

07; 04

© 1991

ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ГЕЛИЙ-ЕВРОПИЕВЫЙ ЛАЗЕР
ВЫСКОГО ДАВЛЕНИЯ

П.А. Б о х а н, Д.Э. З а к р е в с к и й

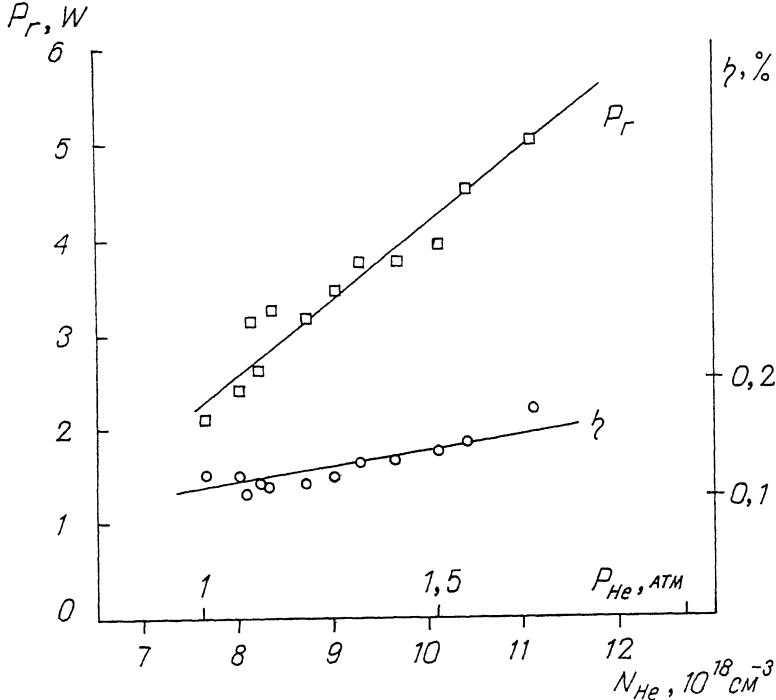
Газовый разряд является одним из наиболее распространенных методов накачки лазеров, в том числе и на парах металлов. В большинстве случаев для них давление парогазовой смеси активной среды не превышает сотни Тор и проблемы с функционированием импульсно-периодического объемного газового разряда не возникает. Однако существуют лазерные среды, которые по своему механизму образования инверсии нуждаются в больших давлениях буферного газа (сотни Тор и выше). Таковыми являются известные рекомбинационные лазеры на парах ионизированных стронция, кальция и столкновительный гелий-европиевый лазер. Для He-Ем II лазера, генерирующего на переходе ${}^7P_4 - {}^7D_5^0$ с $\lambda = 1.0019$ мкм, давление гелия определяет скорость столкновительной релаксации населенности нижнего рабочего состояния и, следовательно, прямо влияет на среднюю мощность генерации. Поэтому, как и для известного лазера на молекулах CO_2 , удельный энергосъем должен увеличиваться с возрастанием давления гелия.

Как известно, существование объемного разряда в плотных газах затруднено и для своего поддержания требует предварительной ионизации газоразрядного объема. Можно предположить, что в смеси буферный газ — пар металла последний, как легкоионизируемая примесь (потенциал ионизации 5–6 эВ), позволит обеспечить равномерную ионизацию и расширить область устойчивого существования объемного разряда в сторону больших давлений буферного газа при высоких уровнях мощности накачки.

Нам неизвестны работы, посвященные возбуждению лазеров на парах металлов импульсно-периодическим продольным газовым разрядом при рабочих давлениях активной среды, равных атмосферному и выше. Поэтому представляет интерес исследование, с одной стороны, возможности функционирования импульсно-периодического объемного газового разряда высокого давления в смеси гелия с паром металла при высоком уровне средней мощности накачки, и, с другой, генерации в лазере на парах ионизированного европия, при возбуждении таким разрядом.

Методика эксперимента, конструкция лазера и источник питания подробно описаны в [1].

Эксперименты проводились с газоразрядной трубкой с внутренним диаметром 27 мм и длиной 250 мм. Типичные параметры накачки при разрядной емкости 9.4 нФ: напряжение на выпрямителе до 6 кВ,



Зависимость средней мощности генерации (P_r) и коэффициента полезного действия (η) от концентрации гелия (N_{He}).

разрядный ток до 300 А, длительность импульсов тока на полувысоте 400 нс.

Ранее в [1] показано, что зависимости средней мощности генерации (P_r), коэффициента полезного действия ($\eta = \frac{P_r}{P} \cdot 100\%$, где P - потребляемая мощность от выпрямителя) от концентрации буферного газа - гелия (N_{He}) имеет монотонно-возрастающий характер, вплоть до давления гелия $P_{He} = 1$ атм.

На рисунке представлены аналогичные зависимости при $P_{He} > 1$ атм. Видно, что их характер не изменился. Повышение давления гелия приводит к увеличению мощности генерации и сопровождается ростом коэффициента полезного действия, причем P_r и η растут пропорционально N_{He} . Это можно объяснить тем, что с увеличением концентрации гелия, во-первых, возрастает скорость релаксации нижнего лазерного уровня - метастабильного состояния $E_{u^+}(a^7 D^0)$, во-вторых, увеличивается сопротивление газоразрядного объема, улучшается согласование нагрузки и источника питания.

С ростом P_{He} возрастает оптимальное напряжение на газоразрядной трубке (соответствующее максимуму P_r) при практически постоянном разрядном токе.

При внутреннем диаметре трубки 27 мм световая апертура когерентного излучения во всем исследованном диапазоне давлений составляла 25–26 мм при практически равномерном распределении интенсивности в пятне. Из этого следует то, что на данном поперечном размере существует однородная фаза объемного разряда с сохранением необходимых условий получения инверсии населенностей, в частности, достаточно высокий уровень электронной температуры.

Таким образом показано:

1. В системе буферный газ – пар металла возможен объемный импульсно–периодический разряд при давлениях вплоть до 2 атм, с сохранением условий, необходимых для получения генерации в таких смесях. Погонная мощность, вкладываемая в разряд, составила 16 кВт/м в трубке с диаметром 27 мм.

2. В лазере на парах ионизированного европия средняя мощность генерации и коэффициент полезного действия растут пропорционально концентрации гелия, по крайней мере, до давлений $P_{He} = 2$ атм.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] В о к х а н Р.А., З а к р е в с к у Д.Е. // Optical and Quantum Electronics. 1991. V. 23. P. S513-S522.

Поступило в Редакцию
10 ноября 1991 г.