



УДК.621.373.826.

**ДВУХВОЛНОВЫЙ ОДНОЧАСТОТНЫЙ He-Ne ЛАЗЕР С
ПОПЕРЕЧНЫМ СВЧ РАЗРЯДОМ.**

З.И.Иманкулов, З.З.Иманкулова, А.Мирбекова.

**DUAL-WAVE SINGLE-FREQUENCY He-Ne LASER WITH
TRANSVERSE MICROWAVE DISCHARGE.**

Z.I.Imankulov, Z.Z.Imankulova, A.Mirbekova.

**ULTRA YUQORI CHASTOTALI RAZRYAD BILAN QO'ZG'ATILGAN
IKKI TOLQINLI BIR CHASTOSATLI He-Ne LAZERI**

Z.I.Imonqulov, Z.Z.Imanqulova, A.Mirbekova.

Аннотация: В настоящей работе исследованы возможности получения мощной одночастотной генерации на длинах волн 0,63 мкм и 1,52 мкм на гелий-неоновой смеси, возбуждаемой поперечным СВЧ разрядом (ПСВЧР) в длинных разрядных трубках. Кроме этого, исследованы шумовые характеристики данного лазера для обеих длин волн λ_1 и λ_2 в диапазоне частот 10 Гц - 20 кГц. Таким образом, проведенные исследования позволили разработать двухволновый одночастотный He-Ne лазер с ПСВЧР на $\lambda_1=0,63$ мм и $\lambda_2=1,52$ мкм с низким уровнем шумов излучения.

Ключевые слова: Лазер, поперечный сверхвысокочастотный разряд, шумы, разрядная трубка, дальномер, разряд постоянного тока.

Abstract: This paper explores the feasibility of achieving high-power single-frequency lasing at wavelengths of 0.63 μm and 1.52 μm using a helium-neon



mixture excited by a transverse microwave discharge (TMD) in long discharge tubes. Furthermore, the noise characteristics of this laser were analyzed for both wavelengths λ_1 and λ_2 in the frequency range of 10 Hz to 20 kHz. Thus, these studies enabled the development of a dual-wavelength, single-frequency He-Ne laser with a TMD at $\lambda_1 = 0.63$ mm and $\lambda_2 = 1.52$ μm , featuring low emission noise.

Keywords: Laser, transverse microwave discharge, noise, discharge tube, rangefinder, DC discharge.

Xulosa: Ushbu maqola ko'ndalang mikroto'lqinli razryad (TMD) bilan qo'zg'atilgan geliy-neon aralashmasi yordamida 0,63 mkm va 1,52 mkm to'lqin uzunliklarida yuqori quvvatli bir chastotali lazerga erishishning maqsadga muvofiqligini o'rganadi. Bundan tashqari, ushbu lazerning shovqin xususiyatlari 10 Gts dan 20 kHz gacha bo'lgan chastota diapazonida λ_1 va λ_2 to'lqin uzunliklari uchun tahlil qilindi. Shunday qilib, bu tadqiqotlar $\lambda_1 = 0,63$ mm va $\lambda_2 = 1,52$ mkm da TMD bilan ikki to'lqin uzunlikdagi, bir chastotali He-Ne lazerini ishlab chiqishga imkon berdi, bu past shovqinli emissiyaga ega.

Kalit so'zlar: Lazer, ko'ndalang mikroto'lqinli razryad, shovqin, razryad trubkasi, masofa o'lchagich, doimiy oqim razryad.

В настоящее время для измерения параметров различных оптических сред используются двух волновые He-Ne лазеры с разрядом постоянного тока (РПТ).

Применение He-Ne лазера на двух длинах волн необходимо в геодезической и геофизической рефрактории для учета средне интегрального значения группового показателя преломления атмосферы в момент измерений, в диагностике плазмы для отдельного определения концентрации заряженных и нейтральных частиц, в доплеровских измерителях двух ортогональных компонент вектора скорости турбулентных потоков, двух волновых светодальномерах и т.п.



Обычно для этих целей используют два независимых лазера, работающих на отдельных длинах волн, что приводит к определенным трудностям в достижении относительной стабильности мощности этих лазеров, а также соосности генерируемых пучков. Двухволновый лазер, использующий одну активную среду способную давать усиление на двух длинах волн и размещенную в одном резонаторе с комбинированными зеркалами, должен значительно снизить требование к стабильности резонатора. Однако, в настоящее время He-Ne лазеры РПТ остаются ещё высоко шумящими [1]. Применение таких лазеров в прецизионных системах, служащих для измерения малых перемещений и флуктуаций фазы, оптических линиях связи, требует дальнейшего улучшения характеристик её основных элементов для повышения точности измерений. Как показали результаты работ [2,3], перспективным в этом направлении является He-Ne лазер, возбуждаемый поперечным СВЧ разрядом (ПСВЧР).

Известно, что He-Ne лазер с ПСВЧР обладает наиболее низким уровнем шумом излучения [3,4], пониженным рабочим напряжением. Кроме того, отсутствие высоковольтного напряжения поджига и улучшенные массогабаритные показатели такого лазера с ПСВЧР дают возможность его в эксплуатации в полевых условиях.

В связи с этим возникает необходимость исследования возможности получения мощной одночастотной генерации на длинах волн 0,63 мкм и 1,52 мкм на гелий-неоновой смеси возбуждаемой ПСВЧР в длинных разрядных трубках.

Исследования проводились на активном элементе из молибденового стекла длиной 960 мм и внутренним диаметром 2,3мм. Возбуждение разряда в смеси He и Ne в трубке обеспечивалось тремя СВЧ автогенераторами на четвертьволновых полосковых линиях, установленных вдоль оси трубки. Резонатор лазера был образован глухим сферическим зеркалом с радиусом



кривизны 2 м. и плоским комбинированным зеркалом с коэффициентом пропускания $\sim 2,0\%$ для обеих длин волн. Длина резонатора составляла 1020 мм и обеспечивало низкий коэффициент отражения на длинах волн 1,15 и 3,39 мкм.

В качестве фотоприемника использовали фотодиод типа ФД-7Г (для измерения мощности лазера ИМО-2Н). Перед фотоприемником установлены узкополосные оптические фильтры для выделения длины волны 0,63 и 1,52 мкм соответственно. Экспериментальная установка для исследования энергетических и спектральных характеристик описана в [3,4].

Оптимизация газовой смеси осуществлялась по отношению давлений He и Ne для получения максимальной мощности в одночастотном режиме с $\lambda_1=0,63$ и 1,52 мкм при постоянной мощности накачки (W_H). Максимальная мощность излучения лазера (W_A) получена при давлении смеси 4,2 мм рт. ст., и соотношении парциальных давлений гелия и неона $P_{He}:P_{Ne}=\chi=6:1$ для $\lambda_1=0,63$ мкм и при давлений смеси 6,3 мм. рт. ст. ($\chi=9:1$) для $\lambda_2=1,52$ мкм при постоянной мощности накачки ($W_H=30$ Вт).

С целью получения одночастотного генерации на 0,63 и 1,52 мкм без применения каких-либо селективирующих элементов в резонаторе [3,5]. Экспериментально исследована зависимость частотного спектра генерации в He-Ne лазера с ПСВЧР от давления смеси газов в разрядной трубке. При повышении давления $\rho \geq 6$ мм. рт. ст. и $\chi \geq 9$ режим генерации из многочастотного переходил в одночастотный для обеих длин волн. Мощность лазера в одночастотном режиме составляет $\sim 80\%$ для $\lambda_1=0,63$ мкм. и $\sim 100\%$ для $\lambda_2=1,52$ мкм от мощности многочастотной генерации. Разрешение частотного спектра генерации и переход к одночастотному режиму получаются благодаря однородному характеру уширения при высоких давлениях газовой смеси [6].



На рис.1. представлены зависимости мощности излучения одночастотного лазера (W_{λ}) от мощности СВЧ накачки (W_{H}) при постоянной давлении смеси $P=6,3$ мм. рт. ст. ($\chi=9$) для длины волны $0,63$ и $1,52$ мкм. Из рис.1. видно, что W_{λ} с увеличением W_{H} для обеих длин волн линейно возрастает. Это, по-видимому, обусловлено тем, что с повышением W_{H} увеличивается концентрация возбужденных частиц на верхнем рабочем уровне Ne . Дальнейшее увеличение W_{H} ограничивалось параметрами транзистора, на котором собиралась схема СВЧ автогенератора.

Исследованы шумовые характеристики данного лазера для обеих длин волн λ_1 и λ_2 в диапазоне частот 10 Гц - 20 кГц (рис.2). При этом рабочий режим лазера выбирали в середине мощностной характеристики. Основным источником шумов в излучениях двух волнового одночастотного He-Ne лазера с ПСВЧР можно считать флуктуации, связанные с пульсациями напряжений

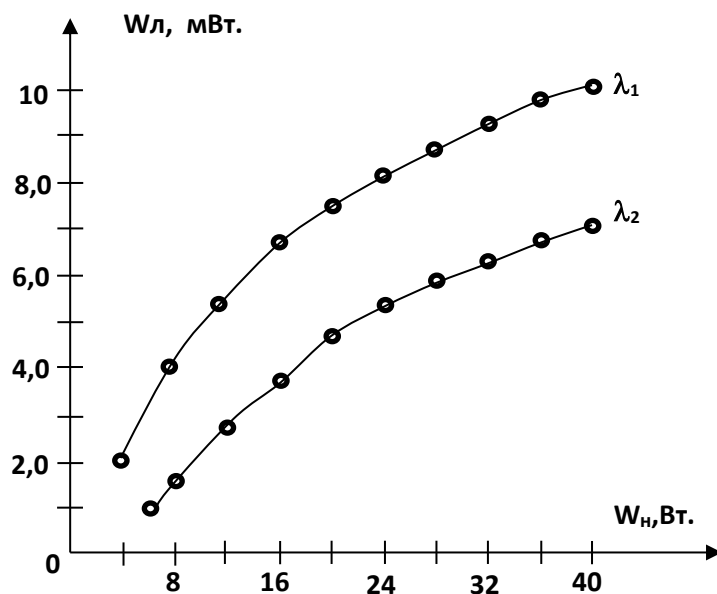


Рис 1. Зависимость мощности излучение (W_{λ}) He-Ne лазера от мощности СВЧ накачки (W_{H}) для длин волн $\lambda_1=0.63$ мкм и $\lambda_2=1.52$ мкм при постоянном давлении смеси газов.

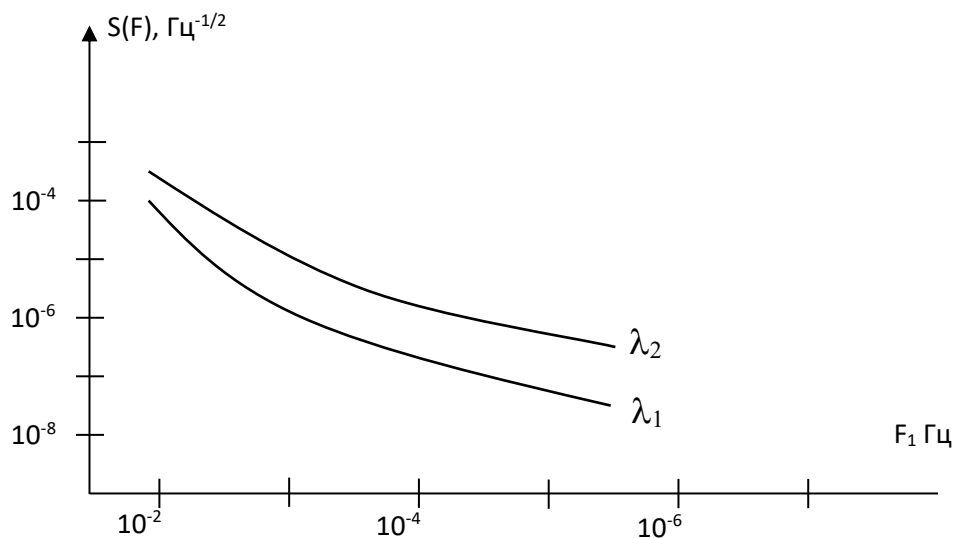


Рис 2. Шумовая характеристика излучения лазера. $\lambda_1=0,63$ мкм, $\lambda_2=1,52$ мкм.
 $W_H=20$ Вт

питания транзисторного СВЧ автогенератора накачки при плохой фильтрации питающего напряжения, акустические шумы, связанные с изменением длины резонатора под действием внешних механических воздействий. Эти шумы появляются в основном в низкочастотной области спектра - от долей до сотен герц.

Результаты исследований показывают, что при использовании ПСВЧР в излучении лазера отсутствуют некоторые виды колебаний, присущие РПТ [1] (реактивные, локальные и страты).

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать двухволновый одночастотный He-Ne лазер с ПСВЧР на $\lambda_1=0,63$ мм и $\lambda_2=1,52$ мкм с низким уровнем шумов излучения. В качестве достоинств описанного лазера можно отметить использование низковольтного питания (12 или 27 В) и простоту управления параметрами излучения лазера. Такие лазеры могут найти успешное применение в медицине, локации, когерентной волоконно-оптической связи и дальнометрии.



Литература

1. В. И. Привалов. Квантовая электроника, 1977г., т.4, №10, с.2035.
2. В. М. Геллер, Ч. И. Гриф, В. А. Хрусталева. Автометрия, 1984, №1, с.35
3. З. И. Иманкулов, М. М. Миринояттов. Журнал прикладной спектроскопии, 1997, т.64, №1, с.116.
4. З. И. Иманкулов, М. М. Миринояттов. Журнал прикладной спектроскопии, 2000, т.67, №1, с. 127.
5. St. St. Cartaleva, S.V. Gateva, G.V. Kolarov. Appl. Phys. B. 1986, v.40B, p.153.

Сведения об авторах:

1. Иманкулов Зокиржон Иманкулович - к.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика и информатика» ЖАГУ. г. Манас, Кыргызская Республика
моб. тел. +996772685869, +996558005095. imankulovz@bk.ru
2. Иманкулова Зухра Закиржановна - преподаватель кафедры. г. Манас, Кыргызская Республика
3. Мирбекова Айназик - магистрант кафедры. г. Манас, Кыргызская Республика