

## ПАССИВНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ МОД В ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРЕ НА КРАСИТЕЛЕ С СИНХРОННОЙ НАКАЧКОЙ

А. А. Ищенко, В. Б. Карасев, А. В. Окишев, А. И. Толмачев

Одним из наиболее распространенных способов генерации сверхкоротких импульсов в лазерах на красителях является метод синхронной накачки. В непрерывных лазерах на красителях этот метод позволяет получать перестраиваемые по частоте импульсы с длительностью 1—3 пс. Для уменьшения длительности генерируемых импульсов и снижения критичности их параметров к рассогласованию баз резонаторов лазеров накачки и на красителе можно использовать метод гибридной синхронизации мод, который является комбинацией синхронной накачки и пассивной синхронизации мод. До настоящего времени метод гибридной синхронизации мод использовался лишь в непрерывных лазерах на красителях [1], при этом длительность генерируемых импульсов сокращалась в 4-5 раз по сравнению с чисто синхронным возбуждением и достигала 250 фс.

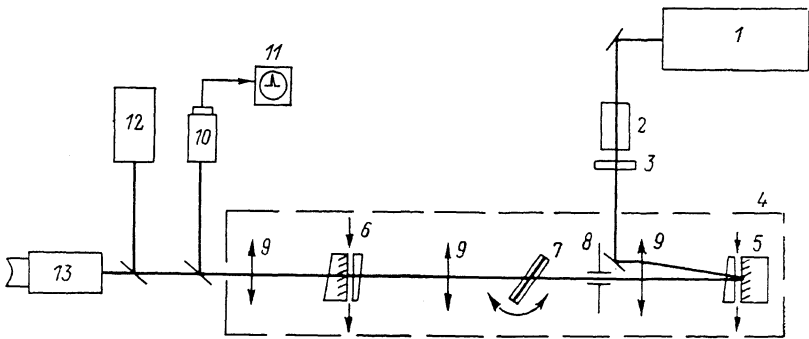


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — лазер на  $\text{YAlO}_3 : \text{Nd}^{3+}$  с пассивной синхронизацией мод; 2 — генератор второй гармоники; 3 — фильтр СЗС-23; 4 — лазер на красителе; 5 — активная среда, размещенная вплотную к плоскому зеркалу с коэффициентом отражения 0,98; 6 — насыщающийся поглотитель, размещенный вплотную к плоскому зеркалу с коэффициентом отражения 0,6; 7 — интерференционный фильтр; 8 — диафрагма; 9 — линза с фокусным расстоянием 20 см; 10 — коаксиальный фотозащитный элемент ФР-26; 11 — скоростной осциллограф С7-19; 12 — монохроматор; 13 — электронно-оптическая камера «Агат-СФ-1».

В настоящей работе впервые сообщается о реализации режима гибридной синхронизации мод в импульсном лазере на красителе с применением новых полиметиновых красителей.

Режим гибридной синхронизации мод в импульсном лазере на красителе исследовался на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис. 1. Излучение накачки представляло собой цуг из 10—15 импульсов второй гармоники лазера на  $\text{YAlO}_3 : \text{Nd}^{3+}$  с пассивной синхронизацией мод. Длительность импульсов накачки составляла  $25 \pm 2$  пс (рис. 2, а), суммарная энергия цуга импульсов достигала 3 мДж. Характеристики лазера на красителе исследовались при синхронной накачке и гибридной синхронизации мод для двух вариантов резонатора: с интерференционным фильтром и недисперсионного. В первом случае коэффициент преобразования накачки в излучение генерации при синхронной накачке достигал 20, во втором — 30 %. В качестве активных сред использовались этанольные растворы красителей родамин 6Ж и феналемин 160. При синхронной накачке лазера на красителе, когда насыщающийся поглотитель не был введен в резонатор, генерировался цуг импульсов, длительность которых составляла  $12 \pm 2$  пс (рис. 2, б), причем длительность импульсов не изменялась при переходе от недисперсионного резонатора к дисперсионному. В качестве насыщающихся поглотителей использовались этанольные растворы полиметиновых красителей № 4966, 4036 и 4427 с максимальным поглощением на длинах волн 545, 590 и 650 нм соответственно. При введении в резонатор синхронно накачиваемого лазера на родамине 6Ж насыщающегося поглотителя на основе красителя № 4966 (режим гибридной синхронизации мод) в случае недисперсионного резонатора сокращения длительности генерируемых импульсов не происходило. Отмечалось изменение формы спектра генерации лазера

в соответствии с селективными потерями, вносимыми поглотителем в резонатор. В дисперсионном резонаторе при перестройке длины волны генерации в диапазоне 550—560 нм длительность импульсов сокращалась до 8—10 пс (рис. 2, *а*). При использовании в лазере на роданине  $6\text{Ж}$  насыщающегося поглотителя на основе красителя № 4036 сокращения длительности импульсов не происходило во всем диапазоне перестройки длины волны генерации. По-видимому, это связано с тем, что не была достигнута интенсивность просветления затвора. При этом коэффициент преобразования энергии накачки в энергию генерации уменьшается в соответствии с потерями, вносимыми поглотителем.

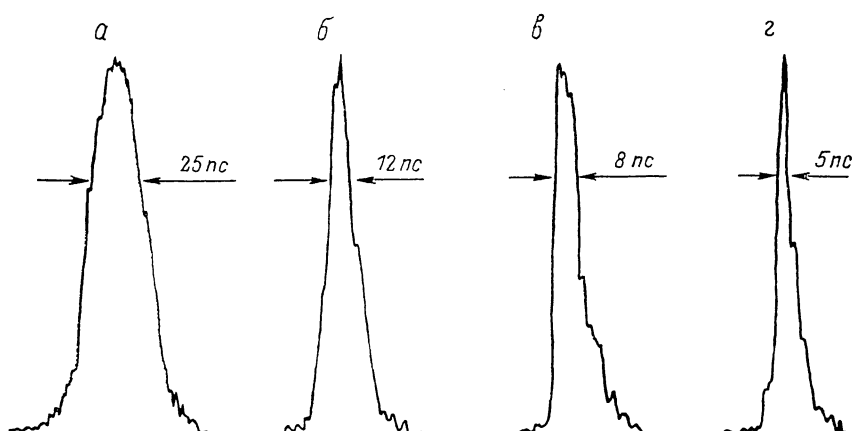


Рис. 2. Временные развертки импульсов генерации лазера накачки (*а*), лазера на красителе с синхронной накачкой (*б*), лазера на красителе с гибридной (*в*) и двойной (*г*) синхронизацией мод.

Следует отметить, что квантовый выход люминесценции красителей № 4966 и 4036 невысок в отличие от красителя № 4427, который является наиболее перспективным для пассивной синхронизации мод импульсных лазеров в спектральном диапазоне 620—680 нм благодаря высокой фотостабильности, большим значениям сечения поглощения и квантового выхода люминесценции, а также хорошей (более 1 года) сохраняемости в растворе. При введении в недисперсионный резонатор лазера на феналемине 160 насыщающегося поглотителя на основе красителя № 4427 был реализован режим двойной синхронизации мод, при котором насыщающийся поглотитель генерирует при накачке излучением генерации активной среды. Длительность импульсов генерации при этом составляла около 5 пс для активной среды (рис. 2, *г*) и менее 5 пс для насыщающегося поглотителя.

Таким образом, в настоящей работе приведены результаты исследования режимов гибридной и двойной синхронизации мод в импульсном лазере на красителе. Показано, что в случае двойной синхронизации мод длительность генерируемых импульсов более чем в 2.5 раза короче длительности импульсов, генерируемых тем же лазером при чисто синхронном возбуждении.

Авторы выражают признательность Г. Б. Альтшулеру за полезные обсуждения.

#### Список литературы

- [1] *Ishida Y., Naganuma K., Yajima T.* // *Jap. J. Appl. Phys.* 1982. Vol. 21. N 2. P. 312—316.

Ленинградский институт точной механики и оптики  
Институт органической химии АН УССР

Поступило в Редакцию  
8 августа 1988 г.