

# ИК спектрометрические исследования тонких пленок криовакуумных конденсатов метана и смеси метан–вода

А. Дробышев, А. Алдияров, Д. Соколов

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050040, Казахстан  
E-mail: Andrei.Drobyshev@kaznu.kz

Статья поступила в редакцию 19 июля 2016 г., после переработки 15 августа 2016 г.,  
опубликована онлайн 24 января 2017 г.

Приведены результаты ИК спектрометрических исследований тонких пленок криовакуумных конденсатов метана и смеси метан–вода в интервале температур от 16 до 36 К. Давление конденсации составляло  $P = 10^{-4}$  Торр, толщина образцов варьировалась от 1 до 5 мкм. Для криоконденсатов чистого метана установлена взаимосвязь между положением полосы поглощения деформационных колебаний и  $\alpha$ – $\beta$ -фазовым переходом в твердом метане. Растворимость перехода по температуре и по времени объясняется температурной зависимостью времени спин-ядерной релаксации в молекулах метана. Результаты исследований как 20% смеси метана с водой, так и двухслойных образцов метан–вода продемонстрировали, что в интервале температур 27–31 К наблюдаются резкие изменения положения и амплитуды поглощения полосы деформационных колебаний  $v = 1300 \text{ см}^{-1}$ , что может быть обусловлено активизацией взаимодействия молекул метана и воды. Обнаружено смещение минимума полосы поглощения смеси по сравнению с чистым метаном ( $v_m = 1306 \text{ см}^{-1}$  для смеси против  $v_m = 1300 \text{ см}^{-1}$  для чистого метана), что может быть связано с процессами образования клатратов метана. Превращения, происходящие в пленке в интервале 27–32 К, свидетельствуют либо о продолжении процесса кластерообразования в пленке, либо о термостимулированных структурных превращениях уже в кластеризованном образце.

Наводено результати ІЧ спектрометрических досліджень тонких плівок кріовакуумних конденсатів метану і суміші метан–вода в інтервалі температур від 16 до 36 К. Тиск конденсації становив  $P = 10^{-4}$  Торр, товщина зразків варіювалася від 1 до 5 мкм. Для кріоконденсатів чистого метану встановлено взаємозв'язок між положенням смуги поглинання деформаційних коливань та  $\alpha$ – $\beta$ -фазовим переходом в твердому метані. Розтягнутість переходу по температурі й за часом пояснюється температурною залежністю часу спин-ядерної релаксації в молекулах метану. Результати досліджень як 20% суміші метану з водою, так і двошарових зразків метан–вода продемонстрували, що в інтервалі температур 27–31 К спостерігаються різкі зміни в положенні та амплітуді поглинання смуги деформаційних коливань  $v = 1300 \text{ см}^{-1}$ , що може бути обумовлено активізацією взаємодії молекул метану і води. Виявлено зміщення мінімуму смуги поглинання суміші в порівнянні з чистим метаном ( $v_m = 1306 \text{ см}^{-1}$  для суміші проти  $v_m = 1300 \text{ см}^{-1}$  для чистого метану), що може бути пов'язано з процесами утворення клатратів метану. Перетворення, що відбуваються в плівці в інтервалі 27–32 К, свідчать або про продовження процесу кластероутворення в плівці, або про термостимулювані структурні перетворення вже в кластеризованому зразку.

PACS: **61.50.-f** Структура объемных кристаллов;  
**78.30.-j** Инфракрасные и рамановские спектры;  
68.35.Rh Фазовые переходы и критические явления.

Ключевые слова: криоматрица, тонкие пленки, метан, вода, криоконденсат, ИК спектр.

## 1. Введение

Существуют по крайней мере три обстоятельства, которые привлекают внимание исследователей, изучающих свойства твердого метана, — астрофизический аспект, процессы образования и свойства кратратов

гидратов метана и процессы спин-ядерной конверсии в чистых метанах и их твердых растворах с различными газами. Что касается астрофизической направленности, то эти исследования значительно активизировались последние 25–30 лет, что связано, в первую очередь, с работой комплекса оптических приборов на орбите Земли.