

УДК 551.2.05  
DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art57

## ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШЕЛЬФЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

Дзюбло А.Д., Савинова М.С.  
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина  
E-mail: dzyublo.a@gubkin.ru

**Аннотация.** На шельфе Охотского моря установлен ряд опасных природных явлений, которые следует изучать и учитывать при освоении и разработке месторождений углеводородного сырья, так как в процессе освоения нефтегазовых месторождений, таких как Кириновское и Южно-Кириновское, наблюдается проявление скопления газа в верхней части разреза в виде «газовых струй и карманов». Прогнозирование указанного негативного явления, а также минимизация масштабов возможных последствий является актуальной проблемой, поскольку последствия указанного явления могут быть необратимы как для предприятия, так и для природной среды.

**Ключевые слова:** месторождения нефти и газа, шельф Охотского моря, приповерхностный газ, «газовая труба», газогидраты, сейсмическая съемка высокого разрешения, пилотный ствол, риски.

## TECHNOGENIC HYDROCARBON EMISSIONS DURING THE EXPOSING OF HYDRATE BEARING FORMATIONS

Dzyublo A.D., Savinova M.S.  
Gubkin Oil and Gas University  
E-mail: dzyublo.a@gubkin.ru

**Abstract.** A number of natural hazards are detected on the Sea of Okhotsk shelf, which should be studied and taken into account during the production and development of hydrocarbon deposits, because in the development of oil and gas fields, such as Kirinskoye and Yuzhno-Kirinskoye, gas is observed in the upper part of the section as «gas chimneys» and «gas pockets». Prediction of this negative phenomenon, as well as minimization of the possible consequences scale is an actual problem, since the consequences of this phenomenon may be irreversible both for the enterprise and for the natural environment.

**Keywords:** oil and gas fields, Sea of Okhotsk shelf, near-the-surface gas, «gas chimney», gas hydrates, high definition seismic surveying, pilot well, risks.

Перед российской нефтяной и газовой промышленностью стоит чрезвычайно сложная и исключительно важная задача освоения ресурсов нефти и газа на континентальном шельфе. Важность этой задачи диктуется непрерывно возрастающими мировыми потребностями в энергии в условиях наметившейся стабилизации добычи нефти и газа на суше и дальнейшего ее падения. Вовлечение в разработку запасов углеводородов на шельфе в ближайшие десятилетия играет одну из важнейших ролей в обеспечении мировой энергетической потребности.

В настоящее время в арктических и дальневосточных морях Российской Федерации центром морской нефтегазовой добычи является шельф о. Сахалин, где ведется разработка запасов в рамках крупных международных проектов (рисунок 1). В промышленное освоение введены 6 объектов: Аркутун-Даги, Чайво и Одопту (проект «Сахалин-1»), Лунское и Пильтун-Астохское (проект «Сахалин-2»), Кириновское (проект «Сахалин-3») месторождения. В ближайшей перспективе планируется расширение сахалинских проектов и ввод в эксплуатацию новых месторождений. Одним из основных источников поставок газа станет Южно-Кириновское месторождение проекта «Сахалин – 3».

В условиях шельфа Охотского моря установлен ряд опасных природных явлений, таких как приповерхностный газ (газовые струи и карманы в верхней части разреза нефтегазовых месторождений), заколонные перетоки, регрессивный прогиб морского дна, зона повышенной сейсмической активности. Данные факторы являются определяющими концептуальные решения по освоению запасов месторождений, и одновременно осложняющими реализацию, регулирование и контроль процесса разработки.

В ходе разведочного и эксплуатационного бурения, производившегося с 1992 года на месторождениях Кириновского блока шельфа о.Сахалин в Охотском море (Кириновское, Мынгинское, Южно-Кириновское месторождения), на ряде скважин получен приток приповерхностного газа с глубины до 500 м, существенно осложнивший процесс ввода упомянутых месторождений в эксплуатацию.

Необходимо отметить, что термин «приповерхностный газ» («shallow gas») до сих пор трактуется неоднозначно, так в зарубежной литературе понятие «приповерхностный газ» означает свободный газ в нелитифицированных отложениях. К приповерхностным скоплениям углеводородов относят те, в основном, глубина которых составляет от 100 до 500 метров.

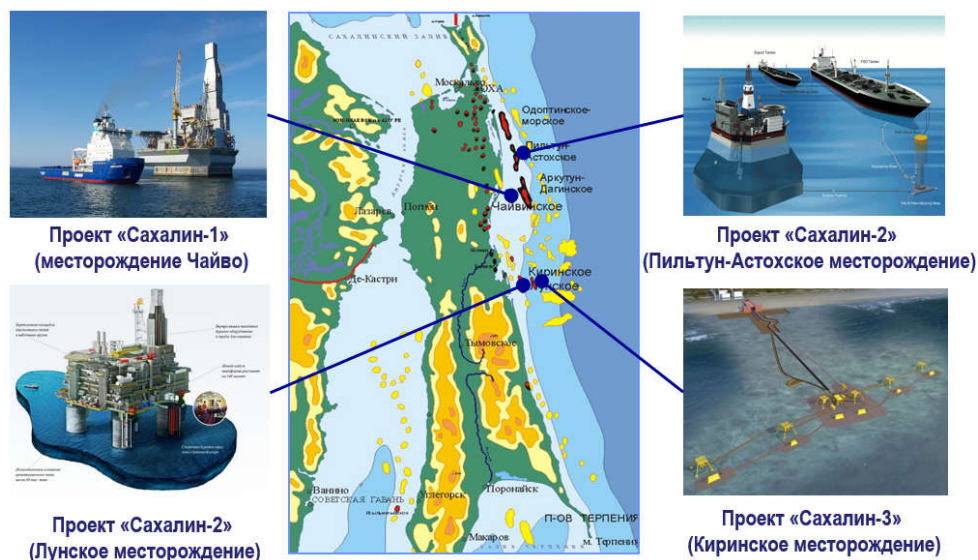


Рис. 1. Проекты освоения месторождений шельфа о.Сахалин

На шельфе морей геологоразведочные работы обязательно включают сейсмические исследования высокого разрешения. Результатом этих исследований возможно обнаружение скоплений приповерхностного газа в районе крупных газоконденсатных месторождений. В придонной части разреза месторождений шельфа Охотского моря выявлены аномальные зоны, связанные с газом, такие как аномалия типа «газовая труба» и зоны повышенных амплитуд – газовые карманы (рисунок 2). В связи с тем, что на сахалинском шельфе породы верхней части разреза слаболитифицированы и отсутствуют многолетнемерзлые грунты, нет условий для существования флюидоупоров, которые могли бы аккумулировать скопления газа и/или воды с аномально высоким пластовым давлением.

Так, по данным высокоразрешающей сейсморазведки над сводовой зоной Кириновского газоконденсатного месторождения, выявлены 4 аномальные зоны, связанные с газом: «газовая труба», которая характеризуется полным затуханием сейсмического сигнала (отсутствием отражающих границ), что указывает на высокую газонасыщенность осадка; и три зоны повышенных амплитуд (газовые карманы) на глубинах 113–125 м (зона 1), 151–158 м (зона 2) и 206–220 м (зона 3).

Приповерхностные газовые скопления Кириновского ГКМ приурочены к четвертичным отложениям и пескам плиоцена (N2). Вероятней всего, что источником газа в них являются залегающие глубже промышленные залежи углеводородов.

Следует отметить, что газонасыщенные осадки в придонной части осадочного чехла распространены практически повсеместно, что подтверждается результатами многолетних

геофизических и инженерно-геологических исследований в различных районах Мирового океана. Неглубокие приповерхностные залежи свободного газа представляют высокую опасность при поисково-разведочном и эксплуатационном бурении, что подтверждается многочисленными выбросами газа с аварийными ситуациями во всем Мировом океане.

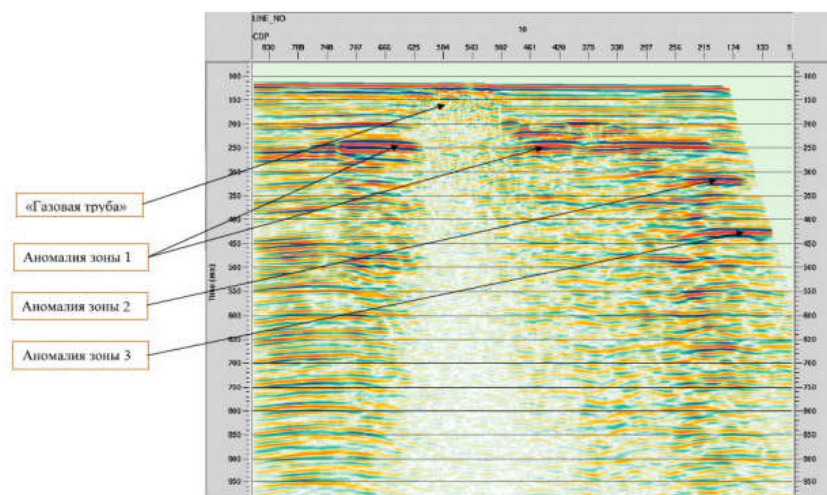


Рис. 2. «Газовая труба» и газовые карманы на Киринском месторождении

Для оценки рисков, связанных с приповерхностным газом принята, следующая терминология [1]:

- высокий риск – аномалия, обладающая всеми сейсмическими характеристиками аномальной зоны неглубоко залегающего газа, включающая наличие признаков газа в ближайших скважинах или наличие в районе бурения ранее идентифицированного регионального горизонта неглубоко залегающего газа;
- умеренный риск – аномалия, обладающая большинством сейсмических характеристик зоны неглубоко залегающего газа, но которая возможно оказаться не газовой;
- низкий риск – аномалия, обладающая некоторыми сейсмическими характеристиками аномальной зоны неглубоко залегающего газа, но которая не является газовой;
- пренебрежимо малый риск – либо аномалия в данном месте отсутствует, либо очевидные причины образования аномальной зоны никак не связаны с газом.

Однако отдельно взятый признак может оказаться недостоверным и не даст полной информации. Наиболее надежным источником информации об отсутствии рисков является бурение пилотных стволов (скважин). Например, пилотным стволом на шельфе Охотского моря было выявлено наличие приповерхностного газа в разрезе.

Исследования методом высокоразрешающей сейсморазведки и данные бурения пилотных стволов позволяют построить карты распространения приповерхностных газовых полей и с учетом этих сведений заложить проектируемые скважины за пределы выделенных аномальных зон.

На ряду с наличием газовых струй и карманов в верхней части разреза существует возможность образования газогидратов, которые относятся к нестабильным образованиям, и существуют в природе в условиях близких к границе их фазовой устойчивости [2]. Незначительные изменения температуры и давления способны вызвать необратимый процесс их разложения, связанный с освобождением в окружающую среду огромного количества метана и воды, образуя оползни и обвалы. Широкое распространение газогидратов в донных отложениях морей и океанов помимо позитивной возможности прироста запасов углеводородов (существует мнение, что общий объём газа газогидратов на один-два порядка превышает объём разведанных запасов нефти и газа во всём мире) создает важнейшую промышленную и экологическую проблему. Одна из серьёзных инженерных проблем в условиях нестабильности газогидратных отложений на морском дне – это эксплуатация морских месторождений, постройка нефтяных платформ и прокладка трубопровода. С подобной проблемой столкнулись при прокладке газопровода Россия-Турция.

На начальной стадии освоения ресурсов на шельфе морей следует изучить механизм формирования газовых скоплений в верхней и придонной части разреза шельфа арктических морей и дать обоснование технологии безопасного бурения скважин в этих условиях. Программа исследований может быть нацелена на выполнение следующих видов работ в два этапа.

1. Выявление и картирование скоплений приповерхностного газа на объектах шельфа Арктических морей по данным переобработки и интерпретации результатов сейсморазведки и инженерно-геологических изысканий на отдельных площадях;

2. Разработка технологии проводки и конструкции скважин в условиях газовых скоплений в верхней части разреза шельфовых месторождений, включая: выполнение расчетов конструкций поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин в условиях скопления газов в верхней части разреза месторождений; разработка рекомендаций по безопасным методам бурения скважин на шельфе, в районах с приповерхностным газом, для каждого типа буровых установок.

Матрица принятия решений при выборе точек заложения скважин в условиях потенциальных проявлений мелкозалегающего газа, конструкции верхней части скважины для различных глубин возможного наличия скоплений приповерхностного газа и технико-технологические решения для отражения в проектной документации на строительство скважин рассмотрены в работе Оганова Г.С. 2017. (рисунок 3) [3].

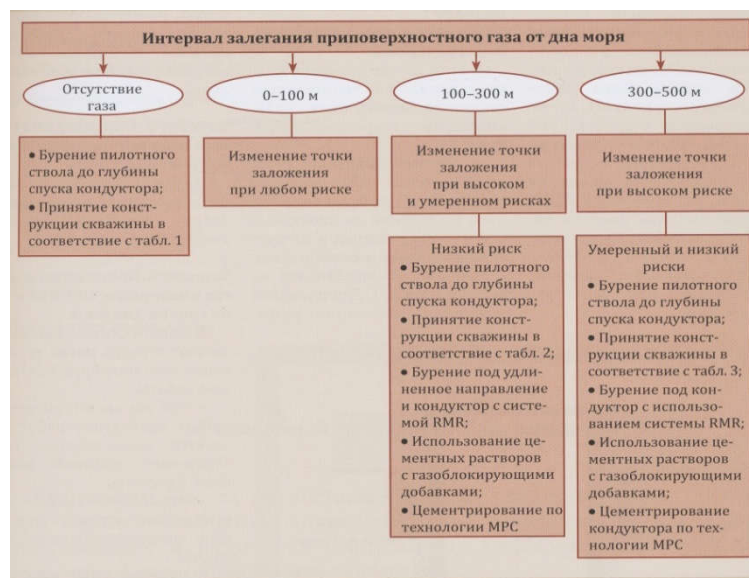


Рис. 3. Матрица принятия решений в условиях потенциальных проявлений мелкозалегающего газа при бурении с ППБУ.

Шельф Охотского моря характеризуется наличием верхней части разреза песчано-глинистых отложений с многочисленными аномалиями приповерхностного газа. Эти аномалии негативно влияют на процессы разведки, разработки и обустройства месторождения, экранируют нижележащие пласты, вносят существенную погрешность в определении глубины залегания продуктивных горизонтов, создают высокий риск выбросов приповерхностного газа при бурении, требуют переноса скважин из зон наличия приповерхностного газа, а также с конструктивных решений при строительстве скважин. В этой связи возникает необходимость разработать систему предварительного выявления таких аномалий и использование особых технологий строительства и проводки скважин.

Прогнозирование указанных негативных явлений и снижение масштабов их последствий является актуальной проблемой, поскольку их возникновение может иметь катастрофические для предприятий и природной среды последствия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Петренко В.Е., Оганов Г.С., Свиридова Т.А.* Техничко-технологические аспекты проектирования и строительства морских скважин при наличии в разрезе приповерхностного газа на шельфе Охотского моря // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2017. № 1.
2. *Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е.* Газогидраты морей и океанов – источник углеводородов будущего. М., 2006.
3. *Оганов Г.С., Свиридова Т.А.* Проектные решения для строительства скважин на морском шельфе в условиях наличия приповерхностного газа // Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений. 2017, № 1.