода фотоинжектора электронного ускорителя.

Вместо термокатодов и группирователей в электронных ускорителях все чаще используются фотоинжекторы [1]. Группировка электронов обеспечивается соответствующим режимом подсвета фотокатода лазером. В зависимости от частоты ускоряющего поля и длительности цикла ускорения требования к лазеру изменяются в широких пределах: длительность микроимпульсов — от 1 до 200 пс, частота их следования — от 50 МГц до 3 ГГц, длительность цуга (макроимпульса) — от единиц до сотен микросекунд. Для нашего ускорителя [2] требовалось 100 пс, 150 МГц, > 100 мкс. Столь длительные цуги можно вырезать из непрерывной последовательности микроимпульсов, генерируемых лазером с синхронизацией мод и стационарной накачкой. Энергетически выгоднее применять импульсную квазистационарную накачку. При этом, однако, надо учитывать длительность переходных процессов. Расчеты [3] показывают, что при активной синхронизации исходно неупорядоченных мод генерация Nd:YAG лазера выходит на стационарный режим за миллисекунды, тогда как в случае одномодового поля — за микросекунды. Неупорядоченность мод проявляется, в частности, в характерной для свободной генерации твердотельных лазеров пиковой структуре, и, прежде чем переходить к синхронизации мод, желательно добиться беспиковой свободной генерации. Это можно сделать введением пассивной или активной отрицательной обратной связи. Связь осуществляется по амплитуде, но, очевидно, эффективно влияет на частотную и фазовую структуру мод в резонаторе. Пассивная

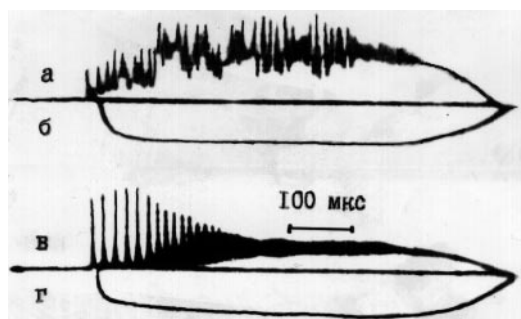


Рис. 1.

обратная связь основана на нелинейных эффектах (преобразование во вторую гармонику, двухфотонное поглощение), обладает практически безынерционным откликом и хорошо работает на коротких (порядка 1 мкс) цугах [4,5]. Если, однако, двухфотонное поглощение сопровождается заметным накоплением электронов проводимости, то в отклике может появиться и стать доминирующей инерционная составляющая. Инерция определяется временем жизни электронов проводимости [5]. Активная обратная связь реализуется на электрооптических материалах, как правило, инерционна и пригодна при работе с длинными цугами.

В описываемом лазере квазистационарную накачку длительностью до 1.5 мс обеспечивала однородная искусственная линия. Ее волновое сопротивление (0.5 Ом) согласовано с импульсной лампой на 800 Дж. Кристалл граната имел диаметр 0.5 см и длину 6 см. Резонатор с плоским 40% и глухим сферическим ($R = 280$ см) зеркалами настраивался на частоту межмодовых биений 150 МГц. Термостатированный акустооптический модулятор питался от импульсного генератора на 75 МГц мощностью до 20 Вт. Глубина модуляции достигала 10%. Электрооптический модулятор на KDP с двухпроходным полуволновым напряжением 200 В и фотодиод с временным разрешением 1 мкс и амплитудой выходного сигнала меньше 10 В составляли цепь отрицательной обратной связи. Такой слабой связи оказалось достаточно, чтобы в корне изменить характер как свободной генерации, так и генерации в режиме синхронизации мод. Обычная для свободной генерации пиковая структура (рис. 1, а) полностью исчезает (рис. 1, б), а время выхода на стационарный режим

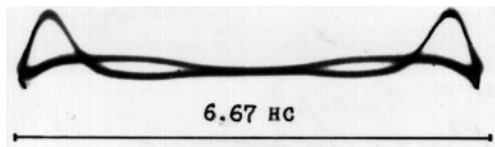


Рис. 2.

генерации при активной синхронизации мод сокращается приблизительно с миллисекунды (рис. 1, в) до микросекунд (рис. 1, г). Отметим разительное сходство осциллограммы на рис. 1, в с осциллограммами на рис. 4 в работе [3], в которой по характеру осцилляций определялись точность настройки резонатора и время выхода генерации на стационарный режим.

Временное разрешение осциллограмм на рис. 1 недостаточно для отслеживания микроимпульсов. Для их наблюдения сигнал с коаксиального фотоэлемента подавался непосредственно на пластины осциллографа С1-75, развертка которого осуществлялась синусоидальным сигналом от общего с акустооптическим модулятором генератора на частоте 75 МГц. Поэтому на рис. 2 видны два импульса, один из которых представляет наложение друг на друга всех четных, а другой — нечетных микроимпульсов в цуге (приблизительно по сорок тысяч импульсов). Несмотря на то что разрешающее время осциллографа не позволяет точно передавать форму импульсов, их четкое наложение друг на друга свидетельствует о хорошей идентичности импульсов, по крайней мере по энергии. Отметим, что длительность подсвета электронно-лучевой трубки выбиралась такой, чтобы отрезать хвост лазерного импульса и избежать связанного с ним размазывания изображения микроимпульсов.

Список литературы

- [1] *C. Travier* // Nucl. Inst. Meth. 1994. V. A340. P. 25–39.
- [2] *Agafonov A. et al.* // Nucl. Inst. Meth. 1994. V. A341. P. 375–378.
- [3] *Kuizenga D.J.* // Optics communication. 1977. V. 22. N 2. P. 156–160.
- [4] *Бабушкин А.В.* и др. // Квант. электрон. 1989. Т. 16. № 10. С. 2036–2038.
- [5] *Бахрамов С.А.* и др. // Квант. электрон. 1996. Т. 23. № 5. С. 479–480.
- [6] *Комаров К.П.* и др. // Квант. электрон. 1986. Т. 13. № 4. С. 802–808.
- [7] *Бурнейка К.* и др. // Квант. электрон. 1988. Т. 15. № 6. С. 1658–1659.