

УДК 621.373.826

КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ Rb(6P) С H₂, CH₄ И C₂H₆Торбин А. П.¹, Першин А. А.¹, Наумкин С. Н.¹, Толстов Г. И.¹, Хэвен М.², Аязов В. Н.¹¹ Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара,² Emory University (Университет Эмори, г. Атланта, США)

Процессы с участием электронно-возбуждённого атома рубидия Rb(6P) и иона рубидия Rb⁺ важны для понимания работы перспективных лазерных систем на парах щелочных металлов с оптической накачкой. В качестве газа разбавителя в этих лазерных системах используются метан или этан. Недавно было обнаружено, что активные среды этих лазеров деградируют со временем. Было выдвинуто предположение, что электронно-возбуждённый атом рубидия или ион рубидия реагирует с газом релаксантом – метаном или этаном.

Данные процессы имеют два канала продуктов реакции: химический и релаксационный. Релаксационный канал приводит к некоторому уменьшению эффективности преобразования энергии накачки в лазерную. Химический канал продуктов реакции приводит к уводу активных частиц (паров щелочных металлов) из активной зоны.

В работе были проведены эксперименты для определения кинетических констант процессов взаимодействия Rb(6P) с H₂, CH₄ и C₂H₆. Измерения проводились с использованием импульсной лазерной техники с привлечением методик эмиссионной и лазерно-индуцированной флуоресценции. В исследованиях использовались две лазерные системы, каждая из которых состояла из импульсного эксимерного лазера (XeCl Compex Pro 201) и накачиваемой им лазера на красителях (Lambda Physics FL3002). Возбуждённые атомы рубидия Rb(6P) нарабатывались лазерными импульсами на длине волны около 420,29 нм. Переизлученный свет на переходе 6P-5S вблизи 420 нм выделялся монохроматором и регистрировался фотоэлектронным умножителем. Электрический сигнал с ФЭУ регистрировался с помощью цифрового осциллографа Le Croy Scope Station 140.

На первом этапе работ были определены значения констант суммарных скоростей убывания атомов рубидия Rb(6P) на H₂, CH₄ и C₂H₆, равные $K_{H_2} = (7,05 \pm 0,17) \times 10^{-10}$ см³/сек, $K_{CH_4} = (6,13 \pm 0,14) \times 10^{-10}$ см³/сек, и $K_{C_2H_6} = (8,08 \pm 0,11) \times 10^{-10}$ см³/сек, соответственно. Полученные значения весьма близки к газокинетическому пределу. Практически каждое столкновение вызывает удаление Rb(6P).

На следующем этапе определялся вклад релаксационного канала в суммарную убыль атомов Rb(6P). Наиболее вероятным может являться энергообменный VT процесс:



Наилучшее согласие с экспериментальными данными было получено при значениях определяемых коэффициентов ветвления для процессов (1-3) $\gamma_1 = 0,83 \pm 0,05$, $\gamma_2 = \gamma_3 = 0,95 \pm 0,05$.