

видимости на карте. Панель управления картой и пространственными объектами представляет набор инструментов для навигации картой и расположенными на ней объектами, например, изменение масштаба карты, прокладывание маршрута на карте и другие.

Автор выражает благодарность Калмыковой О.Г., заведующей лабораторией биогеографии и мониторинга биоразнообразия Института степи УрО РАН (г. Оренбург), за предоставленные геоботанические данные полевых исследований.

Литература

1. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 304 с.
2. Попов С.Ю. Геоинформационные системы и пространственный анализ данных в науке о лесе. – Санкт-Петербург: Интермедия, 2013. – 400 с.
3. Щукова К. Б., Токарева О. С., Мирошниченко Е. А. Информационная система для ведения базы данных геоботанических описаний при изучении ландшафта [Электронный ресурс] // Современная техника и технологии. – 2015. – №. 10. – С. 1. – URL: <http://technology.snauka.ru/2015/10/8022>. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 01.06.2016.
4. Shchukova K.B. Information system for maintaining a database of geobotanical descriptions while studying a landscape // IOP Conference Series: Materials and Engineering. – 2015. – Vol. 93, № 012062. – P. 1-4.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕГРАДАЦИИ СУБМАРИННЫХ МЕРЗЛЫХ ТОЛЩ НА ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Ю.А. Юринова

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров¹, старший научный сотрудник В.Е. Тумской²
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия¹
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия²

Арктический регион на сегодняшний день является объектом исследований множества ученых из разных стран. В Арктике работают комплексные экспедиции, в том числе международные. Активное участие в исследованиях принимают Тихоокеанский Океанологический институт (ТОИ ДВО РАН), Московский Государственный университет (МГУ) им. М.В. Ломоносова, Институт Мерзлотоведения (ИМ) СО РАН, а также Томский Политехнический университет (ТПУ). В рамках совместных проектов проводятся масштабные комплексные исследования, направленные на изучение восточно-арктического шельфа как источника парниковых газов планетарной значимости. Основная цель этих исследований – выявить закономерности изменения климата Арктического региона, влияние этих изменений на климат планеты в целом и роль деградации субмаринных реликтовых мерзлых толщ.

Одним из важнейших элементов природной среды Арктики является криосфера, объединяющая в себе части литосферы, гидросферы и атмосферы, имеющие температуру ниже нуля. Климатические изменения в криосфере неразрывно связаны с возникновением и деградацией ледниковых и ледовых покровов, многолетнемерзлых пород. Поэтому арктический регион является областью, наиболее чувствительной к различного рода внешним воздействиям. Например, повышение среднегодовой температуры за последние двадцать лет на 1,2°C вызвало сокращение ледового покрова арктических морей с 500 тыс. км² в середине XX века до 200 тыс. км² в 2005 году [3]. Это повлекло за собой также увеличение стока и изменение режима рек и таяние многолетнемерзлых пород. Современные изменения климата рассматриваются как последствия проявления парникового эффекта, обусловленного ростом содержания в атмосфере основных парниковых газов CO₂ и CH₄ [5]. Концентрация метана в современной атмосфере составляет около 1700 – 1750 миллиардных долей по объему (ppbv) [1]. Каждый год на станциях глобального мониторинга фиксируется увеличение концентрации метана на 16 – 17 ppbv или 1% в год [1].

По современным представлениям деградация мерзлых пород в тёплые геологические эпохи приводит к увеличению эмиссии парниковых газов в атмосферу. Органическое вещество, «законсервированное» в мерзлых породах, при их таянии трансформируется в двуокись углерода (CO₂), а при отсутствии кислорода – в метан (CH₄). На суше деградация мерзлых пород в настоящее время приводит лишь к незначительному повышению среднегодовой температуры пород и увеличению мощности сезонно-талого слоя, тогда как исследованиями показано заметное (примерно на 10%) превышение содержания метана над Арктикой по сравнению с другими регионами нашей планеты [6]. Поэтому была высказана гипотеза о том, что в настоящее время основное значение на климатические изменения в Арктике оказывает деградация шельфовой криолитозоны, которая в настоящее время находится в субмаринных условиях [4, 5, 6]. Парниковые газы, и в первую очередь метан, ранее накапливавшиеся под газонепроницаемыми мерзлыми толщами на шельфе и предположительно существовавшие в форме газовых гидратов, в настоящее время диссоциируют и поступают на дно моря по разрастающимся сквозным таликам [4]. Несмотря на то, что деградация подводной мерзлоты – процесс геологически длительный, по данным современных исследований весьма вероятно, что к настоящему времени эмиссия метана достигла значительных величин и сказывается на климатических изменениях.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется восточно-арктическому шельфу, так как на его территории находится более 80% существующей подводной мерзлоты, а также, по-видимому, основная часть мелководных газовых гидратов (рис. 1).



Рис. 1 Газогидратные области Северного Ледовитого океана (по Гаврилову А.В., 2008)

Фактических данных о распространении и мощности субмаринных мёрзлых пород на шельфе моря Лаптевых на сегодняшний день крайне мало. Коллективом исследователей кафедры геоэкологии МГУ на основании математического моделирования была показана возможность существования шельфовой криолитозоны мощностью до 600–900 м, имеющей сложное многоярусное строение [2, 5]. В настоящее время в рамках совместных исследований учёных ТОИ, МГУ, ИМ и ТПУ проводится комплексное изучение распространения и состояния субмаринных мёрзлых пород и эмиссии газов в юго-восточной части моря Лаптевых. При этом используются как геофизические методы, так и непосредственно бурение с припайного льда.

Помимо изучения влияния деградации мёрзлых пород шельфа и эмиссии метана на климатические изменения, по мнению автора, важной частью исследований должен являться анализ геоэкологических последствий этих процессов. Можно представить несколько важнейших геоэкологических аспектов деградации шельфовых мёрзлых пород, выражающейся в повышении их температуры, уменьшении сплошности, распространения и мощности.

1) Повышение температуры реликтовых мёрзлых толщ, как и уменьшение их мощности, приводит к вовлечению дополнительного количества органического вещества для продуцирования парниковых газов. Это происходит как на всей территории восточно-арктического шельфа, так и в прибрежной зоне в процессе разрушения берегов термоабразией.

2) Деградация субмаринной криолитозоны приводит к дестабилизации газовых гидратов в основании толщи мёрзлых пород и увеличению эмиссии парниковых газов. Предположительно, именно этот источник метана является основным на восточно-арктическом шельфе.

3) Интенсивность протаивания мёрзлых пород на мелководье в настоящее время достигает 5-15 см/год (устное сообщение И.П. Семилетова). Это приводит к развитию донной термоабразии, увеличению глубины прибрежных участков моря и интенсификации береговой термоабразии. На отдельных участках берегов это приводит к скоростям отступления береговой линии до 10-15 м/год. Дополнительно этому способствует уменьшение ледовитости моря, увеличение продолжительности безлёдного периода и балльности штормов.

4) Интенсивная динамика береговых процессов и просадки дна являются негативным фактором при инженерно-геологическом освоении восточно-арктического шельфа, что требует дополнительных мер по обеспечению безопасности и увеличивает риски.

5) Бурение любых скважин на арктическом шельфе является сложной задачей, но деградация мёрзлых пород дополнительно приводит к снижению несущей способности грунтов вокруг стволов скважин, а прорывы газов могут приводить к аварийным ситуациям.

Все вышеперечисленные геоэкологические последствия деградации реликтовых мёрзлых толщ на арктическом шельфе практически никогда ранее не изучались. Их выделение и дальнейшее изучение можно рассматривать как новое направление в геоэкологии.

Литература

1. Бudyko, М.И., Израэль, А., Маккракен, М.С., Хект, А.Д. (Editors). Предстоящие изменения климата. - Гидрометеиздат, Ленинград, 1991 г. - 270 с.
2. Гаврилов А.В. Криолитозона арктического шельфа Восточной Сибири (современное состояние и история развития в среднем плейстоцене–голоцене): Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. - М., Издательство МГУ, 2008 г. - 48 с.
3. Кокорин А.О., Спиридонов В.А. Воздействие изменения климата на российскую Арктику: анализ и пути решения проблемы - М., WWF России, 2008 г. – 28 с.
4. Сергиенко В. И., Лобковский Л. И., Семилетов И. П., Дударев О. В. и др. Деградация подводной мерзлоты и разрушение гидратов шельфа морей Восточной Арктики как возможная причина «метановой катастрофы»:

- некоторые результаты комплексных исследований 2011 года // Доклады Академии Наук, 2012, том 446, № 3, - М. Наука, с. 330–335
5. Романовский Н.Н., Тумской В.Е. Ретроспективный подход к оценке современного распространения и строения шельфовой криолитозоны Восточной Арктики // – Криосфера Земли, т. 15, № 1., 2011 г. – 3 – 11 с.
 6. Шахова, Н.Е., Сергиенко В.И., Семилетов И.П. О роли Восточно-Сибирского арктического шельфа в современном цикле метана и глобальных климатических процессах // Вестник ДВО РАН. 2008. № 4 - 3-15 с.

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.Л. Яковлев

Научный руководитель доцент О.В. Савенок

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

Добыча нефти в Краснодарском крае является исторически сложившейся и для большей части месторождений находится на завершающем этапе, что свидетельствует о специфике разработки данных месторождений, поскольку в нашей стране отсутствуют технологические решения по доработке месторождений, характеризующиеся своей безопасностью и экономической выгодностью.

Помимо уже известных месторождений на территории Краснодарского края постоянно проходят разведывательные мероприятия по поиску новых месторождений. Связан данный аспект с одной особенностью строения пород-коллекторов. Породы отличаются низкой степенью цементации, что приводит к образованию нефтяных ловушек. Подобные образования являются труднопрогнозируемыми и при вскрытии могут привести к выносу песка в скважину, что в свою очередь может привести к различным негативным последствиям: от нарушения работы скважины до необходимости полного прекращения работ.

Явление пескопроявления не является новым для нефтедобычи, но, тем не менее, последствия данного явления до сих пор относятся к категории одних из самых негативных для процессов добычи. Именно по этой причине в настоящее время ведётся активная разработка методов борьбы с пескопроявлением, однако не все они отличаются эффективностью, безопасностью и экологической инертностью.

Предпочтение в борьбе с пескопроявлением отдаётся методам пластифицирования, которые возможны за счёт воздействия полимерных буровых растворов или смол на вмещающие породы. Компоненты данных смесей отличаются высокой химической опасностью, несмотря на наличие способов её снижения, поскольку каждая из методик характеризуется высокой стоимостью. Таким образом, и без того неблагоприятная вследствие нефтедобычи экологическая ситуация значительно ухудшается при попытках интенсификации добычи, постепенно приводя к ситуации экологического кризиса для территории по истине уникальной природы [1-4].

Эффективная разработка месторождений Краснодарского края возможна только в случае решения следующих проблем:

- разработка комплексных системных технологических решений эксплуатации газовых месторождений Краснодарского края на завершающей стадии на основе прогнозных моделей состояния пород-коллекторов;
- разработка метода прогнозирования состояния пород-коллекторов газовых месторождений на завершающей стадии на предмет наступления факторов осложнения добычи;
- разработка методов междисциплинарного моделирования (физические, материаловедческие, химические, физико-химические и др.) состояния пород-коллекторов для прогнозирования наступления осложнений добычи;
- анализ особенностей разработки месторождений Краснодарского края и эксплуатации промышленных объектов;
- систематизация методов и технологий, принимаемых на завершающей стадии эксплуатации газовых месторождений.

В качестве разрабатываемого решения предлагается усовершенствование конструкции гравийного фильтра, поскольку:

1) среди различных конструкций фильтров наилучшие фильтрационные свойства демонстрируют каркасно-проволочные фильтры (при их проектировании необходимо добиваться максимального значения скважности);

2) срок службы значительно выше относительно сетчатых аналогов;

3) при подборе фильтров для скважины необходимо изучить гранулометрический состав механических примесей, который определяет не только параметры фильтра (проходной размер ячеек, межвитковый зазор), но и саму его конструкцию;

4) в ряде случаев необходимо учитывать экономическую составляющую при подборе фильтрационного оборудования, а именно:

- стоимость фильтра;
- затраты, связанные с его установкой;
- ремонтпригодность;
- возможные потери от его преждевременного выхода из строя.

К гравийным относятся фильтры, у которых поверхность, контактирующая с породой, состоит из искусственно вводимого гравия, расположенного вокруг опорных фильтровых каркасов. Гравийные фильтры (рисунок 1) собираются на устье скважины, либо намываются непосредственно на забое. Основным преимуществом гравийных фильтров по сравнению с фильтрами других конструкций является то, что они могут успешно применяться при большой неоднородности частиц коллектора.