

ИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕР С ЧАСТОТОЙ
ПОВТОРЕНИЯ 10 кГц НА ПАРАХ МЕДИ

А. А. Исаев, М. А. Казарян и Г. Г. Петраш

С лазером на парах меди при частоте следования импульсов возбуждения 10 кГц получена средняя мощность генерации 2.4 Вт, что соответствует пиковой мощности 48 кВт и удельной пиковой мощности 1.4 кВт/см³.

Лазеры на переходах с резонансного на метастабильные уровни в атомах обладают рядом принципиальных преимуществ, позволяющих рассчитывать на получение высокоэффективной генерации в видимой области спектра. Наиболее перспективным в настоящее время представляется лазер на парах меди [1, 2]. Проведенные нами эксперименты показали [3], что этот лазер может работать с высокой удельной мощностью генерации 0.5 кВт/см³ при частоте повторения 2.5 кГц. Однако эти опыты были проведены в трубках малого активного объема ~ 1 см³. Представляло интерес выяснить, возможно ли значительное увеличение активного объема и частоты повторения импульсов без уменьшения удельной мощности генерации.

Для получения генерации и сверхсветимости в парах меди использовались алуноводные трубки длиной 70 см и внутренним диаметром 0.8 см. Медь закладывалась кусочками по всей длине разрядной трубки. Импульсный разряд в трубке возбуждался с помощью разряда емкости через тиратрон. В некоторых случаях применялся импульсный кабельный трансформатор (ИКТ) [4]. Так как окна и электроды находились при комнатной температуре, то использовались инертные буферные газы при давлении, обычно, 5–20 тор. Резонатор состоял из одного диэлектрического зеркала с радиусом кривизны 2 м и плоской стеклянной подложки. Временные характеристики стимулированного излучения регистрировались с помощью коаксиального фотоэлемента и осциллографа И2-7. Средняя мощность излучения измерялась градуированным термостолбиком после последовательных отражений от трех кварцевых пластин. Коэффициент отражения пластин для данной длины волны вычислялся с помощью формул Френеля.

В наших экспериментах наблюдались две линии генерации и сверхсветимости 5106 и 5782 Å, полученные ранее в [1]. С ростом температуры сначала появляется генерация на зеленой линии меди, а затем и на желтой. Импульсы генерации на линиях меди имеют сложную форму. Их вид и длительность зависят от температуры трубки, напряжения на трубке, частоты следования импульсов возбуждения, давления буферного газа. Было замечено, что генерация на линии 5782 Å отстает по времени от генерации на линии 5106 Å. Временная задержка может достигать десятка нсек. и уменьшается с ростом температуры и напряжения на трубке. Длительность импульсов генерации в наших условиях изменялась от нескольких десятков нсек. до нескольких нсек. На рис. 1. приведены осциллограммы импульсов генерации на зеленой линии меди при различных напряжениях на рабочем конденсаторе в случае возбуждения трубки без ИКТ. Частота следования импульсов 5 кГц. Из осциллограмм видно, что с ростом напряжения форма импульса изменяется, а его длительность сокращается. На самой нижней осциллограмме приведен импульс для жел-

той линии. Видно, что максимум мощности для желтой линии достигается в тот момент, когда для зеленой линии наблюдается спад мощности.

На рис. 2. приведены осциллограммы импульсов генерации на зеленой линии меди в зависимости от частоты следования импульсов при одной и той же температуре трубки. Как видно из рис. 2, пиковая мощность гене-

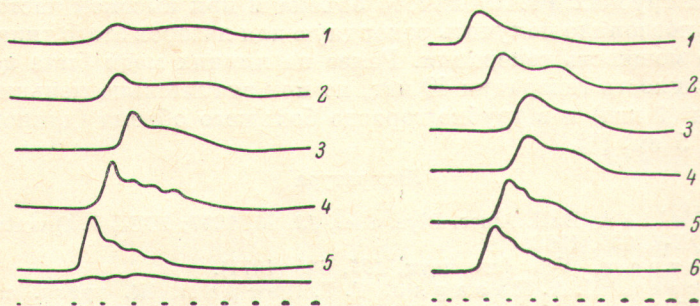


Рис. 1. Осциллограммы импульсов генерации на линиях меди при различных напряжениях на рабочем конденсаторе.

Напряжение, кв: 1 — 12, 2 — 14, 3 — 16, 4 — 18, 5 — 20. Частота повторения импульсов 5 кГц. Питание трубки без ИКТ. Метки времени 10 нсек.

Рис. 2. Осциллограммы импульсов генерации на линии 5106 Å атома меди в зависимости от частоты следования импульсов возбуждения при постоянной температуре трубки.

Частота следования импульсов возбуждения, кГц: 1 — 5, 2 — 3.5, 3 — 2, 4 — 1.25, 5 — 0.6, 6 — 0.2; напряжение на рабочей емкости, кв: 1 — 12, 2 — 12.5, 3 — 13, 4 — 14, 5 — 14.5, 6 — 15. Питание без ИКТ. Метки времени 10 нсек.

рации почти не зависит от частоты следования. Небольшое изменение формы и амплитуды импульсов, видимо, связано с изменением рабочего напряжения на трубке, которое растет с уменьшением частоты следования импульсов.

При питании трубки с помощью ИКТ происходит значительное сокращение длительности импульсов генерации. На рис. 3. приведены осциллограммы импульсов генерации, полученные для обоих способов возбуждения в сходных условиях. Видно, что в случае питания трубки с помощью ИКТ длительность импульса сокращается в 4÷5 раз.

Максимальная средняя мощность в случае питания трубки без ИКТ при частоте следования импульсов возбуждения 5 кГц, напряжении на емкости 20 кв составляла 1 вт на зеленой линии и 0.3 вт на желтой линии. При вычислении пиковой мощности форму импульса генерации можно считать треугольной с длительностью соответственно 15 и 20 нсек. для зеленой и желтой линий. Тогда пиковая мощность будет равна 13 квт на зеленой линии и 3 квт на желтой линии. При повышении частоты следования импульсов до 10 кГц и при напряжении на рабочей емкости 15 кв максимальная средняя мощность генерации на обеих линиях увеличилась до 2.2 вт.

При питании трубки с помощью ИКТ, частоте повторения импульсов 10 кГц, напряжении на емкости 20 кв максимальная средняя мощность генерации на обеих линиях была 2.4 вт. Длительность импульса генерации при этом 5 нсек. Это соответствует пиковой мощности 48 квт. Значительная часть мощности была сосредоточена в зеленой линии. Удельная



Рис. 3. Осциллограммы импульсов генерации на линии меди 5106 Å в случае возбуждения трубки без ИКТ (а) и с помощью ИКТ (б).

Напряжение на рабочей емкости 18 кв, частота следования 5 кГц. Метки времени 10 нсек.

пиковая мощность в этом случае равна 1.4 кВт/см^3 , что является рекордной величиной для всех газоразрядных лазеров на переходах в атомах и ионах.

Таким образом, результат данной работы показывает, что импульсная генерация на линиях меди может быть получена при большой удельной мощности в трубках значительного объема и при высокой частоте повторения. Это позволило получить рекордную для лазеров этого типа пиковую и среднюю мощность генерации. Ранее на линиях меди была достигнута пиковая мощность генерации 40 кВт, но при значительно меньшей частоте повторения (1 кГц) и в трубке гораздо большего объема (длиной 80 см и диаметром 5 см) [1].

Литература

- [1] W. T. Walter. Bull. Amer. Phys. Soc., 12, 90, 1967; IEEE J. Quantum Electronics, QE-4, 335, 1968.
- [2] Г. Г. Петраш. Усп. физ. наук, 105, 645 (1971).
- [3] А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш. Ж. прикл. спектр., 18, 495, 1973.
- [4] А. С. Насибов, А. А. Исаев, В. М. Каслин, Г. Г. Петраш. ПТЭ, № 4, 232, 1967.

Поступило в Редакцию 16 мая 1972 г.