

## ПРИРОДНЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ГАЗОВЫЕ ГИДРАТЫ. ПРОЕКТ № 147

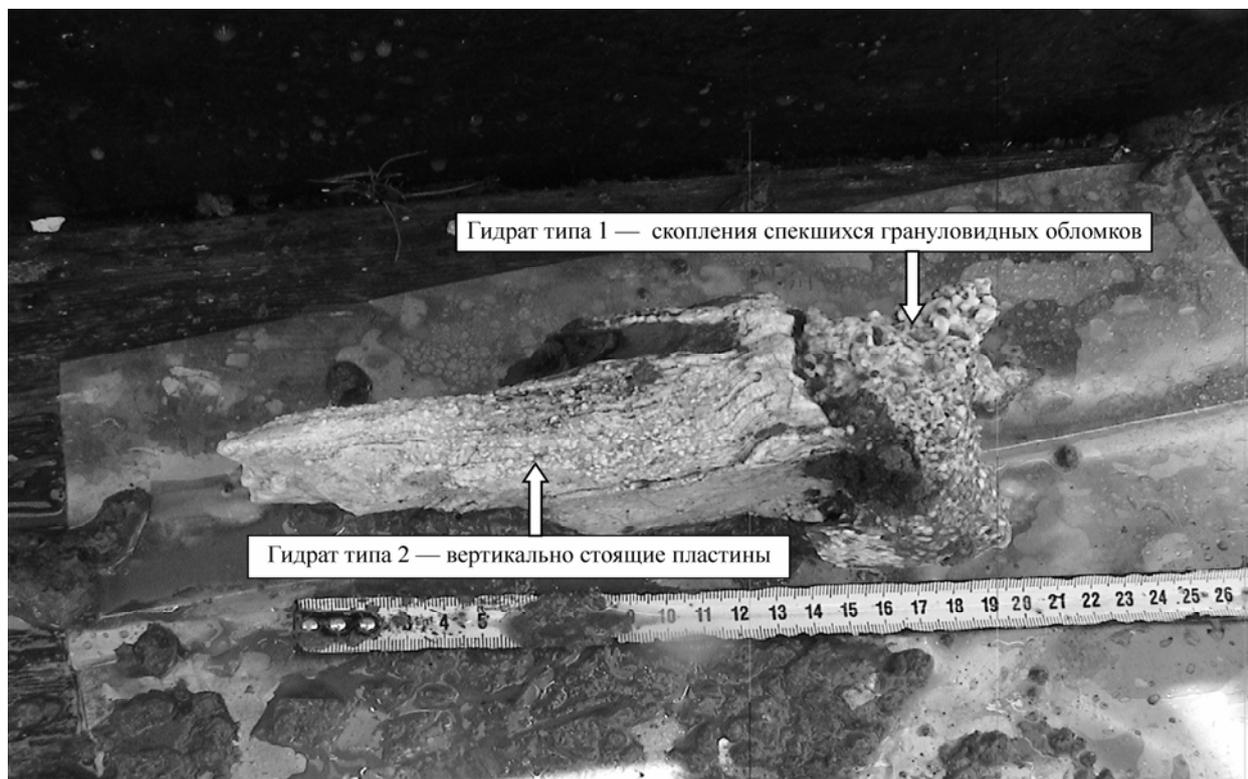
**Координаторы:** акад. Кузнецов Ф. А., акад. Конторович А. Э.

**Исполнители:** ИНХ, ИК, ИГФ, ИГМ, ИКЗ, ИТПМ, ИВМиМГ, ИГНГ, ЛИИ, ИГХ, ИПНГ СО РАН

Получен значительный экспериментальный материал по фазовым равновесиям гидратов метана, этана, пропана и углекислого газа, диспергированных в порах силикагеля. Показано, что температура разложения частиц газовых гидратов с размером, лежащим в диапазоне десятков нанометров, может быть корректно рассчитана с использованием уравнения Гиббса—Томсона только при учете следующего: 1) выбор системы размеров пор должен быть согласован с выбором системы входящих в уравнение Гиббса—Томсона коэффициентов формы; 2) в пределах одной мезопористой

матрицы могут одновременно существовать популяции частиц, характеризующихся различным коэффициентом формы, и, соответственно, разными температурами разложения. Для различных типов матриц коэффициенты формы для образующихся в них частиц могут значительно различаться. Данные результаты являются принципиально новыми и ранее в газогидратной литературе не представлялись.

Разработана и изготовлена установка для экспериментального моделирования и изучения теплопроводности осадочных пород водоемов, содержащих газосые гидраты. Первые



Два типа гидрата в одном образце.

Two types of gas hydrate in single sample.

проведенные эксперименты позволили дать объяснение наблюдавшейся в натуральных условиях кажущейся аномально высокой теплопроводности гидратосодержащих морских осадочных пород. Сделан вывод, что измерение теплопроводности донных осадков *in situ* может явиться эффективным способом обнаружения газовых гидратов в осадках. Таким образом, исследования привели к формулировке нового геотермического метода поисков поддонных скоплений газовых гидратов.

Построена микроскопическая модель эффекта самоконсервации. На микроскопическом уровне в рамках молекулярных моделей решеточной динамики и молекулярной динамики проведены расчеты, позволившие предложить новый механизм эффекта самоконсервации. Расчеты показывают, что в гранулах гидрата, находящихся внутри фазы льда, при нагревании возникают давления, превышающие внешнее давление за счет различия коэффициентов теплового расширения гидрата и льда, и эти давления возвращают гидрат в область его устойчивости, что объясняет прекращение процесса разложения гидрата.

Обнаружены и исследованы новые поддонные скопления газовых гидратов в Южном и Среднем Байкале. Среди них наибольший

интерес представляет участок в Кукуйском каньоне (Средний Байкал), где удалось впервые выявить залежь, состоящую одновременно из различных по внешнему виду (тип 1 и 2), газовому составу и структурам газовых гидратов (см. рисунок). Возможно, это является следствием импульсного поступления снизу метанофлюидной смеси.

На основании всестороннего изучения поддонных скоплений газовых гидратов выявлен ряд поисковых легко диагностируемых визуально в полевых условиях геологических признаков присутствия скоплений газовых гидратов в байкальских осадках. Для осадков, содержащих газовые гидраты, характерны: высокая газонасыщенность, отсутствие окисленного слоя и диатомовых осадков, нарушение первичной слоистости, присутствие грязевулканической брекчии. Использование этих признаков облегчает поиски и оконтуривание новых районов залегания газовых гидратов.

Создана информационная система по различным аспектам проблемы ГГ в виде [www-портала http://h-portal.che.nsk.su/](http://h-portal.che.nsk.su/), содержащего информацию о работающих группах и библиографию литературы по газовым гидратам вплоть до 2002 г.

### Основные публикации

1. *Aladko E. Ya., Dyadin Yu. A., Fenelonov V. B. et al.* Dissociation conditions of methane hydrate in mesoporous silica gels in wide ranges of pressure and water content// *J. Phys. Chem. B.* 2005. V. 108. P. 16540—16547.
2. *Огиенко А. Г., Манаков А. Ю., Курносков А. В. и др.* Прямое определение состава гидрата аргона высокого давления гексагональной структуры III// *Журн. структур. химии.* 2005. Т. 46 (доп). С. S65—S69.
3. *Ларионов Э. Г., Аладко Е. Я., Журко Ф. В. и др.* Клатратные гидраты гексагональной структуры III при высоких давлениях: структуры и фазовые диаграммы// Там же. С. S59—S64.
4. *Belosludov V. R., Subbotin O. S., Krupskii D. S. et al.* Structural and thermodynamic properties of gas hydrate phases immersed in the ice phase// *Proceedings of the Fifth International Conference on Gas Hydrates.* June 13—16. V. 2. Trondheim, Norway. 2005. P. 631—637.
5. *Gayet P., Dicharry C., Marion G. et al.* Experimental determination of methane hydrate dissociation curve up to 55 MPa by using a small amount of surfactant as hydrate promoter// *Chemical Engineering Science.* 2005. V. 60. P. 5751—5758.
6. *Щербачков А. В., Малахова В. В.* Математическое моделирование потока метана в атмосферу в результате разложения метангидратов Мирового океана// *Изв. РАН. Оптика атмосферы и океана.* 2005. Т. 18, № 05—06. С. 485—489.
7. *Шубенкова О. В., Земская Т. И., Черницына С. М. и др.* Первые результаты исследования филогенетического разнообразия микроорганизмов осадков Южного Байкала в районе приповерхностного залегания гидратов метана// *Микробиология.* 2005. Т. 74, № 3. С. 370—377.