

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕСЫЩЕННЫХ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ В СВЕРХЗВУКОВЫХ ПОТОКАХ

Файзуллин М.З., Виноградов А.В., Томин А.С.,
Захаров М.С., Коверда В.П.*

ИТФ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

**faizullin@itp.uran.ru*

Интерес к газовым гидратам обусловлен широким их распространением в природе и возможностью их использования в качестве перспективного источника природного газа. Энергетический ресурс разведанных запасов газовых гидратов на нашей планете заметно превышает энергетический ресурс всех известных видов ископаемого топлива вместе взятых. Внимание к природным газовым гидратам объясняется также влиянием их состояния на глобальный климат. Уникальное свойство газовых гидратов связывать большие объемы газа открывает перспективу для разработки технологий их производства с целью компактного и безопасного хранения и транспортировки газов.

В настоящей работе экспериментально исследовано формирование газового гидрата низкотемпературной конденсацией нанокластеров в сверхзвуковых потоках разреженного пара и газа. Встречные потоки водяного пара и этана одновременно поступали в вакуумную камеру через сопла Лавалья, которые разгоняли их до сверхзвуковых скоростей. Адиабатическое расширение потоков на выходе из сопла сопровождается падением температуры и образованием кристаллических нанокластеров. Газонасыщенный образец аморфного льда осаждался на медную подложку, охлаждаемую жидким азотом, для его последующего исследования. При его нагревании наблюдали стеклование и спонтанную кристаллизацию. При кристаллизации газонасыщенных конденсатов в присутствии зародышевых кристаллов льда образуется газовый гидрат. В условиях глубокой метастабильности реализуется спонтанный режим кристаллизации, который обеспечивает захват молекул газа и образование газового гидрата.

Осаждение низкотемпературных газонасыщенных конденсатов с использованием встречных сверхзвуковых потоков пара и этана показало высокое содержание газа в полученных образцах гидрата, значительно превышающее его содержание в равновесных газовых гидратах. Избыточное содержанию этана указывает на присутствие газовых молекул, адсорбированных в пористую среду образца.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00116, <https://rscf.ru/project/23-29-00116/>