

## **АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ОСВОЕНИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ АРКТИКИ**

**Глазов Владислав Андреевич**

студент, 5 курс, Мурманский государственный технический университет, РФ, г. Мурманск

**Глазова Валерия Андреевна**

студентка, 1 курс магистратуры, Мурманский государственный технический университет, РФ, г. Мурманск

**Новосёлов Александр Евгеньевич**

студент, 5 курс, Мурманский государственный технический университет, РФ, г. Мурманск

Сегодня, Арктика является уникальным регионом, которая привлекает внимание крупнейших нефтяных и газовых компаний, больше чем любая другая в мире. Активные геологоразведочные работы (сейсморазведка и бурение), начавшиеся на континентальном шельфе Западного полушария Арктики более 40 лет назад, и на Востоке – более 30 лет назад, вылились в открытие нескольких новых крупных нефтегазоносных бассейнов (НГБ) или морских продолжений НГБ, ранее открытых на суше: Бофорта-Маккензи и Свердруп (Канада), Северного склона Аляски (США), Западно-Баренцевского (Норвегия), Восточно-Баренцевского и Южно-Карского (Россия). На российском шельфе обнаружены наиболее крупные месторождения (Штокмановское, Русановское, Ленинградское, Долгинское, Приразломное и др.) с запасами нефти и газа около 10 млрд т нефтяного эквивалента. Крупнейшее месторождение Арктического шельфа-Штокмановское содержит более 3,9 трлн м<sup>3</sup> газа и 56 млн тонн конденсата [4]. Сложные природно-климатические условия и существующие на современном этапе технологические и экономические проблемы его развития отодвинули начало разработки на неопределенный срок. Высокий углеводородный потенциал шельфа признается во всем мире. Поэтому, не ставит под сомнение необходимость детального изучения и глубокого анализа возможных экологических рисков при освоении углеводородных ресурсов Арктики.

При написании нашей статьи, перед нами были поставлены следующие задачи: провести анализ сейсмической ситуации в Арктическом регионе, выявить потенциально опасные последствия повышенной сейсмической активности, проанализировать такие понятия, как покмарки, диапиры и газовые гидраты. Проанализировать возможные риски, связанные с ними, чтобы сделать выводы о проведенной работе.

Первая существенная проблема, с которой придется столкнуться при освоении морских нефтегазовых ресурсов является нестабильность сейсмической ситуации в Арктическом регионе, который характеризуется фокусным распределением землетрясений, связанных с регионами тектонической активности. Западная часть Баренцева моря (норвежская) характеризуется очень высокой сейсмической активностью, с максимальной концентрацией землетрясений в районе архипелага Шпицберген. В Северном Ледовитом океане продолжается система срединно-Атлантических разломов (сейсмически активные зоны спрединга океанического дна), выраженная системой хребтов Мона, Книповича и Гаккеля. Последний идет в море Лаптевых, где он меньше всего выражен в морфологическом плане и почти не виден в гравитационном и магнитном полях. Эта зона характеризуется более низкими значениями магнитуд землетрясений и их рассеиванием на обширной территории побережья моря Лаптевых, включая дельту реки Лена. Вдоль хребтов Гаккеля, Книповича,

мона и дальше на юг, вдоль Срединно-Атлантического хребта имеют место быть многочисленные землетрясения, число и сила которых значительно меняется в течение рассматриваемого периода[1]. Российская часть Западной Арктики (Баренцево и Карское моря), напротив, является относительно спокойной в плане сейсмической активности. Но безопасность шельфовой добычи в Арктике требует повышенного контроля сейсмической ситуации и выяснения природы не только значительных землетрясений, но и с небольшой магнитудой, широко распространенных в Арктике.

Большинство ученых считают, что многие слабые землетрясения на Арктическом шельфе могут быть вызваны подводными выхлопами газа, которые разрушают целостность донных отложений, приводя к образованию покмарок (округлые углубления в рельефе дна). Такие выбросы могут возникнуть в результате прорыва донных отложений газом из неглубоких скоплений, сформированных за счет его притока из глубины (в том числе углеводородных месторождений) или при разложении газогидратных залежей при изменении термобарических условий в донных отложениях. Диаметры углублений могут достигать нескольких десятков или даже сотен метров и глубин до нескольких десятков метров. Очевидно, что образованные углубления могут нанести серьезный ущерб нефтяным и газовым месторождениям и подводным трубопроводам. Известны случаи обнаружения затонувших судов, лежащих на дне покмарок. В частности, BGS (Британская Геологическая служба) обнаружила в Северном море на площади South Fladen в одном из крупнейших покмарок, названной Witch's Hole (отверстие ведьмы), затонувший траулера начала XX века. Одно из основных объяснений потопления корабля, что он затонул в результате аэрирования воды (изменение ее плотности) при дегазации или единовременном выходе (выхлопе) газа из покмарки[1].

В результате исследований последнего десятилетия было получено большое количество новых данных о проявлении грязевулканических процессов в океанах. Грязевые вулканы в море (как и на суше) являются специфическими структурами, которые контролируют наиболее интенсивные разгрузки (потоки) углеводородов. Как правило, перед появлением грязевого вулкана формируется диапир. Это означает, что еще одним фактором экологического риска при усилении сейсмической активности являются диапиры и диапироподобные ступктуры (куполообразные структуры, состоящие из пластичной глины, которые могут остановить рост на любом уровне, не достигнув земной поверхности, а могут выйти на поверхность в виде холма). Формирование диапиров вызвано наличием аномально высоких пластовых давлений (АВПД) в глубинах недр. Диапиры постепенно входят в толщу отложений, изгибая и перекрывая слои вышележащих пород. Дополнительным механизмом формирования глинистых диапиров является инверсия плотности в осадочном разрезе. Нарушение плотности пород становится опасностью превращения их в грязевой вулкан с выбросами метана. В Арктическом секторе диапировые структуры появляются довольно часто, однако, их внешний вид варьируется, на это влияет множество косвенных факторов, что требует отдельного исследования[3].

Среди потенциальных источников опасности в Арктике можно выделить газогидраты (кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях (низких температурах и высоких давлениях) через соединение газа, преимущественно метана с водой.) Термобарические условия образования газовых гидратов, наблюдаются на большей части акватории Ледовитого океана и шельфе Российской Арктики. Неглубокие придонные залежи свободного газа или газогидрата представляют высокую опасность при проведении буровых работ, о чем свидетельствуют многочисленные газо-аварийные ситуации во всем Мировом океане, в том числе Печорском и Карском морях. Поэтому разработка шельфовых месторождений должна сопровождаться детальным, всесторонним изучением. В 1995 бурение инженерно-геологических скважин с корабля "Bavenit" (ОАО «АМИГЭ») в Печорском море, к западу от острова Вайгач, на одном из самых высоких возвышений под слоем отложений толщиной 6 м был вскрыт интервал ледогрунта мощностью более 90 м. В процессе бурения из прилегающего поднятия после небольшой (около 20 м) толщи многолетнемерзлых пород было выявлено скопление газа, выброс которого в водную толщу создал опасные условия для бурового судна (возможно, это был газ из разложенных в процессе бурения газовых гидратов). Похожие по форме, но более крупные (до 400 м в ширину и 30 м в высоту) по размерам поднятия придонных массивов ледогрунта и чистого льда (называемые за рубежом Pingo) были открыты более 40 лет назад акустическими исследованиями в море Бофорта [5, 2].

В заключение хотелось бы отметить, что исследования в указанных выше областях очень важны для организации экологически безопасной эксплуатации морских нефтяных и газовых месторождений и функционирования их инфраструктуры на море и прилегающей суше. Необходим контроль неравномерной сейсмической среды Арктики для обеспечения геологической безопасности региона. Эпизодическая или постоянная дегазация донных отложений представляет большую опасность для судоходства, так как при этом нарушается плотность воды, которая может привести к гибели судов. Необходимо усиление геолого-геофизических исследований в арктических водах с картированием объектов различной природы, представляющих опасность для размещения нефтяных и газовых месторождений и их инфраструктуры.

#### **Список литературы:**

1. Богоявленский В.И. Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики // Бурение и нефть. №11. Москва 2012. С.4-9.
2. Жигарев Л.А. Океаническая криолитозона. - М.: МГУ, 1997. 320 с.
3. Захаренко В.С., Казанин Г.С., Павлов С.П. Предпосылки и условия формирования газогидратов на Штокмановской площади Баренцева моря // Вестник МГТУ. №2. Мурманск 2014. С. 394-402.
4. Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России // Арктика: экология и экономика. №1. Москва 2011. С. 26-37.
5. Shearer J.M. et al. Submarine pingos in the Beaufort Sea. Science, 1971, v. 175, P. 816-818.