

02; 07

© 1992

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ  
КСЕНОНОВОГО ЛАЗЕРА С ЯДЕРНОЙ НАКАЧКОЙЭ.П. Магда, К.Ф. Гребенкин,  
В.А. Крыжановский, А.В. Бочков,  
С.Л. Мухин

В последние годы большой интерес вызывают лазеры с ядерной накачкой на  $5d-6p$  переходах атома ксенона, работающие в диапазоне длин волн  $1.7-3.5$  мкм [1]. Лазеры этого типа имеют рекордно низкое значение пороговой мощности накачки — до  $0.01$  Вт/см [2] и высокий КПД — до  $2-3\%$  [1]. Наилучшие лазерные характеристики были получены в смесях  $Ar-Xe$  и  $He-Ar-Xe$ , исследовались и другие среды, например,  $He-Xe$ ,  $Ne-Xe$ ,  $Kr-Xe$ .

Кинетика ксеноновых лазеров высокого давления сложна и до настоящего времени нет полной ясности в вопросе о том, как происходит формирование инверсии в этих системах. Например, недавно было обнаружено [3], что при высоких значениях энерговклада в активную среду ( $\xi > 0.1$  Дж/см<sup>3</sup>) происходит резкое ухудшение параметров генерации, вплоть до ее прекращения. При этом длительность лазерного импульса сокращается и срыв генерации наблюдался даже в момент, когда мощность накачки близка к максимуму. Аналогичные результаты были получены недавно при пучковой накачке  $Ar-Xe$  лазера [4]. Вопрос о причинах перегрева и допустимом энерговкладе в активную среду ксенонового лазера имеет важное значение, поскольку именно этот фактор определяет возможный уровень удельного энергосъема лазерного излучения.

Цель данной работы состоит в том, чтобы выяснить произойдет ли ухудшение параметров ксеноновых лазеров с ядерной накачкой, если произвести предварительный нагрев активной среды. Аналогичные измерения были проведены недавно для ксенонового лазера с накачкой наносекундным электронным пучком [6].

Экспериментальные исследования выполнялись на импульсном ядерном реакторе, обеспечивающем поток тепловых нейтронов в зоне размещения кюветы порядка  $10^{17}$  т.н./см<sup>2</sup> при длительности импульса до  $0.4$  мс. Расстояние между зеркалами резонатора составляло  $125$  см, диаметр лазерной кюветы —  $2.8$  см, эффективный возбуждаемый объем около  $200$  см<sup>3</sup>. Применялись диэлектрические зеркала. Глухое зеркало имело радиус кривизны  $12$  м и коэффициент отражения  $99.5\%$ , выходное зеркало — плоское, его коэффициент отражения составлял  $95\%$ .

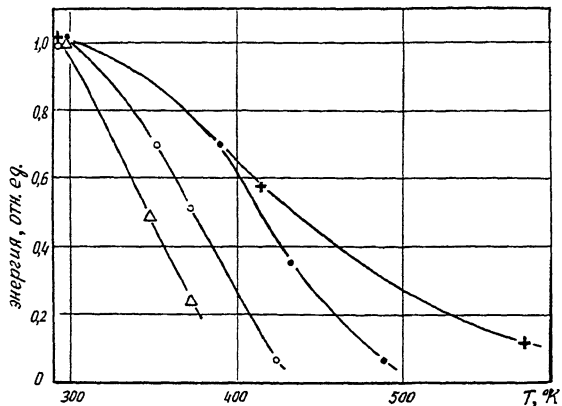


Рис. 1. Зависимость энергии лазерного излучения от начальной температуры активной среды. Длина волны 1.73 мкм. (Δ - He-Xe (400:1), ○ - He-Ar-Xe (2000:2000:1), + - He-Ar-Xe (200:200:1), ● - Ar-Xe (200:1)).

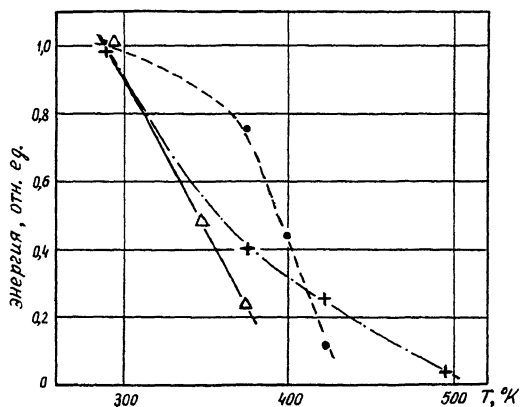


Рис. 2. Зависимость энергии лазерного излучения от начальной температуры активной среды He-Xe лазера. Длина волны: Δ - 1.73 мкм, + - 2.03 мкм, ● - 2.6 мкм.

На рис. 1 представлены температурные зависимости энергии лазерного излучения на длине волны 1.73 мкм для различных составов активных сред. Наиболее сильная зависимость наблюдается для He-Xe (400:1) смеси. На этом основании можно сделать вывод, что причиной наблюдаемого эффекта не являются оптические неоднородности, поскольку для гелиевых сред оптические эффекты должны быть минимальными.

На рис. 2 показана зависимость энергии лазерного излучения от температуры при генерации в He-Xe среде. Получение лазерной генерации на разных длинах волн производилось в данном случае путем соответствующего подбора спектральных параметров зеркал резонатора.

В экспериментах наблюдалась существенная зависимость температурных эффектов от длины волны генерации. Частично это можно объяснить тем, что вероятности спонтанного распада на этих переходах отличаются [2]. Например, переход с длиной волны 1.73 мкм имеет наименьшее значение вероятности спонтанного распада и для него зависимость от температуры оказалась наиболее сильной. Однако для перехода с длиной волны 2.6 мкм, имеющего промежуточное значение вероятности распада, температурная зависимость оказалась более слабой, причем сам характер этой зависимости оказался отличным от других рассмотренных случаев – при температуре ~370 К на ней наблюдается довольно отчетливый излом. Последнее обстоятельство может быть связано с тем, что в экспериментах не проводилась селекция линий 2.63 и 2.65 мкм.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что нагрев активной среды ксенонового лазера с ядерной накачкой приводит к сильному ухудшению его параметров. Характерное значение начальной температуры, при которой происходит значительное снижение параметров лазера составляет 400–500 К для He-Ag-Xe среды и 350–400 К для He-Xe среды. Наиболее вероятной причиной деградации ксенонового лазера при повышении температуры активной среды является изменение кинетики формирования инверсии. Ранее были рассмотрены некоторые процессы, которые могут привести к наблюдаемому эффекту [5, 6]. Для выяснения основной причины перегрева активной среды необходимо проведение дополнительных исследований.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Воинов А.М., Довбыш Л.Е., Кривоносов В.Н. и др. // ДАН СССР. 1979. Т. 245. № 1. С.80–83
- [2] Воинов А.М., Зобнин В.Г., Конак А.И. и др. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 3. С. 34.
- [3] Alford W.J., Hayes G.N. // J. Appl. Phys. 1989. V. 65(10). P. 3760.
- [4] Patterson E.L., Samlin G.E., Brannon P.J., Hurst M.J. // IEEE J. of Quantum Electronics. 1990. V. 26. N 9. P. 1661–1667.
- [5] Ohwa M., Kushner M. // ibid. P. 1639–1646.
- [6] Тарасенко В.Ф., Феденев А.В. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 15. С. 28–33.

Поступило в Редакцию  
10 февраля 1992 г.