

# ИК спектрометрические исследования криовакуумных конденсатов метанола

А. Дробышев, А. Алдияров, Д. Соколов, А. Шинбаева, А. Нурмукан

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ экспериментальной и теоретической физики КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, 050040, Республика Казахстан

E-mail: Abdurakhman.Aldiyarov@kaznu.kz;  
yasnyisokol@gmail.com

Статья поступила в редакцию 8 августа 2018 г., после переработки 9 октября 2018 г.,  
опубликована онлайн 25 февраля 2019 г.

Приведены результаты ИК спектрометрических исследований криовакуумных конденсатов метанола, образованных на металлическом зеркале в интервале температур 16–130 К. Проведено сравнение колебательных спектров метанола в газовом и конденсированном в твердую фазу состояниях. Показана существенная зависимость колебательных спектров образцов от их истории и последующих изменений их температуры. На основании анализа полученных спектров определена температура перехода из стеклообразного состояния (GS) в состояние сверхпереохлажденной жидкости (SCL),  $T_g = 102,6$  К. Определен температурный интервал существования SCL, соответствующий 103–118 К, и интервал температур 118–120 К, в котором реализуется процесс кристаллизации SCL.

Ключевые слова: метанол, кристаллизация, структурные трансформации, криовакуумные конденсаты.

## 1. Введение

Механизмы образования стеклообразных состояний материи, их связь с основными свойствами образующихся стекол представляют собой совокупность вопросов, ответы на которые позволяют глубже понять природу формирования конденсированного состояния в целом [1–4]. Кроме того, стекла, как неравновесные аморфные твердые тела, играют важную роль в современных научноемких технологиях, от создания оптоволоконных систем до органических полупроводников, получаемых методом физического газофазного криосаждения [5]. Именно этот метод позволил в последнее десятилетие существенно расширить круг веществ, которые в процессе криоконденсации образуют неравновесные аморфные состояния. Более того, как отмечается в [6], получение стекол методом криовакуумной конденсации может существенно углубить наши знания относительно сверхпереохлажденных жидкостей и экстремальных свойств аморфных твердых тел.

Важным достоинством метода криовакуумной конденсации является возможность контроля условий образования криоконденсируемой пленки, таких как скорость роста и температура осаждения на протяжении всего времени эксперимента [7–9]. В свою очередь, это позволяет реализовать экспериментальную верификацию ряда теоретических моделей формирования не-

равновесных конденсированных состояний. В частности, речь может идти о проверке предположения Рамоса [9] о влиянии анизотропного строения молекул на формирование органических стекол различной степени стабильности. В качестве основных факторов рассматриваются подвижность и время нахождения молекул в адсорбслое, что определяется температурой подложки и скоростью осаждения — параметры, которые наиболее точно могут поддерживаться в экспериментах, когда образцы получаются именно методом физической криовакуумной конденсации.

В качестве объектов исследования в последние десятилетия все чаще выбираются криовакуумные конденсаты, образованные из простейших органических газообразных веществ: спирты, фреоны, метан и метаноподобные, типа тетрахлорометан, и т.д. Такой выбор обусловлен возможностью в рамках того или иного семейства изучать влияние степени сложности молекул на свойства образующихся аморфных стеклоподобных состояний, в том числе на их кинетическую стабильность. Одним из широко используемых в этом плане классов веществ являются спирты, представляющие линейку структурно однотипных веществ с различными размерами и массами молекул: метанол-этанол-пропанол-бутанол-пентанол и т.д. При этом в качестве одного из основных экспериментальных методов используется калориметрический метод. С его