

НН₃-лазер

в качестве источника излучения двухчастотного лидара

Б.И.Васильев*, Чо Чен Вхан**

Исследован НН₃-лазер, накачиваемый излучением СО₂-лазера, с пространственным совмещением выходных пучков накачки и генерации. Такой лазер может быть использован в качестве источника излучения для двухчастотного лидара в диапазоне 11–13.5 мкм.

Ключевые слова: НН₃-лазер, двухчастотный лидар, оптическая накачка.

В последнее время все больше внимания уделяется приборам для дистанционного мониторинга окружающей среды. Одним из таких приборов является лидар – лазерное устройство, способное определять концентрацию и состав выброшенных в атмосферу загрязняющих газов [1]. Лидары бывают многочастотными, позволяющими измерять спектры поглощения и рассеяния за один импульс лазерного излучения и двухчастотными. Отличительная особенность последних – наличие опорного излучения на фиксированной частоте, причем спектры поглощения и рассеяния регистрируются за серию импульсов при изменении частоты зондирующего излучения.

Наиболее распространенными являются СО₂-лидары, работающие в спектральном диапазоне 9–11 мкм [2]. Проведенные исследования аммиачного лазера с оптической накачкой излучением СО₂-лазера позволяют создать лидар и в более длинноволновой области спектра 11–13.5 мкм [3–5], где находятся спектры поглощения большинства экологически вредных молекул – фреонов, диоксинов и т. п. Наиболее целесообразно создавать на основе НН₃-лазера двухчастотный лидар, у которого в качестве опорного сигнала используется остаточное излучение накачки [3, 5].

Одной из важных задач, возникающих при разработке двухчастотных лидаров, является пространственное совмещение лазерных пучков двух различных частот. Следует отметить, что при исследовании НН₃-лазеров с лазерной накачкой специально разрабатывались оптические схемы, позволяющие пространственно разделять пучки генерации и накачки, которые распространялись под углом друг к другу. Использование таких схем для двухчастотных лидаров [3] значительно усложняет устройство в целом, т. к. требует разработки оптической системы пространственного сведения пучков лазера накачки и НН₃-лазера во всем спектральном диапазоне генерации. В работе [5] описана оптическая схема излучателя двухчастотного лидара, в которой для сведения пучков использовалось глухое зеркало. Однако при реализации

такой схемы требования к качеству изготовления оптических элементов и точности их юстировки оказываются очень высокими, что особенно нежелательно при создании мобильных приборов.

В данной работе исследуется оптическая схема перестраиваемого НН₃-лазера, в которой совмещение пучков накачки и генерации происходит автоматически для всех длин волн генерации НН₃-лазера.

Оптическая схема лазера приведена на рис. 1. Излучение СО₂-лазера с помощью дифракционной решетки 7 (100 штр./мм) настраивалось на линию 9R(30) (импульсная энергия излучения при этом составляла 2.5 Дж при сечении пучка 3 × 2 см) и направлялось примерно перпендикулярно на решетку 8 (75 штр./мм), из первого порядка которой излучение накачки поступало в кювету (длина активной области 1.8 м), заполненную смесью НН₃:N₂ = 1:20 до давления 10 мм рт. ст. Резонатор НН₃-лазера образован полупрозрачным зеркалом 1 (германиевая пластинка) и глухим зеркалом 2, связанными через нулевой порядок решетки 8. На пути излучения с определенной длиной волны, выходящего из первого порядка решетки 8, перпендикулярно ему ставилось глухое зеркало 3. Перестройка частоты генерации НН₃-лазера осуществлялась поворотом зеркала 3.

В такой схеме была получена генерация на пяти линиях с частотами 853.6 см⁻¹ (переход *aP*(4, 0)), 847.4 см⁻¹ (переход *sP*(6, *k*)), 832.0 см⁻¹ (переход *aP*(5, 3)), 828.0 см⁻¹ (переход *sP*(7, *k*)), 816.8 см⁻¹ (переход *aP*(6, 0)) с им-

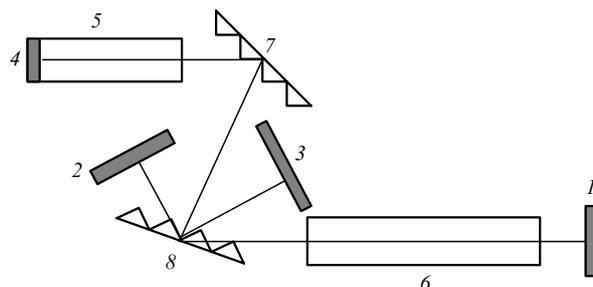


Рис. 1. Оптическая схема перестраиваемого НН₃-лазера для двухчастотного лидара:

1 – выходное зеркало; 2–4 – глухие зеркала; 5 – активный элемент СО₂-лазера; 6 – активный элемент НН₃-лазера; 7 – дифракционная решетка (100 штр./мм); 8 – дифракционная решетка (75 штр./мм).

*Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Россия, 117924 Москва, Ленинский просп., 53

**Metrological Administration, Seoul, South Korea

пульсной энергией 80, 60, 50, 100 и 30 мДж соответственно при фоновой энергии излучения 350 мДж на частоте 1084 см^{-1} . (При проведении измерений излучение накачки отсекалось узкополосным фильтром.) Малая эффективность генерации NH_3 -лазера обусловлена низкой добротностью резонатора. Дальнейшая оптимизация коэффициента отражения зеркала I , давления и состава активной среды лазера, а главное, увеличение энергии накачки позволят расширить спектральный диапазон генерации и значительно увеличить эффективность NH_3 -лазера в диапазоне 11–13.5 мкм.

Таким образом, оптическая схема NH_3 -лазера, в которой во всем спектральном диапазоне генерации из резонатора выходят два совмещенных пучка излучения (CO_2 -лазера с частотой 1084 см^{-1} и NH_3 -лазера с перестраиваемой частотой), может быть использована в качестве источника лазерного излучения двухчастотного лидара в спектральной области 11–13.5 мкм.

1. Межерис Р. *Лазерное дистанционное зондирование* (М., Мир, 1987); Зуев В.В., Зуев В.Е. *Лазерный экологический мониторинг газовых компонентов атмосферы* (Итоги науки и техники. Сер. метрология и климатология. М., ВИНТИ, 1992, т. 20, с. 187); Panne U. *Trends in Analytical Chemistry*, **17**, 491 (1998).
2. Корольков С.Ф., Малявкин Л.П. *Квантовая электроника*, **15**, 212 (1988).
3. Васильев Б.И., Ястребков А.Б. *Изв. РАН. Сер. физич.*, **58**, 202 (1994); Ананьев В.Ю., Васильев Б.И., Желтухин А.А. и др. *Препринт ФИАН № 54* (М., 1998).
4. Баранов В.Ю., Бобков И.В., Дядькин А.П. и др. *Препринт ТРИНИТИ № 0043-А* (Троицк, 1998).
5. Ананьев В.Ю., Васильев Б.И., Лобанов А.Н. и др. *Квантовая электроника*, **30**, 535 (2000).

B.I.Vasil'ev, Cho Cheon Whan. An NH_3 laser as a radiation source for a two-frequency lidar.

Abstract. An NH_3 laser with spatially coincided pump and output beams pumped by a CO_2 laser is studied. This laser can be used as a radiation source for a two-frequency lidar in the range from 11 to 13.5 μm .