

USE OF THE COLLECTIVE PHENOMENA IN ACTIVE MEDIA OF THE TRANSMITTERS IN LASER-LOCATION STATIONS ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ В АКТИВНЫХ СРЕДАХ ПЕРЕДАТЧИКОВ ЛАЗЕРНО-ЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

V.V.Murga

Государственный межвузовский центр "Орион"
Донбасский государственный технический университет
г.Алчевск, Украина, *murga@dmmi.edu.ua*

Задача улучшения эксплуатационных характеристик лазеров сохраняет свою актуальность, обусловленную постоянным совершенствованием техники астрономических наблюдений и лазерной локации спутников. Для работающих станций улучшение характеристик передатчиков проводится путем оптимизации режимов работы, т.е. без существенных изменений оптической схемы.

В данной ситуации интерес представляет возможность использования коллективных эффектов, возникающих в активной среде при определенных режимах возбуждения. Наблюдение подобных эффектов проводилось в твердотельных импульсных лазерах с традиционной оптической накачкой и сопровождалось существенными изменениями характеристик генерируемого излучения. Полученные результаты интересны с точки зрения разработки оптимальных условий возбуждения активной среды лазеров и более эффективного использования действующих передатчиков, работающих в режиме модуляции добротности.

Как показали исследования, использование явлений, происходящих в активной среде при развитии генерируемого излучения, приводит к повышению энергетической эффективности передатчика. Наблюдается более симметричная форма гигантского импульса, уменьшается расходимость излучения, увеличивается выходная энергия, повышается повторяемость характеристик, что повышает стабильность параметров генерируемых импульсов.

Электрическая схема, которая используется для инициализации коллективных взаимодействий в активной среде лазеров, позволяет более точно дозировать энергию, подводимую к лампам накачки, что сказывается на повторяемости и стабильности энергетических характеристик генерируемого излучения.

Существующие способы стабилизации параметров лазерного излучения позволяют зафиксировать изменение выходной энергии в пределах 10% при изменении питающего напряжения на 10% от номинального значения (Денищик&Мурга, 1986). Этот способ стабилизации параметров лазерного излучения успешно применяется для твердотельных лазеров с электрооптической модуляцией добротности. В данном случае предполагаются некоторые неизбежные потери энергии, поскольку при данном способе стабилизации предполагается управление излучением по заданному уровню инверсии активной среды.

Изменение формы огибающей импульса излучения указанного типа лазера при традиционном способе возбуждения представлено на рис. 1, а), а на рис. 1, б) – в режиме со стабилизацией параметров.

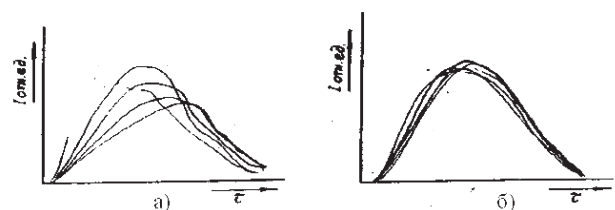


Рис. 1: Временные диаграммы для последовательности из пяти импульсов

Данный способ стабилизации параметров излучения возможен без дополнительных устройств, а лишь по тракту питания ламп накачки. Разработка такого режима со стабилизацией параметров производится для конкретного лазера с учетом типоразмера активного элемента, концентрации активных центров и режима генерации (Денищик и др., 1988; Колпаков и др., 1990).

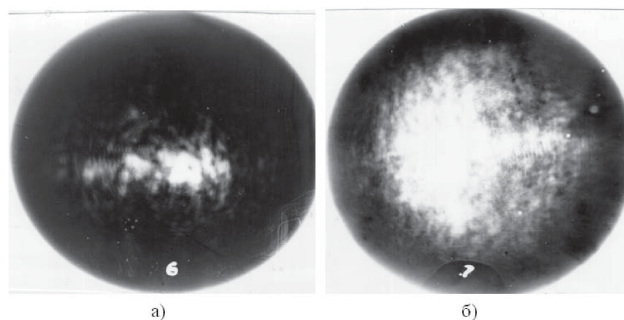


Рис. 2: Распределение интенсивности по торцу активного элемента при "гладкой"накачке (а) и при накачке "резонансной"последовательности коротких импульсов (б) при $E_H \cong 580$ Дж

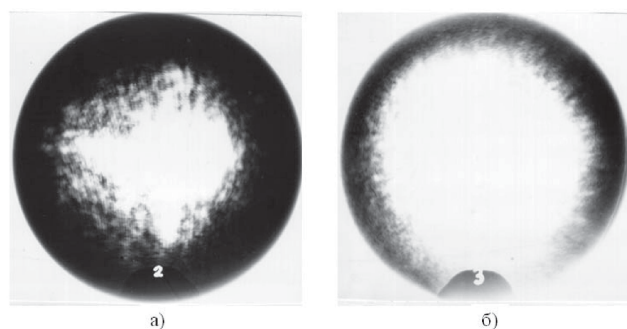


Рис. 3: Распределение интенсивности по торцу активного элемента при "гладкой"накачке (а) и при накачке "резонансной"последовательности коротких импульсов (б) при $E_H \cong 720$ Дж

Помимо высокой повторяемости параметров генерируемого излучения использование коллективных взаимодействий позволяет увеличить энергетическую эффективность лазеров как в режиме модуляции добротности, так и в режиме свободной генерации. При этом не возникает непроизводительных потерь энергии. Более того, отмечено увеличение выходной энергии лазера в 1.3 раза по сравнению с традиционным способом возбуждения, при уменьшении разброса значений выходной энергии в 1.5 раза. Помимо указанных результатов отмечено более равномерное распределение интенсивности излучения по торцу активного элемента, (рис. 2,3) что приводит к уменьшению расходимости излучения в 1.4 раза (рис. 4).

Последнее замечание позволяет уменьшить потери энергии при локации удаленных объектов. Данный способ стабилизации параметров излучения возможен без дополнительных устройств, а лишь по тракту питания ламп накачки. Разработка такого режима со стабилизацией параметров производится для конкретного лазера с учетом типоразмера ак-

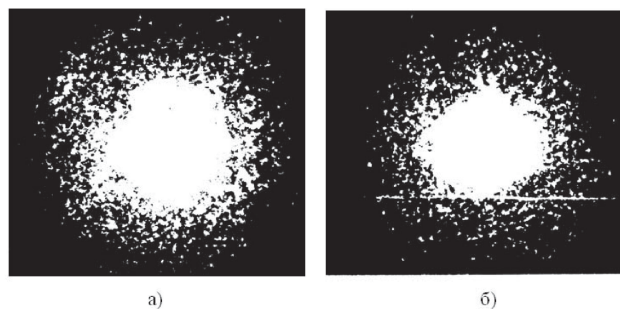


Рис. 4: Распределение поля излучения лазера в фокальной плоскости длиннофокусной линзы. Масштаб 100:1, а) "гладкая"накачка: б) "резонансная"накачка.

тивного элемента, концентрации активных центров и режима генерации (Мурга, 1993).

При согласовании периода следования коротких пиков в последовательности со скоростью распространения возмущения в кристалле возможно получение коррелированного состояния возбужденных активных центров. Данное явление проявляется в увеличении выходной энергии моноимпульса в 1.25 – 1.3 раза и уменьшения расходимости излучения в 1,5 раза. подобное изменение параметров выходного излучения характерно при кооперативных эффектах в твердотельных активных средах, в частности при сверхизлучении.

Применение данной разработки в передатчиках ЛЛС значительно упрощает обработку сигнала. Используя радиолокационную формулу можно сделать оценки целесообразности использования полученных результатов для лазерных систем контроля дальности. Так требуемая для контроля цели мощность P_t может быть представлено выражением

$$P_t = \frac{4\pi P_r R^4 \Theta_t^2}{A_e \sigma S_t S_r},$$

где: P_r – минимальная мощность обнаруживаемого сигнала; R – дальность цели; A_e – площадь приемной антенны; S_t – коэффициент пропускания атмосферы или другой среды; S_r – коэффициент пропускания оптики локатора; σ – эквивалентная поверхность рассеивания цели.

Увеличение величины Θ_t в 1,5 раза и уменьшение расходимости Θ_t в 1.7 раза позволяет увеличить дальность действия систем контроля в 1.5 раза или же уменьшить мощность передатчика в 4.3 раза при сохранении значений параметров дальности и мощности обнаруживаемого сигнала. Одним из параметров систем контроля является их помехозащищенность. Использование предложенного режима работы позволит при неизменной питающей энергии перейти от режима счета фотонов к режиму детектирования огибающих оптического

импульса, что значительно улучшает отношение сигнал/шум и позволяет улучшить контроль дальности лазерными локаторами, работающими в импульсном режиме.

Литература

- Денищик Ю.С., Мурга В.В.: 1986, *Приборы и техника эксперимента*, **№6**, 160.
- Денищик Ю.С., Мединский А.Г., Мурга В.В.: 1988, *Оптимизация по КПД режима накачки активных элементов передатчиков лазерных спутниковых дальномеров. Анализ движения небесных тел и оценка точности их наблюдений*, Рига, с. 206.
- Колпаков Н.Д., Денищик Ю.С., Мурга В.В.: 1990, *Электронная техника, Сер. Лазерная техника и оптоэлектроника*, **4(56)**, 63.
- Мурга В.В.: 1993, в *Тез. докл. междунар. конф. "Лазеры и современное приборостроение"*, С-Пб., с. 16.