

Захаренко В.С.¹, Шлыкова В.В.², Тарасов Г.А.²

1 - МГПУ
2 - ОАО МАГЭ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТОВ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЕ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

В 2007-2009 гг. ОАО МАГЭ проведены региональные площадные комплексные геолого-геофизические работы в Поморском прогибе Западно-Шпицбергенской континентальной окраины, включающие непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП) для изучения верхней части разреза. Интерпретация геофизических данных позволила получить новые данные об истории геологического развития региона, в том числе в верхнем кайнозое. В пределах палеоцен-эоценового сейсмостратиграфического комплекса околонуно несколько куполовидных поднятий, изучена область континентального склона. По данным НСАП в верхней части разреза предполагается наличие газогидратов, условия формирования которых рассматриваются авторами в данной работе.

Ключевые слова: *Поморский прогиб, Западно-Шпицбергенская континентальная окраина, непрерывное сейсмоакустическое профилирование, континентальный склон, конусы выноса, газогидраты.*

New geophysical researches were carried out by JSC MAGE in Pomorsky Basin of West Svalbard continental margin in 2007-2009. Seismoacoustic sounding was used to explore upper part of sedimentary cover. Interpretation of the geophysical data allowed to acquire new information on geological development of the region including Cenozoic part. Several domes were located within Paleocene - Eocene seismostratigraphic complex. Continental slope area with specific conditions of sediments accumulation was explored. Basing on seismoacoustic data interpretation we can state the possibility of gas hydrates deposits accumulation in upper part of sediments cover.

Key words: *Pomorsky Basin, West Svalbard continental margin, seismoacoustic profiling, continental slope, alluvial fans, gas hydrates.*

После установления в середине XX в. ранее неизвестного свойства природных газов образовывать в земной коре при определенных термодинамических условиях залежи в твердом газогидратном состоянии активизировались работы по изучению газогидратов в Мировом океане. В известной мере газогидраты являются стяжениями льдоподобной массы белого цвета, образованными водой и газом. Кроме метана (этан, пропан) в составе газогидрата присутствуют также углекислый газ и сероводород. В ходе морских экспедиционных работ на внешней континентальной окраине Мирового океана были открыты крупные скопления газогидратов, в том числе и в районах распространения вечной мерзлоты в Арктике.

Особенности формирования газогидратов и закономерности их распределения в природе довольно подробно изложены в литературе [*Васильев и др., 1970; Гинсбург и Соловьев, 1994; Ефремова, 1979; Жижченко, 1972; Макогон, 1974; Трофимук и др., 1979* и др.].

Морские геологические работы на арктическом шельфе, выполненные в последние десятилетия, показали, что в южной части Баренцева и Карского морей широко распространены газонасыщенные осадки [*Левитан и др., 1999; Рокос, 2009; Bondarev et al., 2005*]. При этом структура волнового поля на записях сейсмоакустического профилирования и скорости распространения упругих колебаний во многом определяются наличием льда, свободного газа, цементацией матрикса грунтов икаитом и процессами, связанными с деградацией реликтового многолетнемерзлого массива [*Рокос, 2009*]. Отмечается, что ниже кровли газонасыщенных грунтов интерпретируемые отражающие горизонты не прослеживаются. В Арктическом секторе газогидраты обнаружены и к

северо-западу от Свальбарда [Posewang & Mienert, 1999]. Их изучение проводилось высокочастотной сейсмикой, с анализом годографов и скоростей.

В настоящей работе изложены результаты исследований газогидратов по материалам сейсмоакустических работ ОАО МАГЭ, выполненные в рамках проектного задания «Комплексные геолого-геофизические исследования в Поморском прогибе Западно-Шпицбергенской континентальной окраины». Интерпретация волнового поля по сейсмоакустическим разрезам, а также построение карт проводились с помощью цифровой интерактивной системы Kingdom Software 8.2 SMT. В последние годы в результате геолого-геофизических работ ОАО МАГЭ в пределах континентальной окраины Западного Шпицбергена получены новые данные о характере фундамента, особенностях геологического строения осадочного чехла и перспективах нефтегазоносности [Захаренко, 2008; Захаренко и др., 2007; Казанин и др., 2006].

В основу седиментационной модели образования газогидратов нами положены представления о потоковой седиментации, в частности, о мутьевых потоках, переносящих осадочный материал к основанию материкового склона или на дно глубоководных желобов [Матушиов, 1984]. Если в теле оползней и обвалов, дающих начало таким потокам, содержится свободный газ, то по мере движения вниз по склону пузырьки газа могут коалесцировать и, в конечном счете, при благоприятном стечении обстоятельств, образовать погребенное скопление гидратов.

Известно, что причиной оползней может быть не только разложение гидратов, но и их образование, которое может вызвать перераспределение напряжений в массивах отложений и явиться причиной их перемещения - геодинамическое следствие. Континентальные окраины являются областями разгрузки флюидов, как движущихся со стороны суши, так и отжимаемых из отложений под действием тектонического стресса. Предпосылкой формирования восходящего флюидотока служит высокая скорость седиментации на континентальных окраинах.

По волновому полю НСАП (профиль 0703) обнаружено акустически прозрачное тело, что в комплексе с другими косвенными признаками (резкое прерывание корреляции отражающих горизонтов, куполообразные «вздутия» вышележащих горизонтов, наличие характерных помех, «мигрирующих» по пластам, вверх по склону) свидетельствует о газонасыщенности плейстоценовой толщи в данном районе (рис. 1). В плане эта область расположена в понижении между двумя конусами выноса, и геологические условия вполне соответствуют вышеописанным условиям формирования газогидратов.

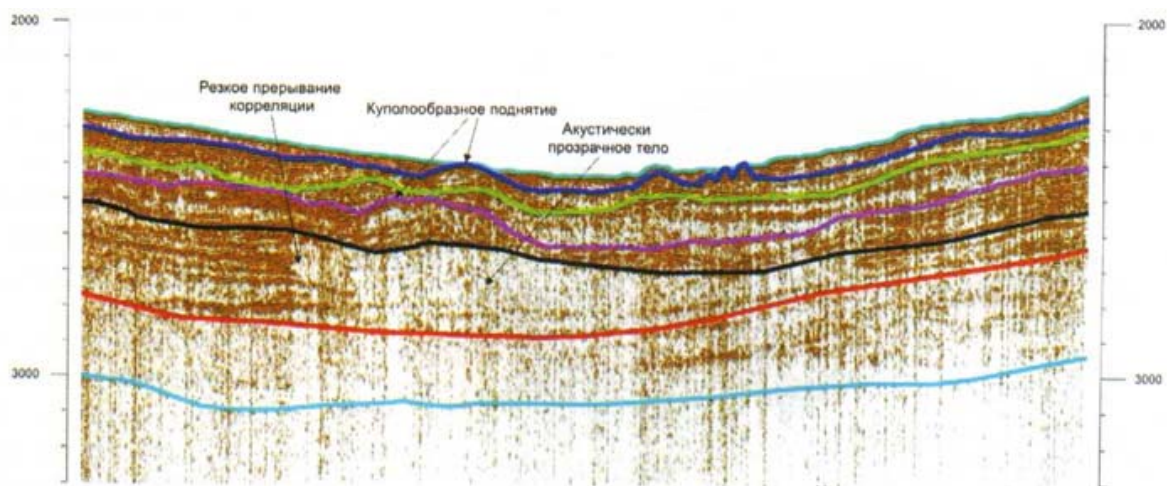


Рис. 1. Пример акустически прозрачного тела, предположительно связанного с газогидратами (профиль 0703; ОАО МАГЭ)

Сопоставление полученных результатов с данными сейсморазведки МОВ ОГТ показало прямую пространственную связь местоположения газогидратов с антиклинальными поднятиями в осадочном чехле, что дополнительно подтверждается результатами газогидрохимической съемки, и с зонами повышенной концентрации растворенных углеводородов. Анализ распределения мощности четвертичных отложений свидетельствует об интенсивном выносе терригенного материала по желобу Квейтехула с формированием молодого конуса выноса (рис. 2, 3).

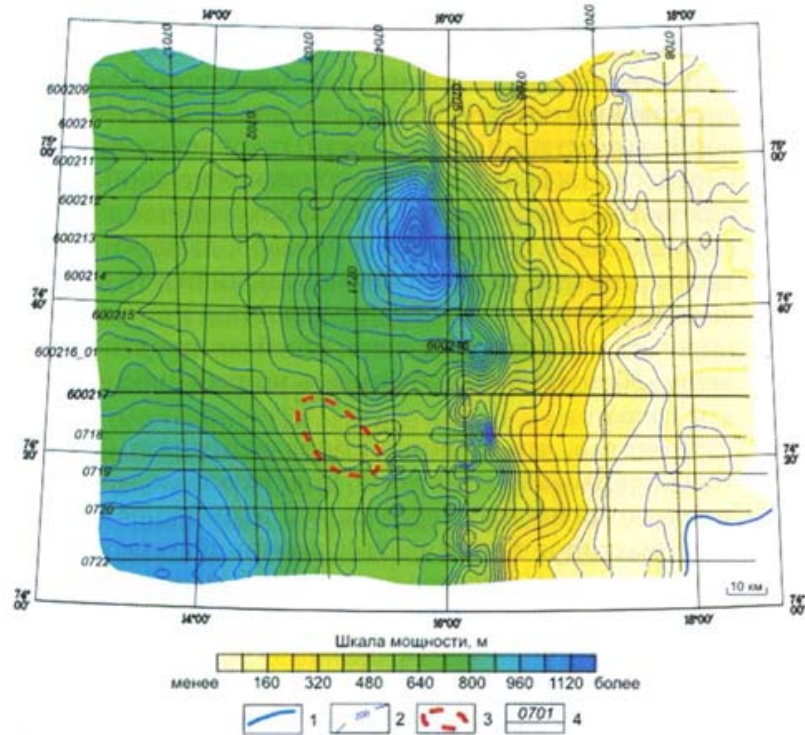


Рис. 2. Карта мощности ниже-верхнеоплейстоценовых отложений (R3 — дно): 1 — зона выклинивания отложений; 2 — изопахиты; 3 — зона распространения газогидратов; 4 — профили НСАП

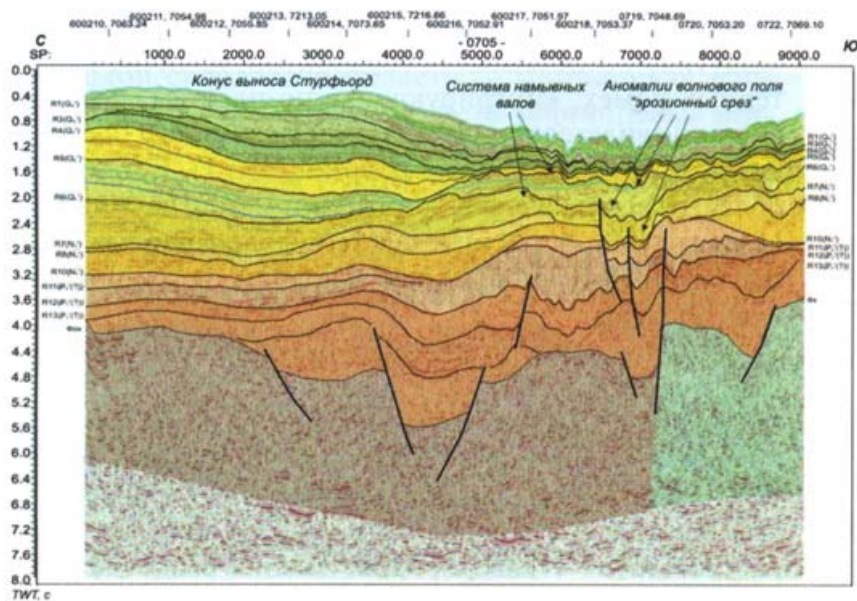


Рис. 3. Временной разрез по профилю 0705 (ОАО МАГЭ)

В южной части изученной площади строение нижнеэоплейстоценового сейсмостратиграфического подкомплекса (ССПК) приобретает специфический характер (данные сейсморазведки МОВ ОГТ). На профилях вдоль простирания континентальной окраины в кровле и подошве ССПК выделены аномалии волнового поля, интерпретируемые как эрозионные каналы (амплитуда «вреза» до 200 мс), и, вероятно, представляющие собой русла стока, прорезанные во время осцилляций ледниковых покровов и унаследованные с позднего плиоцена (рис. 3).

Эти аномалии волнового поля отмечены между конусами выноса Стурфьорд и Медвежинский. На бортах эрозионных врезов выделяются сейсмofации с косослоистым рисунком сейсмической записи, интерпретируемые как намывные валы. В рельефе дна мы наблюдаем высокорасчлененную поверхность, образованную каналами стока (рис. 4).

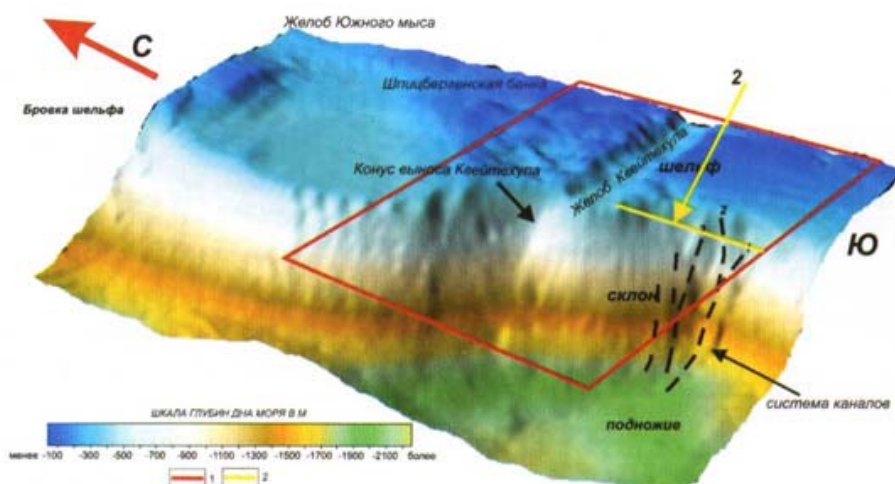


Рис. 4. Общая картина рельефа дна 3D. 1 — район работ; 2 — система эрозионных врезов (каналов) на бровке шельфа и континентальном склоне

В восточной части исследуемой акватории регрессивный облик отложений свидетельствует о преобладании условий мелководья; здесь возможно наличие песчаных осадков терригенного происхождения в склоновых врезках. Далее к западу эти мелководные осадки распространяются в зону больших глубин, где в целом преобладают отложения более глинистого состава. Значительная часть этих комплексов была эродирована шельфовыми оледенениями в последние 0,8 млн. лет.

Вскоре после начала цикла образования шельфового ледника на Баренцевом море, на склоне и бровке шельфа образовался огромный оползень, охватывающий площадь около 12 000 км² и переместивший около 5 100 км³ ранее отложенных осадков [Richardson et al., 1992]. Оползень характеризуется наличием как переслаивающихся блоков, так и более хаотичных частей, образовавшихся, вероятно, из материалов обрушения, а также осадочного материала мутьевых потоков. В большей мере этот процесс отразился на отложениях позднего миоцена и плейстоцена, наблюдающихся в составе склоновых конусов. Предполагается, что причиной образования оползня могли явиться такие факторы, как высокий темп осадконакопления и наличие газа в осадках. Дополнительным фактором, вызвавшим образование оползня, могли явиться сейсмические эффекты.

Таким образом, анализируя закономерности распространения и образования субмаринных газовых гидратов, можно выделить общие особенности:

континентальные окраины являются областями разгрузки флюидов - как движущихся со стороны суши, так и отжимаемых из отложений под действием тектонического стресса;

предпосылкой формирования восходящего флюидотока служит высокая скорость седиментации на континентальных окраинах;

плейстоценовый период характеризуется развитием мутьевых потоков, образовавшихся при деградации ледника, и наличием опресненных локальных водоемов; опреснение поровых вод не является свидетельством неперемкнутого присутствия гидратов газа в зонах аномальной солености, однако может рассматриваться как благоприятный для гидратообразования признак; особенности волнового поля, выявленные на отдельных участках по данным сейсмоакустических работ МАГЭ, отмечают зону газонасыщения неоплейстоценовых осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В.Г., Макогон Ю.Ф., Требин Ф.А. и др. Свойство природных газов находится в земной коре в твердом состоянии и образовывать газогидратные залежи / Открытия СССР, 1968-1969. М.: Недра, 1970. С. 5-18.
2. Гинсбург Г.Д., Соловьев В.А. Субмаринные газовые гидраты. СПб., 1994.
3. Ефремова А.Г. Типы газопродуцирующих отложений // Геология нефти и газа. 1979. № 2 С. 50-54.
4. Жижченко Б.П. Газопродуцирующие отложения диагенетического типа // ВНИИЭГазпром: Экспресс-информация 1972. № 24. С. 9-11.
5. Захаренко В.С. Особенности осадконакопления и палеогеография Шпицбергенского шельфа в плейстоцене: Автореф. дис. канд. геогр. наук. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2008.
6. Захаренко В.С., Тарасов Г.А., Романченко А.В., Матишов Г.Г. [Соотношение экзогенных и неотектонических процессов в неоген-четвертичный период на акватории Западно-Шпицбергенского шельфа](#) // ДАН. 2007. Т. 416. № 5. С. 657-661.
7. Казанин Г.С., Кириллова-Покровская Т.А., Тарасов Г.А. и др. Перспективы нефтегазоносности Шпицбергенского шельфа в районе прогиба Атка в свете результатов сейсморазведочных работ // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 6. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. С. 65-76.
8. Левитан М.А., Бяков А.Ф., Дмитриевский А.Н. Первая находка газового кратера на шельфе Российской Арктики // ДАН. 1999. Т. 368. № 3. С. 364-367.
9. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. М.: Недра, 1974.
10. Матишов Г.Г. Дно океана в ледниковый период. М.: Наука, 1984.
11. Рокос С.И. Газонасыщенные осадки верхней части разреза Баренцево-Карского шельфа: Автореф. дис. канд. геогр. наук. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2009.
12. Трофимук А.А., Черский Н.В., Царев В.П. Газогидраты - новые источники углеводородов // Природа. 1979. № 1. С. 18-27.
13. Bondarev V.N., Rokos S.I., Tarasov G.A. et al. Cryogenic processes and phenomena in the upper sediment layer of the Pechora Sea // Berichte zur Polar- und Meeresforschung. 2005. V. 501. P. 141-155.
14. Posewang J., Mienert J. [High-resolution seismic studies of gas hydrates west of Svalbard](#) // Geo-Marine letters. 1999. N 19. P. 150-156.
15. Richardsen G., Knutsen S.-M., Vail P.R., Vorren T.O. Mid-Late Miocene sedimentation on the southwestern Barents Shelf margin // Arctic Geology and Petroleum Potential Norwegian Petroleum Society (NPF). 1992. P. 539-571.

Ссылка на статью:



Захаренко В.С., Шлыкова В.В., Тарасов Г.А. Особенности формирования газогидратов на континентальной окраине Западного Шпицбергена // Разведка и охрана недр. 2010. № 8. С. 6-9.