

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.8

DOI: 10.17223/00213411/64/4/150

О.К. ВОЙЦЕХОВСКАЯ¹, О.В. ШЕФЕР²**ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЛИНИЙ СО₂-ЛАЗЕРА НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ НА ПРИМЕРЕ АММИАКА**

Проанализировано влияние параметров излучения СО₂-лазера (ширина и контур лазерных линий) на основном изотопе молекулы на величину коэффициента поглощения газообразного соединения на примере аммиака. Рассмотрены результаты применения СО₂-лазера для определения содержания газообразного аммиака и проанализированы возможные ошибки определения концентрации газа при пренебрежении конкретной спектральной шириной линии излучения СО₂-лазера.

Ключевые слова: СО₂-лазер, ширина линии, аммиак, атмосфера, газоанализ, излучение, поглощение, пропускание.

Введение

Для определения концентрации газов применяемые методы основываются на известном законе Бэра и численное значение коэффициента поглощения (КП) на единицу концентрации (независимо от размерности назовем его абсолютным) является важнейшей величиной, точность которой прямо пропорциональна точности итогового значения содержания изучаемого газообразного соединения.

В решении этой задачи широко применяются методы, основанные на абсорбционной спектроскопии сред с использованием лазерного излучения. Для дистанционного зондирования газовых смесей (включая атмосферу) традиционным является метод дифференциального поглощения (МДП) [1], основанный на измерении ослабления проходящего излучения средой на двух близко расположенных линиях излучения лазера с максимальным (КП_{он}) и минимальным (КП_{от}) коэффициентами поглощения зондируемого газа. Преимущество метода заключается в обработке разности величин ослабления излучения лазера на выбранных длинах волн, что нивелирует возможные фоновые эффекты. В случае локальных трасс (включая лабораторные кюветы), применяется обработка значения пропускания среды для вычисления концентрации ρ газа непосредственно с опорой на абсолютное значение КП. Напомним, что в упрощенном варианте

$$\rho = \ln(T_v) / (-k_v l),$$

где T_v – пропускание; k_v – абсолютный КП; l – длина трассы.

Выбор перспективных лазерных линий для контроля за содержанием конкретного газообразного соединения проводится по последовательной схеме и предварительно выполняются определенные этапы работы:

1. Анализ достоверности используемой спектроскопической информации по параметрам спектральных линий (ПСЛ) поглощения зондируемого газа в спектральном районе излучения лазера. Учитывая, что в настоящее время существует значительное число баз данных по параметрам спектральных линий поглощения газов, проводится сравнение с известным экспериментом (из литературы) рассчитанных коэффициентов поглощения по разным базам ПСЛ и выбираются наиболее точные значения ПСЛ.

2. Валидация значений центров линий излучения лазера.

3. Расчет распространения лазерного излучения с моделью среды, близкой к изучаемой. При этом расчет проводится с учетом выходных параметров лазерного излучения (спектральный контур, центр и ширина лазерной линии).

В предлагаемой работе эти этапы выполнены для лазера на основном изотопе углекислого газа и зондируемого газа на примере аммиака, который выбран по следующим причинам. Это один из самых ядовитых газов в атмосфере, который является очень распространенным побочным продуктом промышленной и сельскохозяйственной деятельности. Аммиак катализирует атмосферное окисление диоксида серы до триоксида серы и реагирует с кислотными компонентами атмосферы (серной, азотной и соляной кислотами). Образующиеся соли аммония являются основными ком-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>