

увеличивается до 20-30% относительно внедрения его только при статическом нагружении, что может существенно повысить производительность использования оборудования при строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савинов О.А, Лускин А.Я. Вибрационный метод погружения свай и его применение в строительстве. Л.: Госстройиздат, 1960.
2. Вибрация в технике: Справочник./ Ред. Совет: В.Н. Челомей .- М.: Машиностроение, Том 4., 1981.
3. Минеев С.П., Сахненко А.Л., Обухов С. А. Вибрационное и волновое рыхление агрегированной сыпучей массы. – Днепропетровск: Днепро, 2005

УДК 542.51

Оболонский Р.В., студ., каф. СГТ, НГУ, г. Днепропетровск, Украина

ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ОБРАЗЕЦ ОКГ

Оптическая схема экспериментальной установки. Проблема введения излучения в оптическое волокно возникает из-за того, что диаметр лазерного луча ~ 5 мм, а диаметр сердцевины световода ~ 500 мкм. Потому существуют специальные методы введения. В наших экспериментах использовалась схема введения излучения, которая представлена на рис. 1.

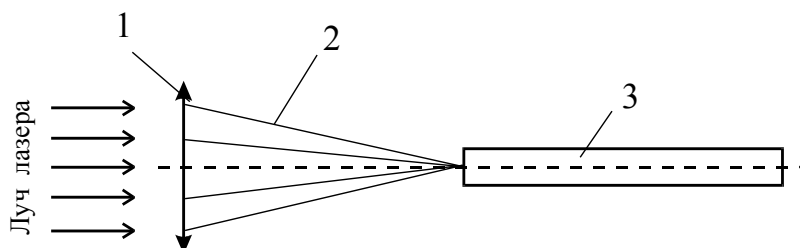


Рис. 1. Ввод излучения с помощью линзы: 1 – собирающая линза; 2 – луч лазера; преломленный линзой; 3 – оптическое волокно

Луч лазера фокусируется линзой 1 на торце сердцевины волокна 3. При такой схеме минимальный размер изображения в фокусе определяется каустикой. Так как лазерный луч – это пучок параксиальных монохроматических параксиальных лучей, то каустикой можно пренебречь.

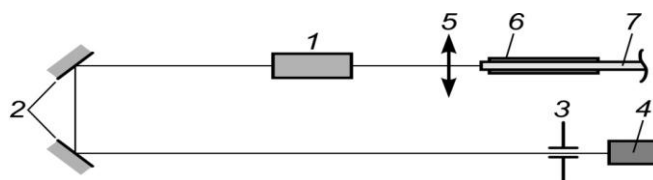


Рис. 2. Оптическая схема экспериментальной установки : 1 – ОКГ; 2 – зеркала; 3 – диафрагма; 4 – полупроводниковый лазер; 5 – собирающая линза; 6 – держатель; 7 – оптическое волокно

В экспериментальной установке НГУ, рис. 2, использовался лазер на неодимовом стекле, длина волны излучения 1,06 мкм, длительность импульса 10–12 нс, энергия в импульсе 130–150 мДж. Излучение лазерного диода 4, излучающего в красной области спектра, с

помощью зеркал направлялось через резонатор лазера таким образом, чтобы отраженный от заднего зеркала луч попал в диафрагму. В этом случае видимый луч лазерного диода и невидимый луч ОКГ совпадают, что дает возможность юстировки схемы с помощью "красного" луча.

При регулировке положения световода в держатель устанавливался отрезок такого же волокна длиной 50–100 см, и по яркости света на выходе контролировалось его положение относительно луча. После юстировки устанавливался рабочий световод при неизменном положении держателя.

Для передачи лазерного излучения с большой плотностью энергии используются силовые световоды. Они имеют оболочку из материала, который не разрушается лазерным излучением, то есть оболочка обладает достаточной оптической прочностью для передаваемой плотности энергии.

При испытании ОД исследовалось изменение светопроводящих характеристик световодов при прохождении по ним лазерного излучения с высокой плотностью энергии. Увеличение затухания в световоде, связанное с разрушением материала сердцевины или оболочки не обнаружено.

Экспериментальный образец ОКГ. Предполагается, что установка будет содержать три лазера, работающих согласованно в заданной временной последовательности.

Для получения требуемых параметров излучения в качестве активных элементов выбраны стержни $\varnothing 5 \times 100$ мм из фосфатного стекла марки ЛГС-55 с концентрацией ионов неодима 4%. Оптическую накачку предполагается осуществлять импульсными ксеноновыми лампами типа ИФП-1000-2А с габаритными размерами светящейся области $\varnothing 7 \times 75$ мм. Питание импульсных ламп предусматривается осуществлять от конденсаторов типа К75-11 емкостью 100 мкФ и номинальным напряжением 2 кВ. Эти конденсаторы характеризуются высокой удельной энергоемкостью – 91 Дж/кг, как следствие, небольшой массой – 2,2 кг.

Для выяснения оптимальных условий работы узлов ОКГ был изготовлен экспериментальный лазер. Целью этого этапа работы являлись:

- отбор активных элементов с близкими характеристиками;
- определение оптимальных коэффициентов отражения и допустимых углов разъюстировки зеркал резонатора;
- определение оптимального коэффициента пропускания пассивного затвора, используемого как модулятора добротности;
- определение требуемой продуктивности в разрядном контуре лампы накачки;
- определение порогового и рабочего значений энергии накачки, обеспечивающей генерацию моноимпульса излучения.

Оптическая головка помещалась в экспериментальную установку, схема которой показана на рис. 3.

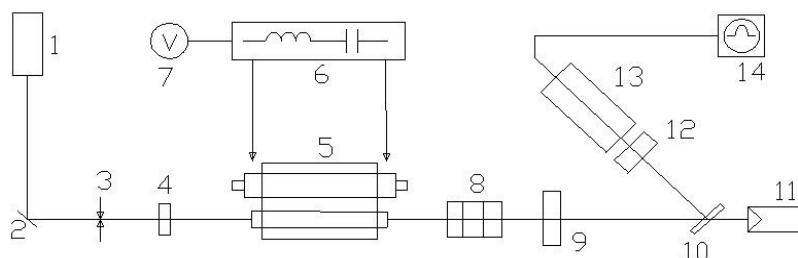


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

1 – He-Ne лазер; 2 – поворотные зеркала; 3 – экран с диафрагмой; 4 – зеркало $R=99\%$ для $\lambda=1,06$ мкм; 5 – оптическая головка; 6 – блок питания лазера; 7 – вольтметр; 8 – кювета с просветляющимся красителем; 9 – выходное зеркало; 10 – стеклянная делительная пластинка; 11 – калориметр ИКТ-1Н; 12 – светофильтр; 13 – фотоэлемент ФК-19; 14 – осциллограф С8-12

Гелий-неоновый лазер использовался для юстировки оптических элементов. Энергия накачки определялась пересчетом показаний вольтметра (7), измерявшего напряжение на накопительном конденсаторе лазера. Энергия генерации измерялась калориметром (11) типа ИКТ-1Н. Форма импульса излучения, регистрируемого коаксиальным фотоэлементом (13) типа ФК-19, наблюдалась на запоминающем осциллографе (14) типа С8-12.

При отборе активных элементов для каждого из исследуемых стержней снималась зависимость энергии генерации от энергии накачки в режиме свободной генерации, то есть при удаленной кювете (8). Были отобраны три активных элемента, у которых генерационные характеристики расходились не более, чем на 20%. Необходимость в отборе активных элементов обусловлена тем, что они при общих резонаторе и модуляторе должны иметь близкие пороги режимов генерации одного и двух импульсов.

Для получения режима модулированной добротности в резонатор устанавливается кювета (8) с красителем 1055 в растворителе АЭВП, с начальным пропусканием 29% на длине волны 1,06 мкм. С целью достижения устойчивости режима генерации моноимпульса, кювета устанавливалась наклонно к оси резонатора.

Определение оптимального коэффициента отражения плоского выходного зеркала осуществлялось путем измерения энергии генерации моноимпульса для различных коэффициентов отражения выходного зеркала. На рис.4 показана зависимость энергии генерации от коэффициента отражения выходного зеркала. На основании этой зависимости для выходного зеркала был выбран коэффициент отражения 39%, что соответствует максимуму кривой на рис. 4.

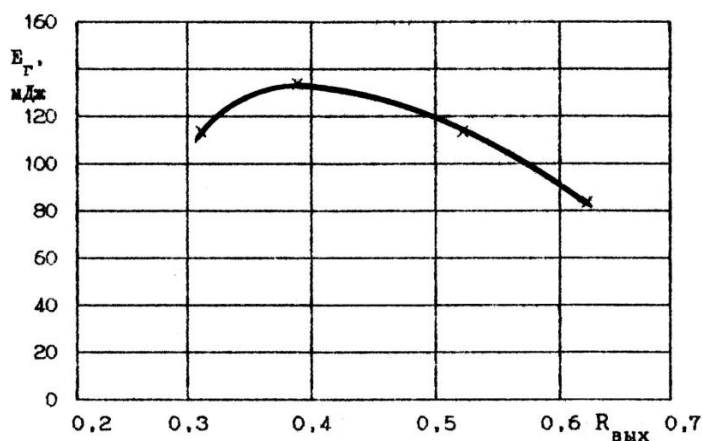


Рис. 4 – Зависимость энергии от коэффициента отражения выходного зеркала резонатора

В результате исследований генерации в режиме модулированной добротности была принята следующая схема относительного расположения элементов лазера. Резонатор был образован плоскими зеркалами с коэффициентами отражения 99% и 39%, расстояние между которыми составляло 31 см. Стержень с параллельными торцами, наклоненными приблизительно на 5 угловых минут к оси стержня, устанавливался так, что его торцы были перпендикулярны оси резонатора. Кювета с красителем устанавливалась со стороны выходного зеркала с наклоном приблизительно 1° к оси резонатора.

Установлено, что время нарастания интенсивности излучения составляет около 22 нс, а ширина импульса на половине высоты равна 12 нс.

Конструкция ОКГ. Основным несущим элементом конструкции должна быть массивная плита из дюралюминия с размерами 425×130×330 мм. Сверху на этой плите размещается оптическая система лазерной установки. Снизу к плите крепятся накопительные конденсаторы, занимающие приблизительно 2/3 объема электрического отсека, блок питания

и панель управления лазерной установки. В плите имеются 9 сквозных отверстий, через которые проходят провода из электрического отсека для питания и зажигания импульсных ламп. Снаружи оптический и электрический отсеки закрыты кожухами, которые крепятся к несущей плите. В верхнем кожухе имеется отверстие с резьбовой заглушкой для вывода излучения. В нижнем кожухе имеется отверстие для доступа к панели управления.

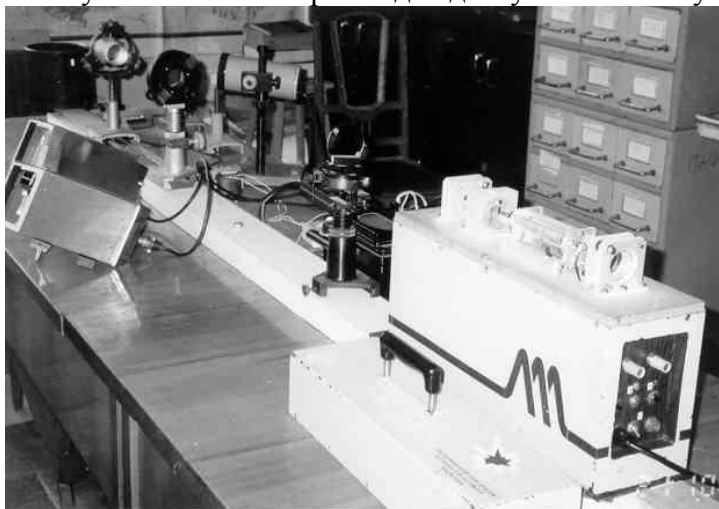


Рисунок 5 – Экспериментальный образец оптического квантового генератора (блок управления)

Внешний вид экспериментального образца оптического квантового генератора показан на рис. 5.

Лабораторное испытание рабочих характеристик экспериментального ОКГ. В табл. 1 приведены результаты измерений пороговой энергии накачки $E_{пор}$, порогового напряжения $U_{пор}$ и энергии генерации $E_{г}$ для трех лазеров. Номер каждого лазера указан на блоке оптических головок. Энергия накачки считалась равной энергии, запасаемой в накопительном конденсаторе. Энергия генерации измерялась калориметром ИКТ-1Н при рабочем напряжении на накопительных конденсаторах 1550 В.

Таблица 1

Пороговая энергия накачки

Параметры	Лазер 1	Лазер 2	Лазер 3
Пороговое напряжение $U_{пор}$, В	1400	1450	1400
Энергия накачки $E_{пор}$, Дж	98	105	98
Энергия генерации $E_{г}$, мДж	180	170	220

Выводы.

Решена проблема введения излучения в оптическое волокно, изготовлен и испытан трехканальный экспериментальный образец ОКГ с электронной коммутацией между каналами, обеспечивающей плавную регулировку задержки срабатывания каналов в диапазоне 0-80 мс. ОКГ работает от сети постоянного тока 12 В или сети переменного тока 220 В. Потребляемая мощность не более 100 Вт. Размеры 425×130×330 мм, вес 13 кг, энергия лазерного излучения в трех каналах ОКГ не менее 450 Дж. Требования технического задания по энергетике ОКГ превышены в 9 раз. Длина волны излучения 1,06 мкм, длительность импульса в канале ОКГ – 12 нс.

Впервые в мировой практике взрывного дела изготовлен экспериментальный образец ОПСИН.

Результаты исследований являются основой для экспериментальной доработки системы в целом и ее опытно-промышленных испытаний.