

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТОВ, ПРОВОДИМЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБОЙ КАНАДЫ

П.Дж. Курфюрст

Геологическая служба Канады, Онтарио, Оттава, 601 Бут Стрит, К1А 0Е8 Канада

Данное исследование предпринято для нового понимания роли газовых гидратов в развитии опасных природных процессов и для решения следующих научно-технических задач: содействие производству и правительству в оценке газовых гидратов как ресурса; разработка специализированных методов бурения; разработка новых поверхностных и каротажных геофизических методов для оконтуривания газогидратных залежей; всесторонняя оценка роли газовых гидратов в прошлых и прогнозируемых глобальных изменениях климата; разработка необходимых мер обеспечения безопасности в процессе разведки и эксплуатации в районах первоочередного освоения.

Газогидраты, многолетнемерзлые породы, сейсмическое профилирование, геохимические индикаторы

RECENT GAS HYDRATE RESEARCH AT THE GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

P.J. Kurfurst

Geological Survey of Canada, Ontario, Ottawa, 601 Boot Street, K1A 0E8 Canada

It is anticipated that this research will achieve the following scientific and technical advances: significantly aid industry and government in the assessment of gas hydrates as a resource; lead to the development of specialized drilling techniques; result in new surface and downhole geophysical techniques for the delineation of gas hydrates; support a comprehensive assessment of the role of gas hydrates in past and ongoing global climatic change; provide new insight into the natural hazard posed by gas hydrates and possible measures for increased safety during exploration and development in frontier areas.

Gas hydrates, permafrost, seismic reflection profiling, geochemical indicators

ВВЕДЕНИЕ

Природные газогидраты были впервые обнаружены в океане в арктических условиях около 30 лет назад. В последующие годы интерес к газогидратам постоянно возрастал вплоть до признания их значимости в таких вопросах как источники энергии, глобальный климат, провалы прибрежного склона, а также угроза со стороны газогидратов безопасной эксплуатации месторождений углеводородов.

Геологическая служба Канады (ГСК) начала проводить работы по изучению газогидратов в 70-е годы после привлечения сотрудников ГСК к обсуждению проблем буровых работ на ранних этапах, в особенности в условиях вечной мерзлоты и присутствия газогидратов. Большая часть накопленного в этой работе опыта нашла свое отражение в методиках, принятых Программой по бурению скважин в океане, а также методах, применяемых западными исследователями при работе в регионах Сибири. В исследованиях, проводимых в рамках ГСК в настоящее время, большое внимание уделяется вопросам, вызывающим озабоченность общественности и ученых в связи с широкой распространенностью газогидра-

тов на канадском побережье Атлантики и Тихого океана, а также в районах Арктики. В настоящее время основные работы проводятся в подразделениях ГСК, по Атлантике и по Тихому океану, а также Отделом наук о Земле. В исследованиях, проводимых на западном побережье Канады, основное внимание сосредоточено на распространности и роли газогидратов в процессах осадконакопления в районах подводной окраины континента. Эта работа включает как участие в Программе глубоководного бурения в районе Каскадия Мерджин, так и в разработке методов сейсмической интерпретации (методом отраженных волн) для исследования распределения газогидратов и свободных газов в морских осадках.

Исследование на восточном побережье Канады базируется на обширном материале по прибрежному сейсмическому профилированию методом отраженных волн и данных, полученных по разведочным скважинам. Они ставят своей задачей определение границ распространения газогидратов, в особенности в местах разломов прибрежного склона на континентальной окраине. Другая часть работ сосредоточена на

разработке геохимических индикаторов присутствия и происхождения газогидратов. Это направление лежит в основе совместных с российскими учеными исследований, проводимых в Охотском море и других регионах.

В северных районах Канады исследования проводятся на большом числе разведочных скважин с целью получения качественных глубинных геофизических и геотермальных данных, позволяющих получить первые оценки количества газов, заключенных в осадках в виде газогидратов. Такой аспект даст возможность оценить потенциальные ресурсы гидратов и их возможную роль в изменении климата. Совместно с канадскими промышленными компаниями и зарубежными партнерами успешно выполняется проект по отбору кернов многолетнемерзлых пород с включениями газогидратов, что обеспечит получение крайне необходимых данных по характеру и свойствам гидратов *in situ*. Взаимно дополняющие лабораторные исследования, проводимые совместно с учеными и институтами США и России, способствуют более успешному изучению физических и химических изменений в различных осадках, связанных с образованием и разложением гидратов. Совсем недавно было подписано совместное соглашение между ГСК, Государственной нефтяной Корпорацией Японии (JNOC) и Компанией по изучению нефти Японии (JAREX) для выполнения обширных лабораторных и полевых исследований газогидратов с акцентом на бурение специальной опорной исследовательской скважины в Канадской Арктике.

ОПОРНАЯ СКВАЖИНА ДЛЯ ОПРОБОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТОВ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

Государственная нефтяная корпорация Японии начала пятилетние исследования для оценки ресурсов природных метано-гидратов. Эти проекты предполагают включить программу исследовательского морского бурения на метаногидраты у восточных берегов Японии во впадине Нанкай в 1999 г. В первую очередь программа JNOC по бурению на шельфе планирует бурение Опорной скважины в многолетнемерзлых породах для опробования газогидратов на севере Канады в первом квартале 1998 г.

Предполагается, что опорная скважина будет расположена в дельте р. Маккензи около скважины Malik L-38, пробуренной Государственной нефтяной компанией Канады в 1972 г. Основная цель этой скважины, расположенной на континенте, — обеспечить данные, необходимые для проверки инженерных и буровых технологий и методов опробования, разработанных промышленным консорциумом Японии. Науч-

ные интересы JNOC включают: 1) отработку технологии опробования гидратов из отобранного керна, использующей новейшую японскую разработку определения в керне давления и температуры; 2) участие в канадских и американских программах Геологических служб по исследованию керна; 3) совершенствование и оценку дистанционных методов определения действительного местонахождения гидратов; 4) опробование и расчетную оценку бурового раствора и технологию тампонажа скважины в условиях газогидратсодержащих осадков; 5) испытание газогидратов и свободного газа на контакте с гидратом непосредственно на месте обнаружения.

Геологическая служба Канады (ГСК) с участием Геологической службы США (ГСС) договорились контролировать всю научную полевую деятельность, связанную с бурением и завершением программы по опробованию опорной скважины. Кроме того, группа ГСК/ГСС будет готовить полную научную программу по кооперации с другими североамериканскими и японскими учеными. Эта программа будет включать фундаментальные исследования газогидратов, мерзлоты, стратиграфии так же, как и крупную геофизическую программу (каротаж скважин и исследования поверхности). Группа ГСК/ГСС будет полностью координировать эти исследования, включающие отбор и опробование керна, полевые исследования, послеполовой мониторинг, лабораторные исследования и составление отчетов.

ПЛОЩАДКА БУРЕНИЯ В ДЕЛЬТЕ МАККЕНЗИ

После тщательной рекогносцировки место для опорной скважины было выбрано в районе старой скважины Malik L-38. Это место благоприятно с точки зрения материально-технического снабжения и здесь известна самая мощная газогидратная залежь в дельте Маккензи указанные в таблице.

Все линзы предполагают реальное содержание газогидрата, основанное на контактном каротаже и анализах газа в буровом растворе, что позволяет уверенно говорить о нескольких газогидратсодержащих горизонтах. Подошва многолетнемерзлых пород установлена на глубине 613 м. Испытания как газогидрата, так и свободного газа проводились в течение бурения 1972 г. Многочисленные данные по содержанию газогидрата в скважине Malik L-38 можно найти в работе Били и Дика [Bily, Dick, 1974].

ПЛАНЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Проект включает комплексные исследования в скважине до 1100 м с непрерывным отбо-

Мощность и глубина залегания гидратных залежей в скв. Malik L-38

Горизонт, содержащий гидрат	Глубина, м	Мощность, м
1	888,8—891,8	3,0
2	893,1—894,9	1,8
3	896,7—961,2	19,5
4	919,3—935,1	15,8
5	946,1—957,1	11,0
6	960,1—963,2	3,0
7	963,8—965,6	1,8
8	968,0—969,9	1,8
9	971,7—982,7	11,0
10	986,9—997,3	10,4
11	1005,8—1007,7	1,8
12	1011,9—1016,2	4,3
13	1021—1023,5	1,8
	Общая мощность	87,2

ром проб до половины глубины скважины. Предварительные планы предполагают прямой каротаж керн системой Baker Hughes Intec над основной газогидратсодержащей зоной и отбор образцов по специальной методике давления/температура керн (PTCS), разработанной в Японии. Для ограничения теплового воздействия при бурении на керн будет использоваться специальный застывающий буровой раствор. Использование технологии тройной трубы с контактной каротажной системой и расширение горизонтов опробования керн будет зависеть от финансирования и конкретных полевых условий.

Ожидается, что основная работа в поле займет 38 дней и будет закончена в марте 1998 г. ГСК и ГСС будут руководить всеми научными исследованиями и научной координацией бурения, хотя бурение будет осуществлять японские компании или их консультанты.

ПРОГРАММА ПО ОПРОБОВАНИЮ ОБРАЗЦОВ

Поскольку многолетнемерзлые породы на поверхности таят, а газогидраты нестабильны и разрушаются, необходимо обязательно провести некоторые физические измерения их свойств и геохимические анализы в полевых условиях немедленно после отбора керн. Подобные полевые

работы в дельте Маккензи осуществлялись ГСК в 1992 г. [Dallimore, 1992]. Особое внимание будет уделяться проведению детальных лабораторных исследований в поле для уменьшения загрязнения и нарушения образцов. При описании керн будут учитываться условия хранения, опробования, а также температура и давление при транспортировке материалов. Анализы керн будут состоять из 1) наблюдений за изменением характеристик керн, 2) детальных измерений геологических и инженерных свойств в Инувикском исследовательском центре и 3) послеполевых лабораторных исследований в ряде исследовательских центров. Образцы будут храниться так, чтобы весь материал керн находился при естественной температуре, указанной исследовательской группой.

СОВМЕСТНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

Лабораторные исследования будут проведены в Японии, Канаде и США и могут быть объединены в 2 основные категории: 1) стандартные анализы и 2) специальные газогидратные лабораторные исследования. При стандартных анализах керн из геологической скважины, основное внимание сосредотачивается на его геологических и геохимических свойствах. Специальные газогидратные лабораторные исследования будут иметь дело с физическим положением газогидратов в природе. Полевая программа будет также включать: а) сплошное геологическое/геофизическое тестирование, такое как каротаж в открытой скважине, вертикальное сейсмическое профилирование, термометрию и б) приобретение и внедрение опыта специального опробования скважины.

Литература

- Bily C., Dick J.W.L. Natural gas hydrates in the Mackenzie Delta, Northwest Territories // *Canad. Petrol. Geol. Bull.*, 1974, vol. 22, p. 340—352.
 Dallimore S.R. (Ed.) Borehole logs from joint GSC-Industry Mackenzie Delta geology / permafrost transect: GSC Open File Report 2561, 1992.

Поступила в редакцию
19 июня 1997 г.