

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА НА ОБЛАСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ В РАЗРЯДЕ

Ю. Г. Захаренко

С целью оптимизации параметров He—Ne лазера изучалось влияние давления газа на область существования релаксационных колебаний при различных диаметрах и длинах разрядных промежутков. Увеличение давления, диаметра разрядного промежутка ведет к уменьшению области существования релаксационных колебаний.

К настоящему времени опубликован ряд работ [1-5], посвященных исследованию влияния релаксационных колебаний на мощность излучения He—Ne лазера с $\lambda=0.63$ мкм и параметры разряда. Поскольку эти колебания могут в несколько раз превышать постоянный ток разряда, то естественно они могут вызывать срыв или обуславливать колебательный

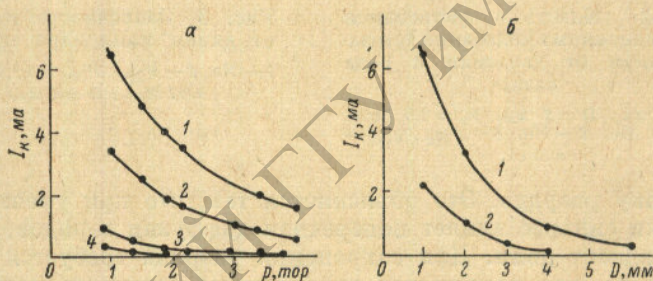


Рис. 1.

а — зависимость тока I_k от давления гелия для различных диаметров разрядных промежутков. Длина капилляра $l=200$ мм. 1 — $D=1$ мм; 2 — $D=2$ мм; $R_0=1.5$ Мом. 3 — $D=4$ мм; 4 — $D=6$ мм; $R_0=5.6$ Мом. б — зависимость I_k от диаметра разрядного промежутка для различных давлений гелия. 1 — $p=1$; 2 — $p=3$ тор.

режим, вызывать «жесткий» режим возбуждения He—Ne лазера [3-5]. По мере уменьшения габаритов лазера уменьшается диаметр разрядного промежутка и область существования релаксационных колебаний может совпадать с областью генерации. Среди прочих задач возникает необходимость исследовать связь между давлением газа и параметрами релаксационных колебаний.

Целью настоящей работы является изучение влияния давления газа и смеси газов на область существования релаксационных колебаний по току разряда при различных диаметрах и длинах разрядных трубок He—Ne лазера.

Исследования проводились на газоразрядных трубках с холодным молибденовым катодом диаметрами 1, 2, 4, 6, 8 мм, которые наполнялись газами He и Ne, а также их смесью.

Блок-схема экспериментальной установки аналогична [2, 4]. Возбуждение разряда осуществлялось от стабилизированного источника питания. Балластное сопротивление включалось непосредственно у анода

трубки, чтобы исключить влияние емкости провода [4, 5], идущего от блока питания. Одновременно наблюдались колебания тока и свечения разряда. Точковый сигнал снимался с сопротивления $R=100$ ом, включенного в катодный провод. Для регистрации колебаний свечения с боковой стороны разрядной трубки был установлен фотоумножитель ФЭУ-28. Ток разряда контролировался амперметром М1104. Сигнал с фотоумножителя и сопротивления поступал на осциллограф С1-19. Снимались кривые зависимости тока разряда I_k , при котором амплитуда релаксационных колебаний становится равной нулю, от давления газа. На рис. 1, а приведены кривые для различных диаметров разрядных трубок. Зависимость тока I_k от диаметра трубки приведена на рис. 1, б. Как видно из рис. 1, рост диаметра трубки уменьшает область существования коле-

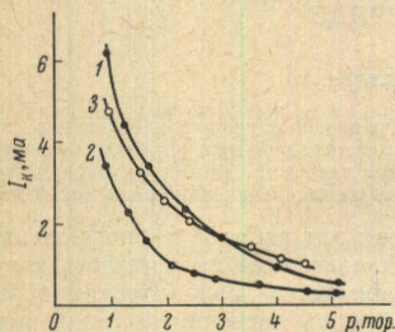


Рис. 2. Область существования релаксационных колебаний I_k в зависимости от давления и рода газа.

$l=200$ мм, $D=2$ мм, $R_0=2,5$ Мом,
1 — газ He; 2 — Ne; 3 — $p_{He}:p_{Ne}=5:1$.

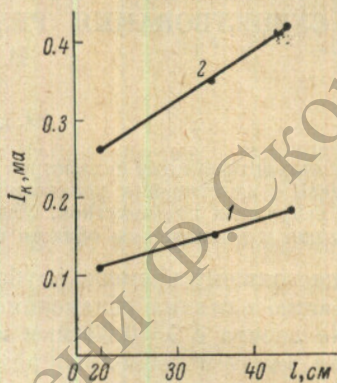


Рис. 3. Зависимость тока I_k от длины капилляра трубки.

1 — Ne; 2 — $p_{He}:p_{Ne}=10:1$; $R_0=17$ Мом; $D=8$ мм.

баний по току разряда. Это объясняется тем, что при уменьшении диаметра трубки сильнее влияет поперечная диффузия зарядов, растет продольный градиент поля. Для сохранения разряда требуется увеличение эмиссии катода, что достигается увеличением катодного падения потенциала. По-видимому, рост продольного градиента поля и катодного падения приводят к большой крутизне вольтамперной характеристики разряда. Крутизна падающей вольтамперной характеристики и обуславливает область существования релаксационных колебаний по току разряда [4].

Чем больше атомный вес газа и больше его давление, тем меньше катодное падение потенциала для молибденового катода [6]. Так как катодное падение потенциала возрастает с увеличением средней энергии, необходимой для образования одной пары ионов в газе, то с ростом атомного веса величина катодного падения падает. На рис. 2 представлены кривые, подтверждающие зависимость области существования релаксационных колебаний от катодного падения потенциала при постоянных параметрах внешней цепи. Чем больше соотношение $p_{He}:p_{Ne}$, тем выше идет кривая. Следует отметить, что взаимное расположение хода кривых от рода и давления газа зависит от внешних параметров. Увеличение емкости проводов поднимает кривую зависимости $I_k=f(p)$ для смеси газов He и Ne над кривой для чистого гелия.

Проведенные исследования зависимости колебаний от длины разрядной трубки (рис. 3) показали, что с ростом длины трубки растет область существования колебаний. Это связано с увеличением крутизны вольтамперной характеристики.

Все измерения тока I_k , при котором исчезали релаксационные колебания, проводились в одну сторону по току разряда, чтобы исключить

влияние гистерезиса и увеличения тока разряда при измерении [2]. Для уменьшения влияния температуры газа на область существования колебаний трубка перед измерением прогревалась.

Таким образом, область существования релаксационных колебаний (при фиксированных параметрах цепи) зависит от давления, рода газа, диаметра и длины разрядного промежутка. Увеличение давления, атомного веса газа и диаметра трубки ведет к уменьшению области существования колебаний, а следовательно, и понижению порога накачки He—Ne лазера. Увеличение длины разрядного промежутка вызывает обратный эффект. Указанные зависимости обусловлены зависимостью крутизны вольтамперной характеристики от перечисленных параметров.

Автор благодарит В. Е. Привалова за полезное обсуждение.

Литература

- [1] А. А. Зайцев, В. Ф. Махров, И. А. Савченко, Б. Н. Швилкин. ЖТФ, 39, 764, 1969.
- [2] Ю. Г. Захаренко, В. Е. Привалов. Опт. и спектр., 27, 821, 1969.
- [3] Ю. Г. Захаренко, В. Е. Привалов. Электрон. техн. Тр. конф. по электрон. техн., ГРП, 2 (18), 30, 1970.
- [4] Ю. Г. Захаренко, В. Е. Привалов. Опт. и спектр., 29, 236, 1970.
- [5] Е. Н. Покровский, В. А. Чернышев. Электрон. техн., сер. 1, № 8, 40, 1970.
- [6] А. Энгель. Ионизованные газы. Физматгиз, М., 1959.

Поступило в Редакцию 28 октября 1970 г.

346220

