

БИР ЖЫШТЫКТУУ He-Ne ЛАЗЕРИНИ ДҮҮЛҮКТҮРҮҮ ЭФФЕКТТҮҮЛҮГҮН
ДҮҮЛҮКТҮРҮҮЧҮ ӨТӨ ЖОГОРКУ ЖЫШТЫКТАГЫ ГЕНЕРАТОРЛОРДУН
АР ТҮРДҮҮ ИШ РЕЖИМИНДЕ ҮЙРӨНҮҮ.

*Иманкулов Закиржон Иманкулович, .ф.-м.и.к.,
доцент, imankulovz@bk.ru*

*Б.Осмонов атындагы ЖАМУ, Жалал-Абад ш.
Кыргыз Республикасы.*

*Ахмаджанов Тургунали Ахмаджанович, ф.-
м.и.к., доцент, t.akhmadjanov@nuu.uz*

*М.Улугбек атындагы Өзбекстан Улуттук
Университети, Ташкент ш. Өзбекстан
Республикасы.*

Аннотация: Алынган натыйжалар бир жыштыктуу туурасынан өтө жогорку жыштыктагы разряд менен дүүлүктүрүлгөн He-Ne лазеринин дүүлүктүрүү эффектүүлүгү турактуу ток разряды менен дүүлүктүрүлгөн учурга салыштырмалуу бир нече эсе чоң болуп өтө жогорку жыштыктагы генератордун жыштыгы көбөйсө анда лазердин дүүлүктүрүү эффектүүлүгү өсүшү күзөтүлдү.

Ачык сөздөр: бир жыштыктуу, лазер, туурасынан өтө жогорку жыштыктагы разряд, турактуу ток разряды, дүүлүктүрүү эффектүүлүгү.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗБУЖДЕНИЯ ОДНОЧАСТОТНОГО He-Ne ЛАЗЕРА В
РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ СВЧ ГЕНЕРАТОРОВ НАКАЧКИ

*Иманкулов Закиржон Иманкулович, к.ф.-м.н.,
доцент, imankulovz@bk.ru*

*Ахмаджанов Тургунали Ахмаджанович, ф.-
м.и.к., доцент, t.akhmadjanov@nuu.uz*

*ЖАГУ имени Б.Осмонова, г.Жалал-Абад,
Кыргызская Республика*

*Национальный Университет Узбекистана
имени М.Улугбека, г. Ташкент, Республика
Узбекистан.*

Аннотация: Полученные результаты показывают, что эффективность возбуждения одночастотных He-Ne лазеров при возбуждении с ПСВЧР получается несколько раз выше, чем при РПТ с увеличением частоты СВЧ накачки эффективность возбуждения γ также растёт.

Ключевые слова: одночастотный, лазер, поперечный СВЧ разряд, разряд постоянного тока, эффективности возбуждения.

EXCITATION EFFICIENCY OF SINGLE-FREQUENCY He-Ne LASER IN VARIOUS
OPERATING MODES OF MICROWAVE GENERATORS PUMPING

*Imankulov Zakirjon Imankulovich, Associate
Professor, imankulovz@bk.ru*

*Akhmadjanov Turgunali Akhmadjanovich,
Associate Professor, t.akhmadjanov@nuu.uz*

*Jalal-Abad State University named after
B.Osmonov, Jalal-Abad citi, Kyrgyz Republik
National University of Uzbekistan named after M.
Ulugbek, Tashkent, Republic of Uzbekistan*

Abstract: The results obtained show that the excitation efficiency of single-frequency He-Ne lasers upon excitation with transverse microwave discharge is several times higher than with

direct current discharge, with an increase in the microwave pump frequency, the excitation efficiency

Keywords: *single frequency, laser, transverse microwave discharge, direct current discharge, excitation efficiency.*

В последние годы для накачки газовых лазеров все больше используются поперечные ВЧ и СВЧ разряды (ПВЧР и ПСВЧР). Использование ПВЧР и ПСВЧР при создании газовых лазеров позволило отказаться от высоковольтного напряжения для формирования разряда [4] значительно уменьшил шумы излучения [1-3,6-8] и упростил конструкцию и технологию изготовления активного элемента. При этом применение транзисторных СВЧ генераторов накачки на четвертьволновых линиях позволило создать малогабаритный, малошумящий и экономичный He-Ne лазер [1-3].

Несмотря на оптимизацию многих параметров такого лазера, до сих пор мало изучена эффективность накачки (отношение мощности лазерного излучения к мощности СВЧ накачки) в различных режимах работы СВЧ генераторов накачки и не проведено сравнение с эффективностью аналогичного лазера с разрядом постоянного тока (РПТ). Настоящая работа посвящена изучению этого вопроса.

Исследования проводились на одночастотном He-Ne лазере с ПСВЧР описанном в [6]. В разрядной трубке одновременно можно получить РПТ и ПСВЧР. Возбуждение разряда в смеси гелия и неона в трубке обеспечивал СВЧ генератор на четвертьволновых полосковых линиях, установленных на поверхности разрядной трубки по всей ее длине. Частоты СВЧ генератора можно перестраивать в диапазоне частот 80-460 МГц. Разряд постоянного тока получали приложением постоянного напряжения на внутренние электроды разрядной трубки от высоковольтного блока питания. Мощность излучения измеряли при помощи измерителя мощности ИМО-2Н.

Эффективность возбуждения γ определяли по формуле:

$$\gamma = \frac{W_{л}}{W_{н}} \cdot \frac{1}{V}$$

где, $W_{л}$ - мощность лазерного излучения в мВт.

$W_{н}$ - мощность накачки в Ваттах. V - объем активного разрядного участка в см³.

На рис.1 представлены зависимости мощности излучения лазера $W_{л}$ от парциального давления гелия P_{He^3} при постоянной давлении неона $P_{Ne^{22}}$ для ПСВЧР и РПТ. Из рис.1 видно, что зависимость $W_{л}$ от P_{He^3} для ПСВЧР и РПТ имеет экстремальный характер, т.е. с увеличением давления сначала возрастает, достигает максимума, а затем спадает. Максимальная $W_{л}$ получена при давлении смеси

$$\chi = \frac{P_{He^3}}{P_{Ne^{22}}} = 6$$

$P=4,2$ мм рт.ст. и соотношении парциальных давлений гелия и неона для ПСВЧР и $P=2,6$ мм рт.ст. $\chi=6,5$ для РПТ при постоянной мощности накачки 30 Вт. Из полученных результатов видно, что оптимальное давление газовой смеси для получения максимальной мощности излучения при использовании ПСВЧР оказывается выше, чем в случае РПТ.

При повышении давления частотные интервалы между соседними генерирующими частотами увеличивались, а их общее число сокращалось [6]. При давлении $P \geq 6,3$ мм рт.ст, $\chi \geq 9$ для ПСВЧР и $P \geq 6,0$ мм рт.ст, $\chi \geq 15$ для РПТ режим генерации из многочастотного переходил в одночастотный. Разрежение частотного спектра генерации и переход к одночастотному режиму получают благодаря однородному характеру уширения при высоких давлениях газовой смеси. Это происходит вследствие увеличения ширины линии и однородности насыщения с ростом давления из-за пленения излучения [6,8].

Зависимость эффективности возбуждения γ от мощности накачки W_n для ПСВЧР и РПТ представлены на рис.2. Для ПСВЧР эта зависимость получены для трёх фиксированных значению частоты возбуждения СВЧ генератора.

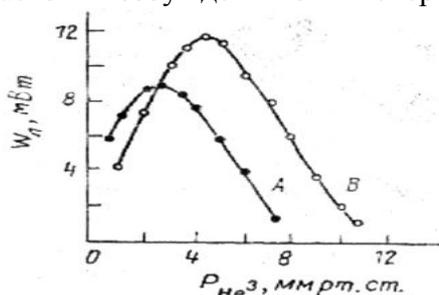


Рис.1. Зависимость мощности излучения лазера (W_l) от парциального давления гелия (P_{He^3}) для РПТ (А) и ПСВЧР (В).

Мощность СВЧ накачки 30 Вт. Частота генератора 300 МГц.

А- $P = 0,4$ мм рт.ст., В- $P = 0,7$ мм рт.ст.

Зависимость γ от W_n для ПСВЧР и РПТ имеет экстремальный характер. Из рис.2 видно, что максимальное значение γ при ПСВЧР несколько раз больше чем РПТ. При ПСВЧР с увеличением частоты возбуждения СВЧ генератора при постоянной мощности накачки W_n эффективность возбуждения растёт почти на 1,5 раза, γ при ПСВЧР получается 2-3 раза выше, чем при РПТ. Это, по-видимому, объясняется тем, что в ПСВЧР средняя электронная температура почти 1,5-2,0 раза выше, чем при РПТ при одинаковых условиях. Данное обстоятельство позволило в [6] перейти к более высоким давлениям смеси газов и получить одночастотный режим излучения в длинных разрядных трубках за счет эффекта само селекции продольных мод.

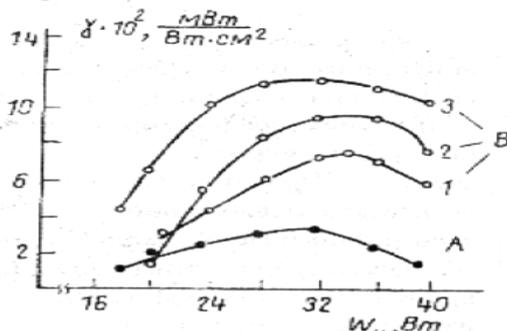


Рис.2. Зависимость эффективности возбуждения γ от мощности накачки (W_n) для РПТ (А) и ПСВЧР (В).

А- $P = 6$ мм рт.ст., $\chi = 15$, В- $P = 6,3$ мм рт.ст., $\chi = 9$.

Частота СВЧ генератора МГц: 1- 80, 2- 300, 3- 460.

Таким образом, полученные результаты показывают, что эффективность возбуждения одночастотных He-Ne лазеров при возбуждении с ПСВЧР получается несколько раз выше, чем при РПТ с увеличением частоты СВЧ накачки эффективность возбуждения γ также растёт.

Литература

1. Юдин В.И. Исследование гелий-неонового ОКГ с выкочастотным разрядом// Квантовая электроника.-1973.-N3.-с.134-135.
2. Геллер В.М., Гриф Г.И., Хрусталеv В.А. Использование газового СВЧ разряда в He-Ne лазерах // Автометрия. -1984.-N1. -с.35-45.
3. Муллер Я.Н. Использование СВЧ газового разряда в ОКГ (обзор)//Известия вузов СССР "Радиоэлектроника".-1979-т.22.-N10-с.55-68.
4. Филд Р. Рабочие параметры гелий-неоновых лазеров с накачкой постоянным током// Приборы для научных исследований.-1967.- т.38.-N12.-с.26-29.

5. Иманкулов З.И., Мириноятв М.М., Соловьев И.А. Характеристики одночастотных He-He и He-Ne лазеров с СВЧ возбуждением // Оптика и спектроскопия. -1987.-т.62.-N6.-с.1346-1350.
6. Иманкулов З.И., Мириноятв М.М. Исследование одночастотного режима генерации в мощном He-Ne лазере с ПСВЧР // ЖПС -1997. -N 1. –с.116-118.
7. Иманкулов З.И., Мириноятв М.М. Шумы излучения одночастотного He-Ne лазера при совместной накачке двумя СВЧ автогенераторами // Автометрия. -2000. -№2. -с.1-5.
8. Сапрыкин Э.Т.,Юдин Р.И.,Атутов С.Н. Самоселекция мод лазера на длине волны 0,63мкм при повышении давления в разрядной трубке //Оптика и спектроскопия.-1973.-т.34.-N4.-с.755-761.