УДК 539.196.5

В. Д. КОСЫНКИН, Н. А. ГЕНЕРАЛОВ

# КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В СИСТЕМАХ $I_2$—He И $I_2$—Ar

Экспериментальные исследования процессов колебательной релаксации двухатомных молекул проведены при условии адиабатичности столкновений, т. е. при $\omega\tau_{ст}$, $\gg 1$, где $\omega$ — колебательная частота молекул, а $\tau_{ст}$ — время столкновения молекулы с налетающей частицей. В этих условиях ход температурной зависимости времени колебательной релаксации достаточно хорошо описывается теорией Ландау—Теллера [1]. В области $\omega\tau_{ст} \lesssim 1$, т. е. при неадиабатических столкновениях, экспериментальные результаты отсутствуют.

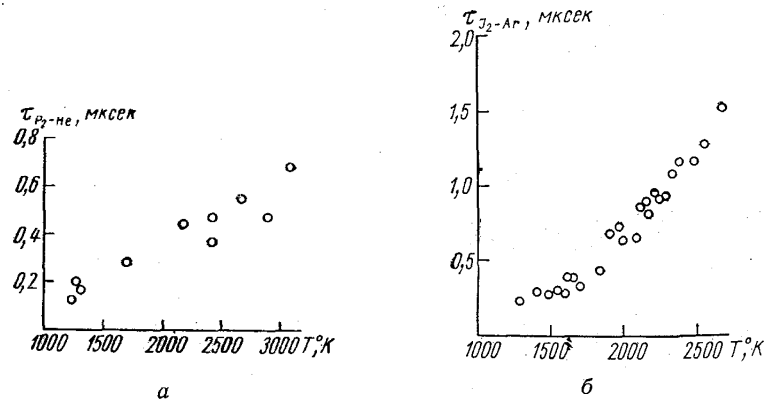


Рис. 1. Зависимость времени колебательной релаксации $I_2$ от температуры при $p_2=1$ *атм*, *а* — для системы $I_2$—He, *б* — для системы $I_2$—Ar

Настоящая работа посвящена экспериментальному изучению температурной зависимости времени колебательной релаксации иода в смеси с гелием и аргоном, когда выполняется неравенство $\omega\tau_{ст} < 1$. Исследование проводилось на ударной трубе с использованием метода абсорбционной спектроскопии в видимой области спектра; в эксперименте регистрировалось распределение поглощательной способности молекул $I_2$ за фронтом ударной волны одновременно в трех областях спектра $\lambda=5206$ Å, $\lambda=5462$ Å и $\lambda=5875$ Å.

Из полученных осциллограмм находилось распределение во времени плотности газа и его колебательной температуры, что давало возможность определить время колебательной релаксации иода $\tau_{эфф}$. Изучение проводилось в смесях следующего состава: (15%—50%) $I_2$+(85—50%)M, где M=He, Ar.

Предполагая справедливым соотношение

$$\frac{1}{\tau_{эфф}} = \frac{x}{\tau_{I_2-I_2}} + \frac{1-x}{\tau_{I_2-м}}, \qquad (1)$$

можно найти величину $\tau_{I_2-м}$, поскольку в этих условиях известно $\tau_{I_2-I_2}$. Поступательная температура газа вычислялась из уравнения состояния и закона сохранения потока импульса при использовании экспериментальных значений плотности $\rho$ и скорости ударной волны $u_1$.

Полученные времена колебательной релаксации $\tau_{I_2-He}$ и $\tau_{I_2-Ar}$ представлены на рис. 1, где по оси абсцисс отложены значения локальной поступательной температуры. Все $\tau$ приведены к давлению, равному 1 атмосфере. Из рассмотрения этого рисунка видно, что $\tau_{I_2-He}$ и $\tau_{I_2-Ar}$ во всем диапазоне температур $T = 1000-3000$°K с ростом температуры не падают, как это имеет место при $\omega\tau_{ст} > 1$, а наоборот, возрастают, причем для $\tau_{I_2-Ar}$ наблюдается более сильная температурная зависимость, чем для $\tau_{I_2-He}$.

В указанном выше интервале температур для системы $I_2$ — He выполняется неравенство $\omega\tau_{ст} \ll 1$, а для $I_2$ — Ar $\omega\tau_{ст} \lesssim 1$. Рядом авторов [2, 3, 4] проведены теоретические рассмотрения колебательной релаксации иода в смеси с гелием. Оказалось, что $\tau_{I_2-He} \sim T^{1/2}$, тогда как экспериментальные результаты для $\tau_{I_2-He}$ пропорциональны $T^{3/2}$. Рассчитанные значения времени колебательной релаксации по абсолютной величине на порядок меньше

измеренных. Следует отметить, что развитая в настоящее время теория для $I_2$ — Ar вообще не применима, так как $\omega\tau_{ст}$ лишь немного меньше единицы.

Если положить, что молекула представляет собой гармонический осциллятор, то с помощью соотношения

$$\tau = \frac{1}{P_{10}\, z\,(1 - e^{-\frac{\theta}{T}})} \qquad (2)$$

(где $z$ — частота столкновений частиц, $\theta$ — характеристическая колебательная температура — для $I_2 = 309°$ К) из полученных нетрудно найти вероятность дезактивации первого колебательного уровня молекулы при одном столкновении $p_{10}$. Результаты расчета

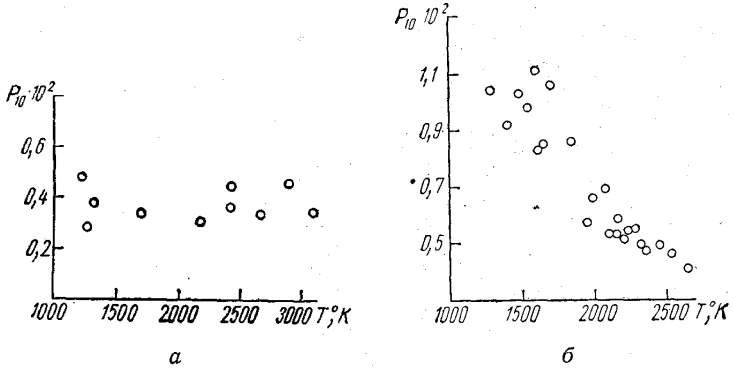


Рис. 2. Зависимость вероятности дезактивации первого колебательного уровня молекул $I_2$ от температуры, *а* — при столкновении $I_2$ с He, *б* — при столкновении $I_2$ с Ar

$p_{10}$ по формуле (2) для систем $I_2$—He и $I_2$—Ar представлены на рис. 2. В изученном интервале температур величина $p_{10}$ для столкновений $I_2$—He в пределах ошибки измерения остается постоянной, тогда как для системы $I_2$—Ar с ростом температуры она уменьшается.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Е. В. Ступоченко и А. И. Осипову за обсуждение полученных результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Landay L. D., Teller E. Phys. Z. Sow., **10**, 34, 1936.
2. Сафарян М. Н., Ступоченко Е. В. «Прикл. мех. и техн. физ.», № 1, 93, 1965
3. Осипов А. И. ДАН СССР, **143**, 1392, 1962.
4. Иванов Г. К., Саясов Ю. С. ДАН СССР, **154**, № 6, 1964.

Поступила в редакцию
10. 11 1966 г.

Кафедра
молекулярной физики

---

УДК 621.396.22

**Л. Ф. КИСЕЛЕВА, О. А. КУРДЮМОВ, И. И. МИНАКОВА**

# РЕАКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МНОГОКОНТУРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Последние годы, в связи с применением для стабилизации частоты генераторов СВЧ дополнительных добротных резонаторов, была достаточно подробно развита теория автономных режимов двух- [1] и трехконтурных [2, 3, 4, 5] генераторов с реактивной связью между контурами. Однако до сих пор не рассматривались системы с кондуктивными связями (к. с.), имеющие ряд особенностей и, возможно, преимуществ по сравнению с системами с реактивными связями (р. с.). Сравнение систем р. с. и к. с.