

В современных технологиях (сушка, фракционирование, выделение, очистка и т.д.) существенна роль теплообменных процессов, особенно, где теплоноситель (органические вещества) находится в около- или сверхкритическом состоянии т.е. когда аппараты работают в условиях повышенной температуры и давления [1]. Многие теплоносители - полупрозрачные в инфракрасной области вещества. Теплообмен между такими веществами, при отсутствии конвекции, осуществляется одновременно радиационным и кондуктивным путями. Соотношение между кондуктивными и радиационными потоками теплоты, зависит от оптических постоянных (коэффициента поглощения и показателя преломления) жидкости и радиационных характеристик (степень черноты, поглощательная способность) и индикатрисы рассеяния ограничивающих поверхностей. Разработана экспериментальная установка для измерения оптической постоянной - коэффициента поглощения, в жидких и газообразных средах в инфракрасной области при различных термодинамических параметрах состояния. Основными элементами экспериментальной установки (рис.1) являются: - Фурье-спектрофотометр Bruker Vertex 70; - измерительная кювета; - системы создания и поддержания избыточного давления; - система вакуумирования; - система контроля заполнения рабочей кюветы исследуемым веществом; - система измерения температуры; - система термостатирования. Экспериментальная установка позволяет измерять спектральные пропускания жидкостей и газов при давлениях  $0,1 \div 10$  МПа, температуре до 500 К, спектральный диапазон  $4000 \dots 400$  см<sup>-1</sup>. Разработанная установка входит в программу приоритетного направления развития вуза «Комплексное освоение ресурсов углеводородного сырья». Учитывая все недостатки измерительных ячеек предыдущих авторов [2, 3], была специально спроектирована кювета, оснащенная современной системой автоматизации. Рис. 1 - Схема экспериментальной установки: 1 - спектрофотометр; 2 - рабочая кювета; 3 - термокомпрессор; 4 - вольтметр цифровой; 5, 6, 7 - эталонный модуль давления; 8 - насос вакуумный; 9 - вакууметр; 10 - баллон; 11 - вентиль; 12, 13 - тиристорные регуляторы мощности; 14 - баллон с исследуемым веществом; 15 - ЭВМ Корпус кюветы (рис.2) выполнен из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Оптические окна изготовлены из синтетического монокристалла KRS-5, пропускающего излучение от 0,56 до 52 мкм [4]. Уплотнение оптических окон происходит за счет прокладки, изготовленной из резины, способной работать при температурах до 500 К. Усилие, необходимое для уплотнения и удержания оптических окон, создается гайками через нажимные втулки. Толщина слоя исследуемого вещества задается разрезными кольцами, которые устанавливаются между оптическими окнами. В корпусе сделаны несколько отверстий. К отверстию снизу приварена трубка, соединяющая кювету с системой создания избыточного давления. К отверстию сверху приварена трубка позволяющая контролировать заполнение рабочей кюветы, измерять давление

исследуемого вещества и вводить термopару. В отверстиях с торца вставляется платиновый термометр сопротивления. В остальные отверстия вставляются электрические нагреватели. На гайки наматывается электрический нагреватель. Рабочая кювета вставляется в универсальный держатель спектрофотометра.

Рис. 2 - Схема измерительной кюветы: 1 корпус; 2 - кристалл; 3 - кольцо резиновое; 4, 5 - втулка; 6 - гайка; 7, 8 - ТЭН; 9, 10 - датчик температуры а б

Рис. 3 - Инфракрасные спектры пропилена: а - по данным <http://webbook.nist.gov> при комнатной температуре и давлении 0,02 МПа с добавлением N<sub>2</sub> до 0,08 МПа, толщина слоя 30 мм; б - наш эксперимент, при температуре 343 К и давлении 1,013 МПа, толщина слоя 0,36 мм

Для оценки равномерности температурного поля были измерены температуры окон, внутренней поверхности корпуса ячейки и межоконного пространства. Применение корпуса, прогреваемого по всей длине и автоматической системы поддержания температуры позволило снизить перепад температур по радиусу окон и по длине ячейки до 0,1 К при 1000С. Первые полученные ИК-спектр пропилена был сравнены со справочным спектром (рис.3). Расхождений по расположению полос поглощения не наблюдается. По полученному спектру пропускания рассчитаны спектральные коэффициенты поглощения используя методику [5] (рис. 4).

Рис. 4 - Спектральный коэффициент поглощения газообразного пропилена при температуре 343 К и давлении 1,013 МПа, толщина слоя 0,36 мм

Располагая данными по радиационным характеристикам любого органического вещества и коэффициентами преломления возможно рассчитать радиационную составляющую коэффициента теплопроводности [6], вклад которой достигает порядка 10 - 20 %.