

07;12

Переключение добротности резонатора лазера, согласованное с процессом разрушения мишени

© П.Ю. Кикин, А.И. Пчелинцев, Е.Е. Русин

Институт машиноведения РАН (Нижегородский филиал)

Поступило в Редакцию 8 октября 2002 г.

Описывается схема переключения одиночного лазерного излучателя с режима свободной генерации на режим модулированной добротности, согласованного с процессом разрушения мишени. Данная схема перспективна для оптимизации процесса размерной обработки тонколистовых материалов.

Экспериментальные исследования, преследующие цель повышения эффективности лазерной размерной обработки, выявили преимущества облучения мишени импульсами сложной временной структуры. В простейшем случае лазерное воздействие должно сочетать синхронизированную во времени комбинацию импульса свободной генерации и импульса модулированной добротности [1,2]. На стадии облучения импульсом свободной генерации происходят главным образом нагрев и плавление материала в зоне воздействия, стадия облучения высокоинтенсивным гигантским импульсом обеспечивает выброс конденсированной фазы благодаря значительному повышению давления паров в канале отверстия. Оценки показали, что для эффективного выброса расплава одиночным гигантским импульсом требуется создать в канале отверстия давление паров $P = 10^5$ atm. Для удаления расплава небольшими порциями (что можно реализовать с использованием пассивных модуляторов на основе кристалла LiF) достаточно короткой серии регулярных импульсов умеренной интенсивности, обеспечивающих избыточное давление паров $P = 10^4$ atm. В упомянутых работах подобная комбинированная схема реализовалась синхронизированным во времени и совмещенным в пространстве импульсным излучением двух независимых лазеров: одного, работавшего в режиме квазистационарной генерации, и другого — генерирующего излучение модулированной добротности. Однако достоинства упомянутых схем находятся в проти-

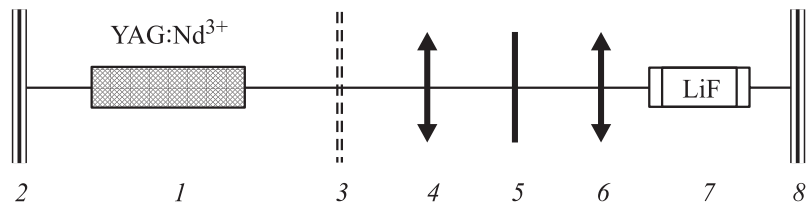


Рис. 1. Схема эксперимента.

воречии со сложностью их практической реализации, главным образом со сложностью временной синхронизации и сложностью оптического совмещения лазерных пучков в фокальной плоскости и поверхности мишени.

В данной работе предлагается не традиционный вариант разрешения отмеченного противоречия, а именно использование одиночного лазерного излучателя в сочетании со сложным резонатором, переключающимся согласованно (в реальном времени) со стадиями разрушения мишени.

Схема эксперимента представлена на рис. 1. В отличие от традиционной схемы, предназначенной для размерной обработки и включающей: излучатель на основе алюмоиттриевого граната (1), зеркало $R = 100\%$ (2), зеркало $R = 40\%$ (3), фокусирующую линзу (4) и расположенную в ее фокусе мишень 5 — внесена дополнительная ступень резонатора, включающая линзу (6), софокусную с линзой (4), пассивный модулятор на основе LiF (7), зеркало $R = 100\%$ (8).

На первой стадии процесса происходят нагрев, плавление и частичное формирование отверстия, характерное для режима свободной генерации лазера до тех пор, пока не образуется оптический канал (отверстие), который включает вторую ступень резонатора. При этом лазер начинает работать в режиме модулированной добротности и обеспечивает генерацию серии регулярных импульсов с характерными параметрами: длительность одиночного импульса 100 ns, период повторения 10 μ s (рис. 2).

Реакция процесса взаимодействия лазерного излучения с мишенью представлена осциллограммами лазерного импульса на рис. 2. На начальной стадии облучения вторая ступень резонатора отключена

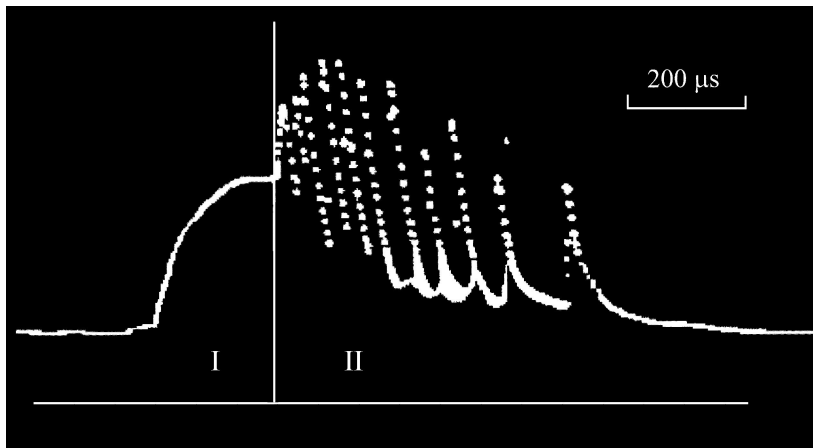


Рис. 2. Осциллограмма излучения лазера (I — режим свободной генерации, II — режим модулированной добротности).

мишенью 5. На осциллограмме этому интервалу времени соответствует относительно гладкая область импульса, характерная для режима свободной генерации лазера. В этом интервале времени не происходит эффективного удаления конденсированной фазы из зоны лазерного воздействия на мишень. Начиная с момента образования отверстия в мишени происходит самовключение второй ступени резонатора и лазер начинает работать в режиме генерации регулярными интенсивными импульсами, что обеспечивает режим развитого испарения на поверхности расплава и способствует эффективному удалению расплава из зоны облучения мелкими порциями.

Список литературы

- [1] Гитциус Н.А., Данилейко Ю.К., Ионов П.В. и др. // ДАН СССР. 1989. Т. 308. № 5. С. 1122–1127.
- [2] Деев А.А., Кикин П.Ю., Пчелинцев А.И. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 6. С. 68–71.