

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ
В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ

Сергеев Андрей Олегович, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, email sergo777899@mail.ru

В работе исследуются геологические перспективы выявления газовых гидратов в Арктических регионах. Газовый гидрат – это кристаллическое твёрдое вещество, которое состоит из молекулы метана, окружённой клеткой из взаимосвязанных молекул воды. Он стал глобальным энергетическим переворотом. Считается, что месторождения газовых гидратов являются более крупным углеводородным ресурсом, чем все мировые запасы нефти, природного газа и угля вместе взятые. Они были обнаружены под арктической вечной мерзлотой, антарктическими льдами и вдоль континентальных берегов. В настоящее время коммерческое производство реализовано в рамках совместного проекта США и Японии. Технические особенности разработки месторождений газовых гидратов вызывают разрушение подводных лодок, оползни или овраги, которые могут повредить производственное оборудование и трубопроводы. Ещё одна потенциальная опасность – глобальное потепление, потому что метан – мощный парниковый газ.

Ключевые слова: метан, гидрат, нефть, порода, оползень, проницаемость, концентрация

GEOLOGICAL PROSPECTS OF GAS HYDRATES IN ARCTIC REGIONS

Sergeev Andrey O., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, email: sergo777899@mail.ru

This paper examines the geological prospects for detecting gas hydrates in the Arctic regions. Methane hydrate is a crystalline solid that consists of a methane molecule surrounded by a cage of interlocking water molecules. It has become a global energy «game changer». Methane hydrate deposits are believed to be a larger hydrocarbon resource than all of the world's oil, natural gas and coal resources combined. They have been found beneath Arctic permafrost, Antarctic ice and along continental shores. Nowadays commercial production has been realized in a joint project between the United States and Japan. Technical features of methane hydrate production cause submarine slumping, landslides, or subsidence that can damage production equipment and pipelines. Another potential danger is global warming, because methane is a powerful greenhouse gas.

Keywords: Methane, hydrate, oil, rock, landslide, permeability, concentration

Огромное количество газовых гидратов найдены под вечной мерзлотой Арктики, подо льдом Антарктиды и в отложениях вдоль границ континентов [1].

В некоторых местах мира они находятся ближе к густонаселённым местностям, чем любые другие залежи природного газа. Эти близкорасположенные залежи могут позволить странам, импортирующим природный газ, стать независимыми от импорта. Стоит задача определить их количество и найти надёжные, экономичные способы разработки [2].

Газовые гидраты – это твёрдые кристаллы, состоящие из молекул метана, окружённых решеткой из переплетённых молекул воды. В природе газовые гидраты встречаются в виде льда, находящегося под поверхностью земли в тех местах, где термобарические условия благоприятны для их образования. Если лед изъять из этих условий, то он становится нестабильным [5]. Именно по этой причине трудно исследовать залежи газовых гидратов. Их невозможно бурить и извлекать образцы керна для изучения, как любой другой подземный материал, потому что, когда они попадают на поверхность, давление уменьшается, а температура растёт. Это приводит к таянию льда и испарению метана [3].

Существует ещё несколько названий газовых гидратов: клатрат метана, газогидрат, метановый лед, горючий лед, природный газ гидратов и др. Большинство

залежей газовых гидратов также содержит небольшие количества других углеводородных гидратов. Сюда входят пропан и этан [4].

Четыре среды планеты имеют подходящие термобарические условия для образования и накопления газовых гидратов:

- отложения и залежи под Арктической вечной мерзлотой;
- залежи по краям континентов;
- глубоководные отложения под внутренними озёрами и морями;
- подо льдами Антарктиды.

За исключением Антарктических залежей, газовые гидраты находятся на небольшой глубине. В большинстве случаев газовые гидраты находятся в пределах нескольких сотен метров от поверхности слоя. В этих местах газовые гидраты находятся в породе в виде слоёв, узелков и скоплений гранул. Отложения часто очень плотные и стойкие до такой степени, что они создают непроницаемый слой, который задерживает выход природного газа на поверхность [6].

В 2008 г. Геологическая служба США подсчитала общие неисследованные запасы газовых гидратов на Северном склоне Аляски. Выяснилось, что эти запасы составляют от 25,2 до 157,8 трлн куб. футов. Эти данные приблизительные, так как было пробурено очень мало скважин в отложения гидратов. До настоящего времени не велась широкомасштабная, экономически рентабельная добыча газовых гидратов. Вся добыча была или незначительной, или экспериментальной. В начале 2012 г., совместный проект между США и Японией обеспечил стабильную добычу метана путём нагнетания двуокиси углерода в газогидратные отложения. Двуокись углерода перемещала метан из структуры гидрата и выталкивала его на поверхность [7]. Этот проект был успешным, потому что он дал возможность добывать метан, избегая последствий, связанных с таянием льда из газового гидрата.

Самые подходящие для разработки отложения газовых гидратов должны обладать следующими характеристиками:

- высокая концентрация гидрата;
- порода с высокой проницаемостью;
- местность с развитой инфраструктурой.

Залежи с данными характеристиками вероятнее всего располагаются на северном склоне Аляски или на Севере России.

Газовые гидраты весьма чувствительны. Они быстро разрушаются при увеличении температуры или уменьшении давления. При разрушении образуются свободный метан и вода. Превращение твердой породы в жидкости и газы приводит к потере прочности и целостности. Это вызывает подводные оползни или обвалы, которые могут повредить производственное оборудование и трубопроводы. Повышение температуры в Арктике может вызвать постепенное таяние газовых гидратов под вечной мерзлотой. Потепление океанов может стать причиной испарения газовых гидратов на поверхность воды. Несмотря на то, что многие отчеты представили это как новую угрозу, исследование Геологической Службы США доказало, что газ гидратов в настоящее время входит в общее количество атмосферного метана, но для катастрофы этого количества недостаточно [8; 9].

Хотя запасы газовых гидратов находятся в трудно осваиваемых местах и представляют определенные технические сложности, они широко распространены и являются самым большим источником углеводородов на Земле. Может быть разработан ряд методов добычи их, заключающихся в снижении давления, ионном обмене и в других процессах, обладающих преимуществом, благодаря своим особым химическим и физическим свойствам [10]. США, Канада, Япония и Индия имеют перспективные проекты для разработки технологий добычи газовых гидратов. Газовые гидраты непременно сыграют важную роль в наших будущих источниках энергии.

Список литературы

1. Чувилин Е.М., Тумской В.Е., Типенко Г.С., Гаврилов А.В., Буханов Б.А., Ткачева Е.В., Аудиберт-Хайет А., Каукил Э. Реликтовые газовые гидраты и возможность их существования в пределах Южно-Тамбейского газового месторождения. Конференция SPE по разработке месторождений в осложненных условиях и Арктике, 15-17 октября 2013 года, Москва.
2. Бакулин Д.А., Зобов П.М., Черемисин А.Н., Вадим Николаевич Хлебников Метод решения проблем добычи газа из туронских пластов. SPE Russian Petroleum Technology Conference, October, Virtual 2020. – С. 26-29.
3. Истомин В.А., Моисейкин П.А., Абрашов В.Н. и др. 2013. Гидратообразование в призабойной зоне пласта при освоении туронских залежей Западной Сибири. Научно-технический сборник Вести газовой науки, 2013, №5(16). – С. 99-104.
4. Кильдышев С.Н., Кубасов Д.А., Дорофеев А.А. и др. Выделение объектов эксплуатации на многопластовом Южно-Русском нефтегазоконденсатном месторождении. Территория нефтегаз, 2011, №6. – С. 42-47
5. Схаляхо А.С. Исследование образования гидратов природных газов в пористой среде и их влияние на продуктивную характеристику скважин. Автореф. дис.канд.техн.наук. – Москва, 1974. – 17 с.
6. Хлебников В.Н., Гушин П.А., Антонов С.В., Мишин А.С., Лян Мэн, Хамидуллина И.В., Зобов П.М., Лихачева Н.В., Винокуров В.А. Исследование ингибиторнозаместительного метода добычи метана из газовых гидратов // Криосфера Земли. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2018, т. XXII, № 2. – С. 39-49.
7. Khlebnikov V.N., Antonov S.V., Mishin A.S., Liang Meng, Khamidullina I.V., Zobov P.M., Likhacheva N.V., Gushchin P.A. 2017. Major factors influencing the formation of natural gas hydrates in porous media. NATURAL GAS INDUSTRY, vol. 37, n. 5.
8. Чувилин Е.М. и Гурьева О.М. Экспериментальное изучение образования гидратов в поровом пространстве промерзающих и мерзлотных пород. Криосфера Земли, 2009, т. XIII, №3. – С. 70-79.
9. Keith A. Kvenvolden, Thomas D. Lorenson Global Occurrences of Gas Hydrates. The Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference, 17-22 June, Stavanger, Norway 2001
10. Don B. Carson, Donald L. Katz Natural Gas Hydrates. Transactions of the AIME December, volume 146, issue 01, 1942

References

1. Chuvilin E. M., Tumskoy V. E., Tipenko G. S., Gavrilov A.V., buchanov B. A., Tkacheva E. V., Audibert-Hayet A., Kaukil E. Relic gas hydrates and the possibility of their existence within the South Tambey gas field. SPE conference on field development in difficult conditions and the Arctic, October 15-17, 2013, Moscow.
2. Bakulin D. A., Zobov P. M., Cheremisin A. N., Vadim Nikolaevich Khlebnikov Method for solving problems of gas production from Turonian reservoirs. SPE Russian Petroleum Technology Conference, October, Virtual 2020. - Pp. 26-29.
3. Istomin V. A., Moiseikin P. A., Abrashov B. H. et al. 2013. Hydrate formation in the bottom-hole zone of the formation during the development of the Turonian deposits in Western Siberia. Scientific and technical collection of gas science News, 2013, №5(16). – P. 99-104.
4. Kildyshev S. N., Kubasov D. A., Dorofeev A. A. and others. Allocation of operational facilities at the multi-layer Yuzhno-Russian oil and gas condensate field. Territory of Neftegaz, 2011, no. 6. - Pp. 42-47
5. Shalyakho A. S. Investigation of the formation of natural gas hydrates in a porous medium and their influence on the productive characteristics of wells. Autoref. dis. Cand. of technical Sciences. - Moscow, 1974. - 17 p.
6. Khlebnikov V. N., Gushchin P. A., Antonov S. V., Mishin A. S., Liang Meng, Khamidullina I. V., Zobov P. M., Likhacheva N. V., Vinokurov V. A. Research of the inhibitor-substitution method of methane extraction from gas hydrates // Earth's Cryosphere. - Novosibirsk: Publishing house of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 2018, vol. XXII, no. 2. - Pp. 39-49.
7. Khlebnikov V.N., Antonov S.V., Mishin A.S., Liang Meng, Khamidullina I.V., Zobov P.M., Likhacheva N.V., Gushchin P.A. 2017. Major factors influencing the formation of natural gas hydrates in porous media. NATURAL GAS INDUSTRY, vol. 37, n. 5.
8. Chuvilin E. M. and Guryeva O. M. Experimental study of hydrate formation in the pore space of frozen and permafrost rocks. Cryosphere of the Earth, 2009, vol. XIII, no. 3. - Pp. 70-79.

9. Keith A. Kvenvolden, Thomas D. Lorenson Global Occurrences of Gas Hydrates. The Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference, 17-22 June, Stavanger, Norway 2001

10. Don B. Carson, Donald L. Katz Natural Gas Hydrates. Transactions of the AIME December, volume 146, issue 01, 1942

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Ушивцева Любовь Франковна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: ushivceval@mail.ru

Несмиянова А. С., студент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Острикова Е. Е., студент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

При освоении недр с активным развитием соляных массивов наряду с усилением техногенной нагрузки на все более глубокие части литосферы, возникновению целого ряда осложнений в процессе бурения способствует наличие солей в разрезе. Присутствие солей различного состава в Прикаспийской, Восточно-Кубанской, Северо-Германской, Днепрово-Донецкой впадинах обуславливают их растворение, рапопроявления, поглощения раствора, пластические перемещения, и как следствие, прихваты бурового инструмента, деформации и смятие обсадных колонн. *Научная новизна.* Тектонические особенности и внутреннее строение положительных и отрицательных форм солянокупольных структур определяют распространение объектов с аномальными геологическими свойствами – рапонасыщенных пластов, зон растворения и течения солей и внутрисолевых вязких глин. В настоящей статье детально рассмотрены строение солянокупольных структур юго-западной части Прикаспийской впадины, их морфологические разновидности, приведена классификация по различным критериям. Установлено, что степень интенсивности соляного тектогенеза и первоначальная толщина соли обусловили многообразие соляных структур; наиболее активный рост соляных куполов приходится на время общего воздымания территории - на рубеже позднепермской – раннетриасовой, познетриасовой, раннеюрской, олигоценно-плиоценовой эпох. Следовательно, изучение соленосных толщ и выявления (на основе научного подхода) в их массивах участков разреза с аномальными объектами (зон пониженных прочностных свойств пород, тектонических нарушений, рапонасыщенных пластов, зон развития калийно-магниевого солей и вязких пластичных глин) путем опережающего их прогноза является весьма актуальным. *Выводы.* Знание внутреннего строения разреза проектируемой скважины на предпроектной стадии, позволяет: выбрать соответствующую конструкцию скважины, подобрать параметры глинистого раствора. В статье приводятся особенности геологического строения, характеристика и классификация по различным критериям солянокупольных структур, их связь с нефтегазоносностью.

Ключевые слова: солянокупольная тектоника, соляной массив, солянокупольные структуры, соленосные толщ, аномальные объекты, диапир, гряда, мульда, шток, нефтегазоносность

GEOMORPHOLOGIC CHARACTERISTIC AND STRUCTURAL HISTORY OF SALT DOMES OF THE SOUTH-WEST PRE-CASPIAN REGION

Ushivtseva Lyubov F., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: ushivceval@mail.ru

Nesmianova A. S., student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Ostrikova E. E., student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru