

УДК 621.375

ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА СИНХРОНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАТОР – УСИЛИТЕЛЬ ЛАЗЕРОВ НА ПАРАХ МЕДИ

Л.А. ПОГОСЯН

Ереванский физический институт им. А.И. Алиханяна

(Поступила в редакцию 30 марта 2007 г.)

Рассмотрена система задающий генератор – пространственный фильтр-коллиматор – усилитель мощности на лазерах на парах меди. Представленная система адаптирована для микрообработки и обеспечивает получение качественного лазерного пучка с расходимостью $\theta = 0,09$ мрад, длительностью импульса 20 нс и средней мощностью $W = 20$ Вт. Показана возможность получения любой наперед заданной последовательности импульсов в течение процесса обработки.

Лазеры на парах меди (ЛПМ) с длинами волн 510,6 нм и 578,2 нм работают в импульсном режиме и имеют уникальное сочетание выходных параметров: частоту повторения $5 \div 30$ кГц, длительность импульсов $10 \div 50$ нс, энергию в импульсе $0,1 \div 10$ мДж, интенсивность в пятне фокусировки $10^8 \div 10^{14}$ Вт/см², малую расходимость и высокий коэффициент однопроходного усиления [1,2]. ЛПМ используются для решения большого круга научно-технических задач: для обработки и микрообработки материалов, лазерного ускорения микрочастиц, в качестве усилителя яркости изображения микрообъектов, для создания телевизионных проекционных систем на больших экранах в таких разделах медицины, как дерматология и косметология, ангиопластика, онкология и др.

ЛПМ имеют большие возможности для их использования в задачах микрообработки различных материалов. Традиционный способ обработки (микрообработки) материалов заключается в получении качественных пучков излучения с малой расходимостью, после чего пучок излучения фокусируется объективом с фокусным расстоянием $F = 50 \div 100$ мм в пятно диаметром $D = 10 \div 50$ мкм и длиной до 0,5 мм (в перетяжке). Такие пучки в ЛПМ обычно формируются в режиме работы с неустойчивым резонатором. Однако мощность в таких узконаправленных пучках составляет малую часть суммарной мощности излучения. Эффективным способом повышения мощности в качественных пучках является использование лазерных систем типа задающий генератор – усилитель мощности (ЗГ–УМ). Особенно удобно в качестве УМ использовать ЛПМ, так как они обладают большим коэффициентом однопроходного усиления и режим насыщения в ЛПМ и УМ наступает при относительно слабых входных сигналах [3].

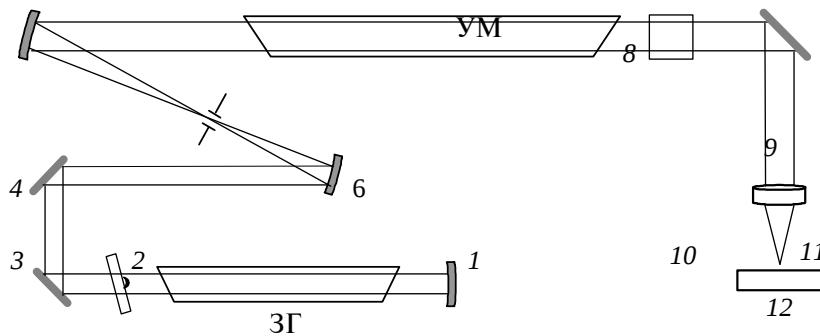


Рис.1. Оптическая схема ЗГ–ПФК–УМ. ЗГ – задающий генератор, УМ – усилитель мощности, 1,2 – зеркала телескопического НР, 3,4,9 – плоские поворотные зеркала, 5,6 – сферические зеркала ПФК, 7 – диафрагма ПФК, 8 – ослабитель мощности, 10 – ахроматический объектив, 11 – объект обработки, 12 – координатный стол.

На рис.1 представлена оптическая схема, включающая в себя ЗГ–пространственный фильтр коллиматор (ПФК) – УМ. ПФК используется для отделения качественного пучка излучения ЗГ от его фоновой составляющей и для пространственного согласования пучка ЗГ с апертурой разрядного канала УМ. Диафрагма ПФК, отсекающая фоновые компоненты излучения ЗГ, установлена в перетяжке качественного пучка. Отметим, что применение зеркального коллиматора вместо линзового, исключает возникновение паразитных обратных связей между оптическими элементами ЗГ и ПФК и ахроматических aberrаций [4].

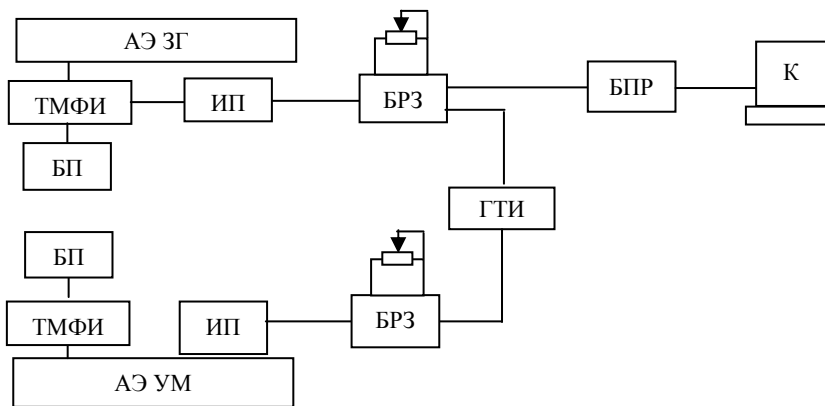


Рис.2. Структурная схема системы управления синхронизацией лазеров. БПР – блок программной регулировки задержки, ГТИ – генератор тактовых импульсов, БРЗ – блок плавной регулировки задержки, ИП – импульсный подмодулятор, ТМФИ – тиратронно-магнитный формирователь импульсов, БП – высоковольтный блок питания, АЭ УМ – активный элемент усилителя мощности, АЭ ЗГ – активный элемент задающего генератора, К – компьютер.

Структурная схема системы управления синхронизацией лазерами приведена на

рис.2. Система управления обеспечивает синхронизацию импульсов ЗГ и УМ, а также плавную регулировку задержки между импульсами. Диапазон варьирования задержки между импульсами находился в пределах 100 нс.

В качестве ЗГ (см. рис.1) используется активный элемент (АЭ) «Кулон LT-5Cu» с неустойчивым резонатором с увеличением $M = 168$. ЗГ и ПФК обеспечивают получение на входе УМ качественных (с расходимостью $\theta = 0,09$ мрад) пучков излучения средней мощностью до 1 Вт. В качестве усилителя мощности используется АЭ «Кристалл LT-30Cu». После усиления в УМ на выходе системы ЗГ–ПФК–УМ получают пучки излучения с расходимостью $\theta = 0,09$ мрад, средней мощностью до 20 Вт, длительностью импульса излучения $t = 20$ нс и частотой повторения $f = 10$ кГц [5].

Особенностью представленной системы управления является то, что по сравнению с традиционными системами здесь добавлен блок программной регулировки задержки (БПР) (см. рис.2), управляемый компьютером. БПР при помощи специальной программы позволяет осуществлять программную расстройку синхронизации импульсов ЗГ и УМ. При этом в период расстройки на выходе системы ЗГ–ПФК–УМ имеем неусиленные пучки от ЗГ средней мощностью до 1 Вт и излучение сверхсветимости УМ с расходимостью $\theta = 50$ мрад и средней мощностью 2,7 Вт. В этот период на объекте обработки (11) с учетом ослабителя (8) (см. рис.1) получается малая плотность мощности, что приводит к прекращению процесса обработки.

Таким образом, путем программной регулировки задержки между импульсами ЗГ и УМ можно получить любую наперед заданную последовательность импульсов в пакете, в течение процесса обработки. В том числе осуществлять одноимпульсный режим и изменять соотношение фоновой и качественной составляющих в усиленном пучке. Отметим, что в режиме синхронизации, при использовании объективов с фокусными расстояниями $F = 50$ мм, 58 мм, 85 мм, интенсивность в пятне фокусировки равна 10^9 – 10^{11} Вт/см², что обеспечивает сверление и резку металлов толщиной до 2 мм и таких неметаллов, как кремний, сапфир и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. **С.Е. Little.** Metal Vapour Lasers. Physics, Engineering and Applications. Chichester (UK), John Wiley and Sons, 1999.
2. **А.Г. Григорян, М.А. Казарян, Н.А. Лябин.** Лазеры на парах меди. М., Физматлит, 2005.
3. **Н.А. Лябин, А.Д. Чурсин, С.А. Угольников, М.Е. Королева, М.А. Казарян.** Квантовая электроника, **31**, 191 (2001).
4. **Г.В. Азизбекян, Г.В. Григорян, М.А. Казарян, Н.А. Лябин, Л.А. Погосян, А.Г. Таманян.** Исследования по микрообработке при помощи лазерной системы на парах меди. Сб. трудов конференции «Лазерная Физика-2004». Аштарак, Армения, Институт физических исследований НАН, 2004, с.124.
5. **Г.В. Азизбекян, Г.В. Григорян, М.А. Казарян, Н.А. Лябин, А.А. Мелконян, Г.Д. Мовсесян, В.С. Парамонов, Л.А. Погосян.** Приборостроение, **49**, №9, 59 (2006).

ՊՂՆՁԻ ԳՈԼՈՐՇԻՆԵՐԻ ԼԱԶԵՐՆԵՐԻ ԳԵՆԵՐԱՏՈՐ-ՈՒԺԵՂԱՐԱՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ
ՍԻՆԽՐՈՆԻԶԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Լ.Ա. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Դիտարկված է գեներատոր — տարածական զտիչ-կոլիմատոր – հզորության ուժեղարար համակարգը պղնձի գոլորշիների լազերների վրա: Ներկայացված համակարգը նախատեսված է միկրոշակման համար և ապահովում է որակյալ լազերային փնջի ստացում՝ $\theta = 0,09$ մռադ տարամիտությամբ, 20 նվ իմպուլսի տևողությամբ և $W = 20$ Վտ միջին հզորությամբ: Ցույց է տրված մշակման ընթացքում իմպուլսների նախապես տրված ցանկացած հաջորդականության ստացման հնարավորությունը:

CHARACTERISTICS OF THE SYNCHRONIZATION METHOD
OF GENERATOR-AMPLIFIER SYSTEM BASED ON COPPER VAPOR LASERS

L.A. POGHOSYAN

A system reference generator – spatial filter-collimator – power amplifier based on copper vapor lasers is considered. The proposed system is adapted for microprocessing and provides production of a qualitative laser beam with divergence $\theta = 0,09$ mrad, pulse duration of 20 ns, and average power 20 W. The possibility of obtaining any preset sequence of pulses during the processing is shown.