

Изобретение относится к демонстрационным приборам по физике и электронике и может использоваться в учебном процессе.

Обычно принцип действия лазера изучается с помощью макета. Основными элементами лазера являются: активная среда, система возбуждения активной среды и оптический резонатор [1]. Активная среда преобразовывает энергию системы возбуждения в энергию стимулированного излучения. Оптический открытый резонатор служит для увеличения величины плотности энергии.

Данный макет не дает возможности установить влияние плотности электромагнитного поля в активной среде и инверсной населенности уровней на параметры и характеристики излучения активной среды, т.к. параметры и характеристики излучения не измеряются.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому по совокупности признаков является лабораторный макет [2] для излучения лазера, содержащий активный элемент, размещенный в оптическом резонаторе и подключенный к источнику тока, оптически связанные с резонатором поляризатор излучения лазера, оптическую щель и анализатор спектра лазерного излучения.

Известное устройство не позволяет продемонстрировать зависимость параметров и характеристик стимулированного излучения от плотности электромагнитного поля в активной среде  $\rho$  и инверсной населенности уровней  $\Delta N$ , а также условия существования этого излучения, т.к. в нем отсутствуют элементы, изменяющие  $\rho$  и  $\Delta N$ .

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания лабораторного макета, улучшающего дидактические возможности путем демонстрации влияния плотности электромагнитного поля внутри резонатора и инверсной населенности среды на выходное излучение лазера.

Технический результат может быть достигнут тем, что в лабораторный макет для изучения и демонстрации принципа действия лазера (ОКГ), содержащий активный элемент, размещенный в оптическом резонаторе и подключенный к источнику тока, оптически связанные с резонатором поляризатор излучения лазера, оптическую щель и анализатор спектра лазерного излучения, дополнительно введен оптический фильтр с переменным пространственным поглощением, выполненный с возможностью его ввода в оптический резонатор посредством механизма перемещения, снабженного индикатором поглощения фильтра, а источник тока содержит регулятор и измеритель мощности уровня накачки.

Введение в макет оптического фильтра с переменным пространственным поглощением, выполненного с возможностью его ввода в оптический резонатор посредством механизма перемещения, снабженного индикатором поглощения фильтра, позволяет поглощать часть электромагнитной волны резонатора, а следовательно, влиять на плотность электромагнитного поля. Регулятор и измеритель мощности уровня накачки изменяют населенность возбужденных уровней активной среды, следовательно, и ее инверсную населенность. Демонстрация влияния плотности электромагнитного поля внутри резонатора и инверсной населенности среды на параметры и характеристики выходного излучения улучшает дидактические возможности процесса обучения.

Схематически заявляемый макет изображен на чертеже.

Лабораторный макет содержит приемник 1 лучистой энергии, анализатор 2 спектра лазерного излучения, оптическую щель 3, поляризатор 4 излучения лазера, кроме того в состав макета входит активный элемент 5 лазера (кювета с газом), система 6 возбуждения активного элемента, например преобразователь низковольтного напряжения в высоковольтное. Между источником 6 тока и кюветой с газом 5 включен измеритель 7 уровня накачки, например миллиамперметр, измеряющий силу тока разряда, пропорциональную мощности накачки. Регулировка мощности накачки может быть осуществлена, например, потенциометром 8.

В оптический резонатор 9 между одним из зеркал и активной средой вводят оптический фильтр 10 с изменяющимся пространственным поглощением. Перемещение фильтра в резонатор осуществляется специальным механизмом 11 перемещения, выполненным в виде микрометрического винта. Каждому делению барабана микрометрического винта 11 соответствует определенный коэффициент поглощения излучения.

Макет работает следующим образом. Для получения стимулированного излучения из резонатора 9 ОКГ при помощи механизма 11 выводят оптический фильтр 10 и регулятором 8 мощности накачки, измеряя прибором 7, устанавливают максимальную мощность накачки активной среды. При помощи приборов 1, 2, 3, 4 измеряют параметры и характеристики излучения: спектр, поляризацию, угловую расходимость, когерентность, и, исходя из них, дается заключение о том, что излучение носит стимулированный характер. Затем снимают зависимость интенсивности излучения (стимулированного) 1 от мощности накачки  $M$ .

Величина мощности накачки (от нуля до максимальной) изменяется при помощи регулятора 8 мощности накачки и измеряется с помощью миллиамперметра 7.

Интенсивность стимулированного излучения измеряется при помощи приемника 1.

Экспериментальная кривая может быть аппроксимирована формулой

$$I = \begin{cases} 0 & \text{для } M \leq M_n, \\ K (M - M_n) & \text{для } M > M_n, \end{cases} \quad (1)$$

где  $K$  - коэффициент пропорциональности,

$M_n$  - пороговое значение мощности накачки (тока).

Так как мощность накачки в основном расходуется на возбуждение атомов, то населенность  $N$  уровней пропорциональна ей. Линейная зависимость  $I(M)$  позволяет сделать вывод, что интенсивность стимулированного излучения пропорциональна инверсной населенности рабочих уровней, т.е. подтвердить экспериментально правильность формулы (1). Кроме того, из полученной зависимости следует, что существует пороговый уровень накачки возникновения стимулированного излучения  $M_n$ .

С помощью механизма 11 внутрь резонатора медленно вводится оптический фильтр 10 с изменяющимся коэффициентом поглощения излучения, уменьшая тем самым добротность резонатора, а значит, и объемную плотность излучения  $\rho$ . При фиксированных положениях фильтра в резонаторе по шкале механизма 11 определяют величину коэффициента поглощения излучения  $\alpha$  и измеряют параметры излучения. Необходимо обратить внимание на спектр излучения активной среды ОКГ. Из всех линий спектра излучения только одна

линия изменяет свою интенсивность при введении в резонатор 9 фильтра 10. Эту линию можно классифицировать как линию стимулированного излучения и для нее установить экспериментальным путем зависимости интенсивности от коэффициента поглощения. На этой кривой явственно наблюдается порог появления стимулированного излучения, а зависимость  $\rho \approx \frac{1}{2}$  позволяет сделать вывод, что интенсивность стимулированного излучения  $I \approx \rho$ , т.е. подтвердить выражение (1).

Таким образом, в результате работы макета экспериментальным путем можно установить и продемонстрировать условия существования стимулированного излучения и зависимость интенсивности (и других параметров и характеристик) от  $\rho$ ,  $\Delta N$ , тем самым раскрыть принцип работы лазера.

