

**Секция 8**  
**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ.**  
**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ**  
**СРЕДУ АРКТИКИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА**  
**И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

**ЗАЛЕЖИ ГАЗОГИДРАТОВ НА ДНЕ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ. НОВЫЙ**  
**ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК УГЛЕВОДОРОДОВ**

**М.М. Асилова**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Первые упоминания о газогидратах появились в 1946г., когда В.И. Стрижев высказал свои предположения о возможности существования газогидратных залежей в газоносных пластах, но тогда им не были приведены никакие доказательства. Более того он пессимистично отнесся к целесообразности их освоения. Еще одна идея о присутствии газогидратных скоплений в охлажденных пластах была высказана, когда в 1963г. была пробурена Мархинская скважина с глубиной 1800 м, которая вскрыла разрез пород с температурой 0 °С на глубине 1450м [1]. Однако эту идею также поставили под сомнение. Ученым требовались доказательства возможности формирования гидратов в пористых средах и образования газогидратных залежей. Первые исследования в области образования газогидратов были выполнены автором статьи на кафедре разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений МИНХиГП им. И.М. Губкина (1966). Они выявили возможность образования гидратов и стабильного их существования в глубинах Земли, а также на дне океанов и морей. Некоторое время спустя, на восточной границе Сибири, в Заполярье было открыто Мессояхское газогидратное месторождение. Оно было выявлено группой советских ученых. В скважине проводились комплексные геофизические исследования, которые установили, что в верхней части залежи находятся газовые гидраты, а нижележащая часть залежи состоит из газа в свободном состоянии. Мессояхское месторождение послужило катализатором для развития исследований газовых гидратов [2]. Благодаря этому мир узнал о действительном существовании газогидратных залежей и возможности их использования в промышленности.

Газовыми гидратами являются соединения содержащие молекулы газа в неких кристаллических ячейках, состоящих из воды скрепленных водородной связью. Соединения газовых гидратов могут формироваться при довольно разнообразных давлениях и температурах. Также некоторые из свойств газовых гидратов являются уникальными. В одном объеме воды может содержаться около 160 объемов метана в газогидратном состоянии, так же удельный объем воды возрастает примерно на 26% (а при замерзании воды – на 9%). Разложение гидратов может производиться и в замкнутом объеме, но при этом оно сопровождается резким повышением давления. Для того, чтобы разложить газовый гидрат нужно потратить от 6-12% энергии, которая содержится в насыщенном гидратами газе. Кристаллогидраты обладают высоким электросопротивлением и значительной акустической проводимостью, поэтому они являются практически непроницаемыми для молекул воды и газов [3]. Состав и формы кристаллогидратов весьма

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

разнообразны, они определяются составом газов и воды, температурой и давлением, динамикой образования кристаллов. Существуют 3 типа кристаллогидратов: массивные, гель-кристаллы и вискерные. Первый тип, массивные – формируются за счет поглощения газов и воды, часто обновляющейся кристаллической поверхностью. Второй тип – вискерные кристаллы образуются за счет тоннельного поглощения газа и воды. Размер тоннеля равен размеру поглощаемых им молекул. Гель-кристаллы - третий тип, образуются в объемах воды из растворенного газа, который выделяется из нее с изменением температуры и давления. В залежах газовых гидратов, газ чаще всего находится в твердом состоянии. Формирование и распределение гидратов зависит от определенных термобарических условий, также наличия достаточного количества воды и газа, химическим составом и свойствами газов, соленостью и пониженными температурами воды, определенными давлениями. Благоприятная термодинамическая зона формирования и существования газогидратов в морях и океанах достигает нескольких сот метров. Верхняя граница обычно находится на поверхности дна, независимо от состава газа. Существуют 2 основных типа: первичные и вторичные. Первичные – после формирования которых, в них не было фазовых переходов, таких как: газогидрат – свободный газ – газогидрат. Обычно они принадлежат акваториям, в которых глубинные температуры изменяются медленно. Множество газогидратных залежей образуются из растворенных в воде газов и располагаются в глубинных пористых почвах, с низкой температурой.

Газогидратные отложения в природе встречаются в различных формах: пластинами, прожилками. Были проведены исследования, которые выявили: мощность большинства газогидратных залежей варьируется от десятков сантиметров до нескольких десятков метров. Газогидраты довольно легко распадаются, при извлечении их из водного пространства. Причем из  $1\text{ м}^3$  может получиться около  $180\text{ м}^3$  углеводорода [4]. В водах Мирового океана зона формирования гидратных залежей начинается на глубине, что составляет несколько сот метров. Первая информация о газовых гидратах базировалась на предположении о несопоставимом вкладе метана в образование газогидратов. Предполагалось, что залежи газогидратов на дне Мирового океана являются богатыми и повсеместными, но приблизительно 10 лет назад обнаружилось, что их расположение – неровное, спорадическое, зональное. Эти данные подтвердились геофизическими исследованиями верхних слоев глубин океана. Действительно было выявлено спорадическое и неравномерное распространение, обособляемое термодинамическими параметрами. В дальнейшем новые данные глубоководного бурения выявили действительную пятнистую наполняемость глубинного пространства газовыми гидратами.

Проанализируем некоторые важные аспекты влияния на оценку углеводородных ресурсов в крупных залежах. Российские ученые В.Г.Васильев, Ю.Ф. Макогон и др. в 1970 г. сделали научное открытие под названием: «Свойство природных газов находиться в твердом состоянии в земной коре» [5]. После этого открытия геологические исследования в этой области получили серьезный толчок. В первую очередь были определены методы выделения термодинамических зон стабильности. Благодаря этому выяснилось, что у метана, самого распространенного углеводорода зона стабильности охватывает от 20% суши и 90% дна океанов и морей. Теоретические результаты повлияли на первые успешные результаты на практике. В 1972г. в глубинной части Черного моря сотрудники ВНИИГАЗА обнаружили гидратосодержащие породы. Ими были замечены частички гидратов в

грунте, извлеченном со дна моря. Это стало одним из первых официально признанных подтверждений содержания природного газа в породах. Впоследствии, данные советских ученых многократно использовались в зарубежной и отечественной литературе. Благодаря этой информации в США были разработаны методы сортировки образцов субмаринных газовых гидратов. В Японии, Канаде и других странах стали развиваться методики геофизического выделения гидратонасыщенных пород в геологических разрезах [7]. Также на базе ВНИИГАЗА в России были проведены одни из первых экспериментальных исследований по моделированию формирования газогидратов в дисперсном грунте. С помощью насыщения некоторых пород газогидратами установили зависимость изменения газовой проницаемости породы от количества газогидрата, а также предельный градиент сдвига поровой воды в гидратосодержащих породах. Это две необходимые характеристики для прогнозирования добычи гидратного газа [8].

В недавнее время информация о повсеместном распространении газовых гидратов и оценке метановых ресурсов стала более ясной. Рассеянное формирование гидратов в мировом океане глубиной свыше 600 м, неимение однозначной связи в распространении с мощностью и насыщенностью грунта органическими веществами указывает на то, что метан не имеет большого значения в образовании газогидратных залежей. Но обнаружилось, что при формировании в глубинном грунте Мирового океана основными источниками метана являлись углеводороды. Запасы углеводородов в газогидратном состоянии во много раз больше, чем суммарные запасы каменного угля, нефти и природного газа на планете.

Исходя из расчетов ученых можно сказать, что наиболее благоприятными условиями для формирования твердого природного газа в земной коре являются почти 27% суши. Основная часть – это области вечной мерзлоты и ледников, и на 9\10 дна Мирового океана. Перспективными территориями суши для промышленного скопления газогидратов являются весь Север России, 63 процента Канады, 75 процентов Аляски, а также Гренландия, Антарктида [9]. Довольно низкие температуры воды и высокие давления на дне океанов являются идеальными для формирования гидратов. Учеными было объявлено, что запасы природного газа в твердом состоянии на дне мирового океана измеряются тысячами триллионов кубометров. Сибирские геологи, изучившие материалы геофизических исследований, выявили примерно 30 месторождений газогидратов, но, к сожалению, на практике эксплуатируется только одно – Мессояхское месторождение. Оно уже несколько лет снабжает Норильск природным газом. Что касается разработок залежей дна Мирового океана, то они возможны только при решении проблемы транспорта газа к потребителю. Есть варианты сжижения газа на месте, транспортировки гидратов в подводных контейнерах, но все-таки извлечение газа из морских осадков сопряжено с большими капитальными затратами. Важное условие добычи газа из газогидрата: газ в твердом состоянии должен перейти в свободное именно в пласте. Этот переход может осуществляться лишь при повышении температуры и снижении давления, или добавлением антигидратных жидкостей - спиртов и растворов солей. Однако на данный момент разработка месторождений связана со значительными денежными затратами и техническими трудностями, потому как изменять температуру и давление в пласте действительно сложно. Но также газогидраты имеют и свои плюсы, такие как: быстрая возобновляемость, способность храниться долгое время и не вступать в реакцию окисления, помимо всего прочего это наиболее рациональный путь выхода из надвигающегося

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

энергетического кризиса. Уже не секрет, что нефти и газа на нашей планете с каждым годом становится все меньше. Мировой энергетический кризис подступает все ближе. В результате мир должен задуматься над тем, какой источник энергии выбрать в будущем. Поэтому в ближайшие полтора-два десятилетия можно будет вплотную подойти к разработкам газогидратных залежей в производственном масштабе, так как природные газогидраты являются одним из основных источников энергии в перспективе на ближайшие десятилетия.

Литература

1. Макогон Ю.Ф. Природные газовые гидраты: распространение, модели образования, ресурсы. // Рос. хим. ж. (ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2003.
2. Макогон Ю.Ф. Природные газы океанов и проблема их гидратов. // Экспресс-информация ВНИИЭгазпром, № 11, 1972.
3. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. – М.: Недра, 1981.
4. Трофимук А.А., Черский Н.В., Царев В. П. Газовые гидраты — новый источник углеводородов. // Природа. – 1979. – № 1.
5. Научные открытия России. Научное открытие № 75 «Свойство природных газов находиться в твёрдом состоянии в земной коре».
6. Япония встала на путь «гидратной революции» // «Ведомости», 12 марта 2013.
7. Валяев Б.М. О факторах, контролирующих формирование и разрушение скоплений газогидратов в осадочном разрезе дна Мирового океана // Геология морей и океанов: Тез. Доклад XV Международной школы морской геологии. М.: ГЕОС, 2003. Т. 1. С. 148.
8. Якушев В.С., Истомин В.А., Перлова Е.В. Ресурсы и перспективы нетрадиционных источников газа в России. М.: ООО «ВНИИгаз», 2002. 87 с.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ**

**В.С. Афанасьев, В.В. Братинков, В.И. Долгопятов**

Научный руководитель старший преподаватель Д.В. Наркович

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Северный Ледовитый океан является естественной, природной границей России с севера. Россия является обладательницей шести морей Северного Ледовитого океана. К ним относят: Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское. Все эти моря отличаются очень суровым климатом, что сделало их труднодоступными для освоения человеком. Но и эти моря уже пострадали от деятельности человека. Мы выделили 2 основные экологические проблемы, от решения которых зависит будущее этой очень хрупкой и нетронутой части мира. Это добыча нефти и радиоактивное загрязнение.

Только с речным стоком в моря Северного Ледовитого океана ежегодно выносятся несколько сотен тысяч тонн нефтепродуктов. В результате концентрация загрязняющих веществ на многих участках акватории Баренцева, Белого, Карского морей и моря Лаптевых уже сегодня в 2-3 раза превышает норму. Нефтедобыча непременно сопровождается масштабными разливами, губительные последствия от которых испытывает на себе всё человечество. Бурение в Арктике, особенно на