

Список литературы

1. Иванов С. А. Применение дифференциально-нормированного метода электроразведки на шельфе Каспийского моря / С. А. Иванов, П. Ю. Лежейдо, Г. А. Богданов, С. В. Делия, Г. Ю. Кобзарев // Геофизика. – 2004. – № 5. – С. 38–41.
2. Ильин А. Ф. Развитие зон очаговой трещиноватости в подсолевой толще Астраханского свода / А. Ф. Ильин, А. Я. Бродский, В. А. Захарчук // Сборник трудов АНИПИгаз. – Астрахань, 2003. – № 3. – С. 18–23.
3. Кунин Н. Я. Глубинное строение Прикаспийской впадины по данным сейсмических зондирований и некоторые вопросы ее происхождения / Н. Я. Кунин, Ю. А. Волож, В. А. Циммер, Г. И. Семенова. – М. : Недра, 1974. – С. 29–48.

References

1. Ivanov S.A., Legejdo P.Ju., Bogdanov G.A., Delija S.V., Kobzarev G.Ju. Primenenie differencial'no-normirovannogo metoda jelektrozrazvedki na shel'fe Kaspijskogo morja [Application differential normirovannogo an electroinvestigation method on a shelf of the Caspian Sea]. *Geofizika* [Geophysics], 2004, no. 5, pp. 38–41.
2. Il'in A.F., Brodskij A.Ja., Zaharchuk V.A. Razvitie zon ochagovoj treščinovatosti v podsolevoj tolwe Astrahanskogo svoda [Development of zones of an ochagovy treshchinovatost in podsolevy thickness of Astrakhan Anticline]. *Sbornik trudov ANIPigaz* [Collection of works of Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry]. Astrakhan, 2003, no. 3, pp. 18–23.
3. Kunin N.Ja., Volozh Ju.A., Cimmer V.A., Semenova G.I. *Glubinnoe stroenie Pri-kaspijskoj vpadiny po dannym sejsmicheskikh zondirovanij i nekotorye voprosy ee proi-shozhdenija* [Deep structure of Precaspian Depression according to seismic zondirovaniye and some questions of its origin]. Moscow: Nedra, 1974, pp. 29–48.

ГАЗОГИДРАТЫ – ПРОДУКТ ГЛУБИННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, профессор

Кубанский государственный университет
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: geoskubsu@mail.ru

Соловьев Владимир Алиевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор

Кубанский государственный университет
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Соловьева Лидия Павловна, доктор геолого-минералогических наук, профессор

Кубанский государственный университет
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

На основе изучения грязевого вулканизма, сейсмичности и газогидратов Черноморско-Каспийского региона предложена дегазационная модель формирования газогидратов, которые, как и большинство углеводородов, образуются в очагах сейсмичности. С очагами формирования их связывают литрические разломы, по которым газ достигает соответствующего уровня и скапливается в виде залежей газогидратов.

Ключевые слова: газогидраты, химия газогидратов, физика газогидратов, геология газогидратов, солитонная концепция, дегазационная модель.

GAS-HYDRATES – EARTH’S ABYSSAL DEGASIFICATION PRODUCT

Popkov Vasily I., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Academician of RANS, Professor

Kuban State University
149 Stavropolskaya st., Krasnodar, Russia, 350040
E-mail: geoskubsu@mail.ru

Soloviev Vladimir A., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor

Kuban State University
149 Stavropolskaya st., Krasnodar, Russia, 350040

Solovieva Lidiya P., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor

Kuban State University
149 Stavropolskaya st., Krasnodar, Russia, 350040

On basis of mud volcanism, seismicity and gas-hydrates’ researches of Black Sea – Caspian region there was suggested decontamination model of gas-hydrates’ formation which as a majority of carbohydrates form in seismicity hearth. They are connected with the seismicity hearths by listrisical fractures by which gas reaches fit level and concentrates in form of gas-hydrates’ pool.

Key words: Gas-hydrates, Gas-hydrates’ chemistry, Gas-hydrates’ physics, Gas-hydrates’ geology, Soliton conception, Degasification model.

История и постановка вопроса

Газогидраты – это образования типа спрессованного снега или рыхлого льда, существующие в условиях низких (близких к нулю) температур и высоких (не менее 50 атм.) давлениях. Впервые они были открыты в 1964 г. на месторождении Месуяха в Западной Сибири. Позже аналогичные залежи были обнаружены в Канаде и Америке.

В 1968 г. американцам на станции Берд удалось пробурить ледовый панцирь Антарктиды до основания (глубина 2 164 м) и обнаружить там газогидраты. В 1969 г. отечественными нефтяниками А.А. Трофимуком, Н.В. Черским, Ю.Ф. Макогоном, В.Г. Васильевым сделано открытие, в результате которого экспериментально установлено ранее неизвестное свойство природных газов образовывать в земной коре при определенных термодинамических условиях (до 295 °К и до 250 атм.) залежи в твердом газогидратном состоянии [8]. В 1 м³ газогидрата может содержаться 160–180 м³ метана. Запасы природного газа, содержащегося в газогидратах, составляют не менее 1000 трлн м³ (втрое больше, чем в обычных месторождениях газа, включая еще не открытые). Этим определяется значение газогидратов как потенциальных ресурсов газа, но существующие технологии позволяют добывать газ из газогидратов только на суше, и то с низкой экономической эффективностью. Впервые они были опробованы на Месуяхском месторождении на Таймыре (около 280 км от Норильска).

Отдавая должное общей идее и конкретным исследованиям по разным вопросам дегазации Земли, мы обратили внимание на отсутствие работ о роли дегазации в формировании собственно газогидратов. Занимаясь нефтегазоносностью Черноморско-Каспийского региона [12], нам удалось через гря-

зевой вулканизм и сейсмичность продвинулись в понимании роли глубинной дегазации в формировании газогидратов.

Физика и химия газогидратов

В физико-химическом отношении газогидраты представляют собой *клеточный* (клатратный) лед, когда молекулы газа образуют *гидраты*, т.е. превращают лед в клатратное состояние. При этом вокруг молекул газа собирается несколько молекул воды, из которых выстраиваются *многогранники*, напоминающие клетки. Лед, состоящий из подобных многогранников, называется *клеточным*, или *клатратным* [10]. Известно три типа таких многогранников – 12-, 14- и 16-гранники (рис. 1). Они образованы соответственно двадцатью, двадцатью четырем и двадцатью восьмью молекулами воды, соединенными водородными связями. Внутри каждой клетки находится молекула газа. Между молекулами газа и клетками химических связей нет. Молекулы основных компонентов воздуха (азота и кислорода) образуют клеточный лед только тогда, когда давление превышает некоторую критическую величину. Гидраты этих газов обладают кубической кристаллической структурой, элементарная ячейка которой состоит из двух 12-гранников и шести 14-гранников. В элементарной ячейке содержится 46 молекул воды. Таким образом, в случае, если во всех клетках находится M молекул газа, химическая формула этого клеточного льда должна иметь вид $M \cdot 6H_2O$.

Существует зависимость давления от температуры, при котором клеточный лед уже не может существовать в устойчивом состоянии (критическое давление) (рис. 2). У клеточного льда, включающего азот, критическое давление несколько выше, чем у льда, включающего кислород. Видно, что условия, при которых клеточный лед, включающий воздух, может существовать в устойчивом состоянии, создаются на глубинах, превышающих 800 м. До этой глубины молекулы воздуха присутствуют внутри льда в пузырьках, а на больших глубинах они постепенно диффундируют в его кристаллическую решетку. При этом молекулы воды перегруппировываются и образуют клеточный лед. Например, давно известно, что пропускная способность газовых трубопроводов ухудшается из-за наростов гидрата метана на их стенках, но обнаружить гидраты газов в естественных условиях удалось только недавно, в частности в антарктическом льде.

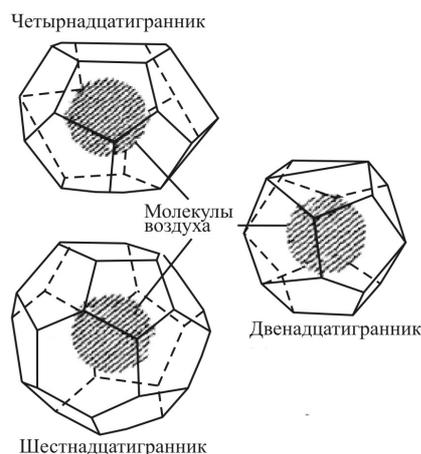


Рис. 1. Типы многогранников газогидратного льда

Результаты анализа газогидратов показывают, что их состав резко отличается от состава газов биохимического происхождения. В биохимических газах преобладает метан (примесь гомологов метана и их производных составляет тысячные и десятитысячные доли процента), в газовой же смеси газогидратов отмечается высокое содержание гомологов метана и их производных (до 17 %) и значительное количество (до 12 компонентов) УВ выше C_6 (до 4,6 %), которые в биохимических газах не были обнаружены [5].

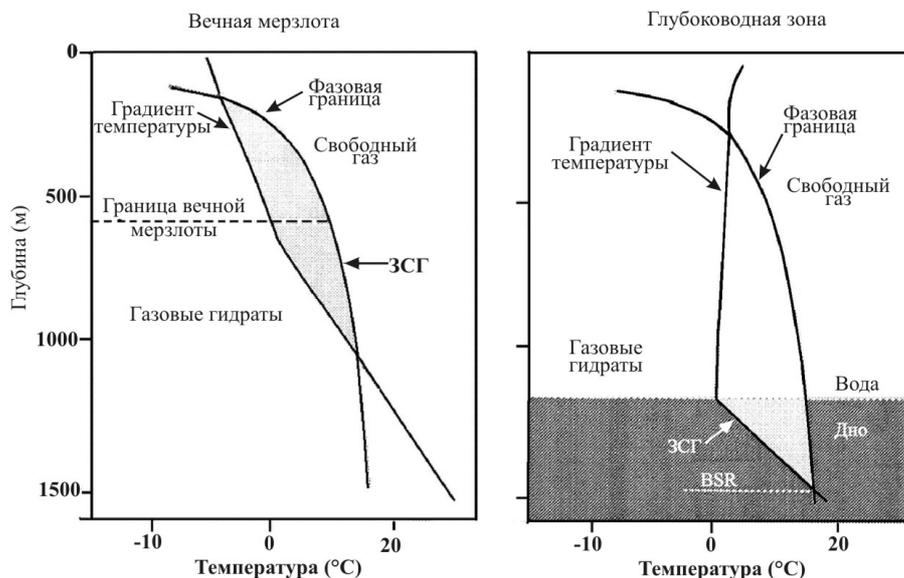


Рис. 2. Диаграмма условий устойчивого состояния клеточного льда

Геология газогидратов

Газогидраты выявлены почти на 50 площадях мира, и, по некоторым оценкам, 98 % из них – это акватории и только 2 % приходится на районы вечной мерзлоты суши [1]. В районах вечной мерзлоты они могут существовать на глубинах от 130 до 2000 м от поверхности. Примерно 10 % акваторий являются потенциально газогидратными. Присутствие газогидратов в акваториях было установлено по аномальным сейсмическим горизонтам (Bottom Simulating Reflectors – BSR), отождествляемым с подошвой гидратоносных отложений на глубинах от 100 до 1100 м от морского дна. Глубоководным бурением они вскрыты вблизи берегов США, Канады, Перу, Коста-Рики, Гватемалы, Мексики и Японии. Газогидраты обнаружены также в Средиземном, Черном, Каспийском, Южно-Китайском морях и у берегов Южной Кореи и Индии. В геологическом отношении более или менее детально изучено небольшое число газогидратных скоплений. Это, прежде всего, скопления на хребте Блейк вдоль юго-восточной Атлантики США, в Каскадии на Тихоокеанской окраине Канады, в прогибе Нанкай у восточного побережья Японии, в дельте реки Маккензи на северном склоне Аляски в Канаде. Американцами выполнена и оценка ресурсов газа по изученным скоплениям (табл.).

Таблица

Оценка ресурсов газа в газогидратах Америки и Канады

Данные по скважинам	Интервал залегания газогидратов, м	Мощность зоны, содержащей газогидраты, м	Средняя пористость отложений, %	Среднее насыщение газогидратами, %	Объем газа в газогидратах, млн м ³ /км ²
Пункт 994	212,0–428,8	216,8	57,0	3,3	670,0
Пункт 995	193,0–450,0	257,0	58,0	5,2	1267,9
Пункт 997	186,4–450,9	264,5	58,1	5,8	1449,7
Программа ODP: Континентальная окраина Каскадии (Тихоокеанская окраина Канады)					
Пункт 889	127,6–228,4	1008	51,8	5,4	466,6
Нанкайский прогиб (Япония)					
Скважины	207–265	16	36	80	755,7
Северный склон Аляски (США)					
Скважина N-W Eileen State-2: С	651,5–680,5	29,0	35,6	60,9	1030,9
D	602,7–609,4	6,7	35,8	33,9	133,4
E	564,0–580,8	16,8	38,6	32,6	346,9
Дельта реки Маккензи (Канада)					
Скв. Mallic 2L-38	888,8–1101,1	212,3	31,0	44,0	4749,1

Расчеты показывают, что на хребте Блейк газогидратов порядка 37,7 трлн м³ и 19,3 м³ свободного газа под газогидратами. В Нанкае газогидратное скопление содержит до 60 трлн м³ газа. Появилось сообщение об открытии крупного газогидратного скопления на побережье Японского моря (в 30 км севернее Дзёцу на глубине 800–1000 м) с запасами газа в 7 трлн м³, которого хватило бы Японии на 100 лет. Сходные сообщения поступают из Кореи и Китая.

По имеющимся оценкам, количество метана в газогидратах составляет 2000 трлн м³, что на порядок больше (250 трлн м³), чем традиционного газа [1]. Однако для использования этого энергетического ресурса потребуются решать значительные технические и экономические проблемы.

Предлагаемые способы извлечения газа из газогидратов связаны с переводом газа из твердого состояния в свободное непосредственно в пласте. Это может быть осуществлено в результате нагревания коллектора выше температуры образования газогидратов, снижения пластового давления ниже давления равновесия гидратов, закачки в коллектор ингибиторов (метанол, глюколь и др.) для понижения стабильности гидратов [11]. Исследования показали, что применение ингибиторов при добыче газа из газогидратов является технически возможным, но использование больших объемов химикалий – очень дорогостоящее мероприятие. Более экономично снижение давления в пласте. Например, при испытании скважины при понижении давления на газогидратном скоплении Маллик (Канада) были получены притоки газа с дебитом более 280 тыс. м³/сут. Япония, Индия и США уже приступили к выполнению национальных программ по оценке стоимости добычи газа из газогидратов. В любом случае появление на мировом рынке гидратного газа может изменить ситуацию с газом в мировой экономике.

Наличие скоплений газогидратов в акваториях не могло не привлечь внимания геологов, изучающих о. Байкал. Условия их образования оказались особенно благоприятными в глубоководных районах озера (рис. 3). Особенно высокая концентрация наблюдается в местах впадения рек, и в частности

вблизи дельты р. Селенги. Признаки наличия газогидратов обнаруживаются по данным непрерывного сейсмопрофилирования МОВ. На Байкале это впервые заметил А. Гольмшток во время изучения осадочного комплекса в 1992 г. Это были первые свидетельства присутствия газогидратов в осадках Байкала, а в 1997 г. в керне скважины М.И. Кузьмин обнаружил кристаллы газогидратов с глубины 120 и 160 м под поверхностью дна [6].

В Охотском море открытие газогидратов сделано в 1998–2004 гг. лабораторией газогеохимии ТОИ ДВО РАН. Выявлено, что в районах, где из донных осадков в воду идет поток пузырей метана, залегают газогидраты. Выход метана связывается с сеймотектонической активностью региона в это время. Это подтверждается Курильским (1994 г.), Нефтегорским (1995 г.), Углегорским (2002 г.), Хокайдайским (2003 г.) землетрясениями. При этом зоны разломов раскрываются и становятся путями миграции газа из-под подошвы газогидратосодержащих отложений (BSR). Газогидратные слои являются хорошей крышкой свободных газов, и они накапливаются ниже подошвы газогидратоносных пластов [11].

В период землетрясений разломы разрывают покрывку, и газы устремляются вверх. Поверхность дна в районе обнаружения газогидратов представлена округлыми формами диаметром 500–700 м, в которых наблюдаются многочисленные ямки и бугры, образованные газофлюидными потоками, поднимающимися из более глубоких слоев и фундамента – явление, похожее на грязевые вулканы дна морей. Газогидраты представлены слоями (толщиной 1–10 см) или фрагментами округлой формы (5–10 см в диаметре). Здесь же обнаружены слои (толщиной 35 см) сплошного газогидрата. Газогидраты образуются сопряженно с нефтегазовыми залежами, о чем свидетельствуют данные по месторождениям Прадхо-Бей и Купарук-Ривер Аляски, на которых газ из нефтегазосодержащих горизонтов по разломам поднимается вверх, и в зоне, благоприятной для образования газогидратов, формируются пласты газогидратов.

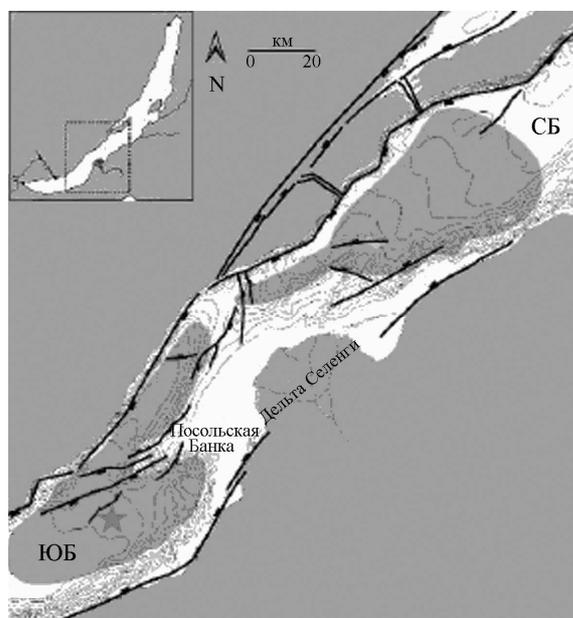


Рис. 3. Районы развития газогидратов на южном Байкале (ЮБ) с глубиной залегания до 580 м (дельта р. Селенги)

Интерес представляют газогидратные акватории юга России – Черного и Каспийского морей.

В Черном море газогидраты обнаружены на глубинах 300–800 м, где под поверхностью морского дна располагается пласт 300–1200 м. Количество содержащегося в нем метана оценивается в 100 трлн м³. Для сравнения, на Таймыре газа гораздо меньше, чтобы его транспортировать, надо прокладывать протяженные газопроводы и учитывать еще затраты на их поддержку в рабочем состоянии. Черное море теплое, и потребители газа рядом, но проблема в техническом освоении залежей. Принимая во внимание высокие перспективы газогидратности Черного моря, в 1993 г. Кабинетом министров Украины была принята общегосударственная программа «Газогидраты Черного моря», но она по разным причинам не была реализована.

Установлено, что газогидратные отложения, начиная с 550–600 м, по всему периметру Черного моря загазованы метаном и проявляются в форме сипов, фонтанов, грязевых вулканов. Это уникальное явление на земном шаре, так как ни в одном море в мире такого активного выделения метана не установлено. На дне Черного и Азовского морей широко развиты грязевые вулканы, которые из глубины недр при достижении высоких давлений (300–400 атм.) по разломам вверх выбрасывают воду, глины, обломки твердых пород с образованием на дне грязевых сопок. В глубоководной части Черного моря имеются условия для образования газогидратов – низкие температуры придонного слоя, необходимые давления, чередование глинистых и пористых отложений, аномальность газонасыщенности и др. Что касается модели генезиса, то предпочтение отдается эндогенному фактору, приводящему к образованию углеводородов, которые по разломам мигрируют в зону гидратообразования вместе с глубинными флюидами [16].

В Каспийском море основным фактором гидратообразования также выступают грязевые вулканы. Механизм гидратообразования в жерле вулкана аналогичен механизму, наблюдаемому в приустьевой зоне скважин северных районов, и связан с адиабатическими процессами. Низкие температуры восполняются давлением (4,8–5 МПа). Газогидраты при температуре 9 °С образуются в том случае, если давление газа составляет 70 МПа.

Все типы акваторий, где наблюдаются газогидраты, можно разделить на несколько типов: континентальные склоны, внутренние и окраинные моря, подводные хребты. Во всех случаях на записях сейсморазведки МОВ отмечается главный сейсморазведочный признак газогидратности – отражающий сейсмический горизонт BSR. В последнее время зафиксирована еще одна форма их проявления – это выделяемые сейсмическими методами цилиндрические структуры VAMP's, характеризующиеся аномальными значениями сейсмических скоростей V и амплитуд AMP. Такие диапироподобные формы образуются при интенсивном внедрении газов или флюидов в осадочные слои. В 1997 г. А.Н. Дмитриевский и его соавторы показали, что такой гидротермальный механизм можно наблюдать на примере крупнейшего из известных скоплений газогидратов на границе Баренцева и Норвежского морей.

Дегазационная модель формирования газогидратов

При рассмотрении дегазационной модели формирования углеводородов вообще и газогидратов в частности требуются пояснения. Главная идея ясна – это связь их формирования с глубинными или эндогенными процессами. В этом смысле к дегазационным моделям относятся модель П.Н. Кропоткина о

происхождении углеводородов [7, 8], гидридно-карбидовая модель В.Н. Ларина [9], кислородно-водородная модель П.Н. Семенов [15] и многие другие модели, отражающие общую идею связи углеводородов с глубинными процессами, но не отвечающие на конкретные вопросы формирования углеводородов:

- о местах скопления залежей и месторождений углеводородов;
- о каналах, по которым углеводороды достигают мест скопления;
- об очагах формирования углеводородов.

Наиболее полная информация имеется по первому вопросу, почти вся геология нефти и газа замыкается на этом вопросе. Но и в ответах на первый вопрос появляются новые концепции, в частности интересная *геосолитонная* концепция [2]. Главным в новой концепции является *поиск и разведка маломерных* площадей, но *богатых по запасам* месторождений. Название «солитонная» происходит от «солон» и означает уединенную волну, которая сохраняет устойчивость по отношению к внешней среде («солитон» – это локализованное во времени и пространстве частицы-волны, подобные фотону). Новая концепция родилась в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, и ее появление связано с внедрением в практику поисковых и разведочных работ сейсмометрических методов 2D и 3D. Западная Сибирь является родиной рождения новых представлений о *каналах*, связывающих месторождения с очагами их формирования. Оказалось, что ими выступают *субвертикальные зоны деструкции* с высокой проницаемостью пород, по которым и происходит *миграция* углеводородных флюидов. Такие зоны получили название «газовых труб» (Gas chimneys), и сейчас они известны в Северном и Баренцевом морях, Мексиканском заливе, в Южно-Китайском море [4].

Для понимания роли каналов, связывающих месторождения углеводородов с очагами их формирования, важна также идея тектонической «расслоенности» геосфер Земли. Эта идея нашла отражение во многих работах тектонистов ГИН РАН под руководством А.В. Пейве. Применительно к нефтегазоносным регионам эта идея реализована в работах В.И. Попкова [13 и др.]. Расслоенность проявляется и на глобальном уровне в форме чередования геофизических слоев с высокими и низкими скоростями сейсмических волн. При этом отмечается, что глубинные разломы выполаживаются при подходе к волноводам.

Объяснить свойства волноводов только температурным влиянием не удалось, так как температура может уменьшить градиент скорости с глубиной, но не создать зону инверсии скоростей. Пришлось принять идею «холодного» типа волноводов, а причину разуплотнения связывать с дилатационными эффектами, приводящими к возможности перемещения флюидов вдоль волноводов (рис. 4). О наличии флюидонасыщенных слоев в коре говорят и данные магнитотеллурического зондирования, позволяющие выделить слои с повышенной электропроводностью.

Приведенные данные позволили нам уточнить представление о дегазационной модели формирования газогидратов и внести в нее ряд новых элементов. Прежде всего, необходима более точная привязка физико-химических реакций по глубине. Такой привязкой для нас стала сейсмометрическая модель Буллена (рис. 5). Действительно, сейсмометрические данные отражают расслоенность Земли по V_p и V_s волнам. Во-вторых, важным фактором формирования углеводородов вообще и газогидратов в частности мы считаем *сейсмичность*. Она проявляется начиная с глубин 600–700 км (слои В и С в модели Буллена) в виде глубокофокусных землетрясений и наблюдается до земной коры (слой А в модели Буллена). Кроме того, газогидраты связаны и с грязевым вулканизмом [14].

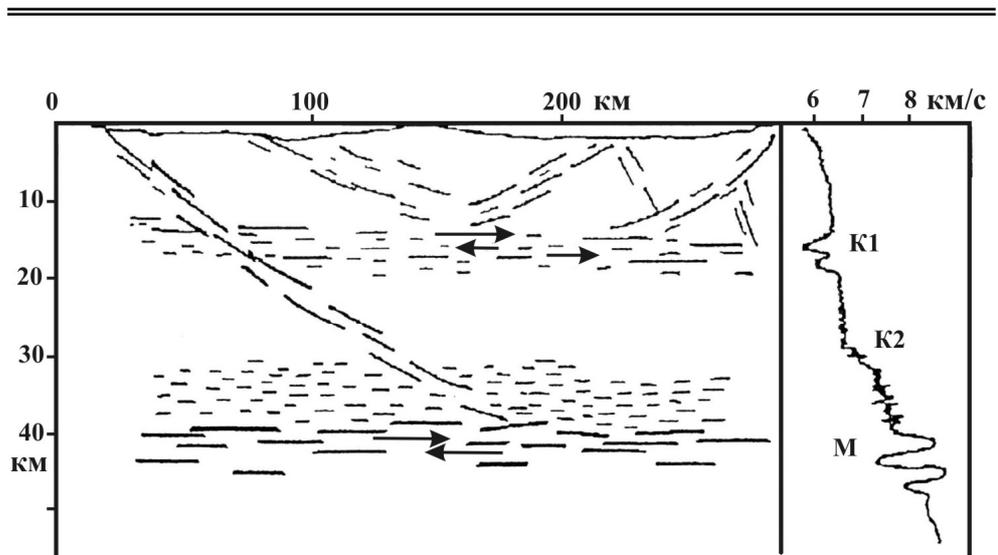


Рис. 4. Модель флюидонасыщенных слоев в земной коре (по Павленковой, 2006)

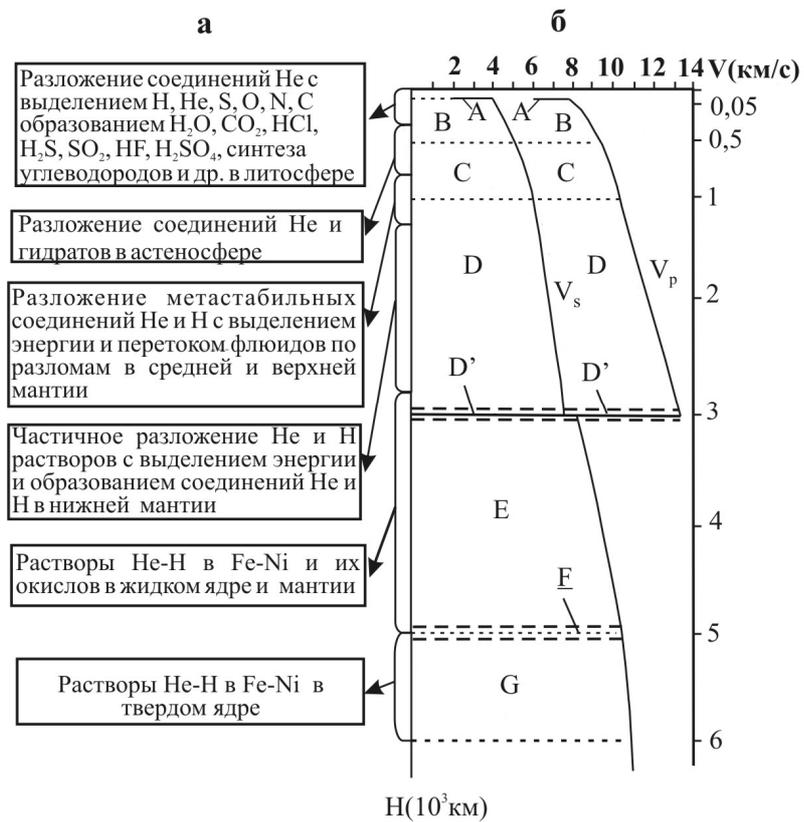


Рис. 5. Схема дегазации гелия (He) и водорода (H) из ядра Земли. Условные обозначения: а – химические реакции в слоях Земли (по Волю и Гилату); б – график скоростей поперечных (V_s) и продольных (V_p) волн (по Буллену); А – земная кора; В, С, D – верхняя, средняя и нижняя мантии; D' – зона перехода от мантии к жидкому ядру; E – жидкое ядро; F – зона перехода от жидкого к твердому ядру; G – твердое ядро

Из моделей сейсмических очагов нам ближе всего модель А. Вола и А. Гилата [3], в которой первичный водород и гелий рассматриваются как источники энергии землетрясений. Мы позволили себе дополнить ее наличием в Земле вакуумных зон (полостей), окруженных флюидами с высокими Р-Т условиями. При прорыве флюида в вакуумную полость возникает взрыв (ударная волна), приводящая к образованию углеводородных соединений. Исследования Керченско-Таманской и Апшеронской грязевулканических областей также указывают на связь вулканов с сейсмичностью.

Данные по авариям на грязевулканических скважинах показывают четкую корреляцию между землетрясениями и нефтегазонасностью даже при удалении от гипоцентров на сотни километров. Такая корреляция может быть объяснена каналами, по которым очаги землетрясения связаны с месторождениями, т.е. с *листрическими разломами*. Это подтверждается результатом сейсмометрических исследований грязевого вулкана горы Карabetова – Шу-го, под которым прослеживаются узкие низкоскоростные зоны, интерпретируемые как флюидоподводящие каналы [12].

В заключение подведем итоги.

1. Газогидраты, как правило, располагаются выше месторождений газа, который при подъеме по каналам достигает уровня формирования газогидратов.
2. Поскольку в формировании углеводородов решающая роль принадлежит дегазации Земли, то и для формирования газогидратов дегазационная модель является основной.

Список литературы

1. Анфилатова Э. А. Аналитический обзор современных зарубежных данных по проблеме распространения газогидратов в акваториях мира / Э. А. Анфилатова // Нефтегазовая геология. – 2008. – № 3.
2. Бембель Р. М. Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли / Р. М. Бембель, В. М. Мегеря, С. Р. Бембель // Геология нефти и газа. – 2006. – № 2.
3. Вол А. Первичные водород и гелий как источники энергии землетрясений / А. Вол, А. Гилат // Генезис углеводородных флюидов и месторождений : сб. – М. : ГЕОС, 2006.
4. Гатаулин Р. М. Цилиндрические зоны коллапса – «газовые трубы» севера Западной Сибири / Р. М. Гатаулин // Генезис углеводородных флюидов и месторождений : сб. – М. : ГЕОС, 2006.
5. Ефремова А. Г. Газогидраты в морских осадках и проблема их практического использования / А. Г. Ефремова, Н. Д. Гритчина // Геология нефти и газа. – 1981. – № 2.
6. Клеркс Я. Газогидраты пресноводного «океана» / Я. Клеркс, М. Де Батист, Н. Гранин, Т. Земская, О. Хлыстов. – Режим доступа: sciencefirsthand.ru/2_klerks.shtml, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Кропоткин П. Н. Проблемы происхождения нефти / П. Н. Кропоткин // Советская геология. – 1955. – № 47.
8. Кропоткин П. Н. Происхождение углеводородов земной коры / П. Н. Кропоткин // Материалы дискуссии по проблеме происхождения и миграции нефти. – Киев, 1955.
9. Ларин В. Н. О роли водорода в строении и развитии Земли / В. Н. Ларин // Материалы ИМГРЭ. – М., 1971. – Вып. 6.
10. Мазно Н. Наука о льде / Н. Мазно. – М. : Мир, 1988.
11. Обжиров А. И. История открытия газогидратов в Охотском море / А. И. Обжиров // Подводные исследования и роботехника. – 2006. – № 2.

12. Попков В. И. Грязевой вулканизм, сейсмичность и нефтегазоносность / В. И. Попков, В. А. Соловьев, Л. П. Соловьева // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 6.

13. Попков В. И. Складчато-надвиговые дислокации / В. И. Попков. – М. : Научный мир, 2002.

14. Попков В. И. Тектоническая позиция Керченско-Таманских грязевых вулканов / В. И. Попков // Дегазация Земли; геодинамика, флюиды, нефть, газ и их парагенезы : мат-лы Всерос. конф. – М. : ГЕОС, 2008.

15. Семенов Н. П. Геохимическая кислородно-водородная модель Земли / Н. П. Семенов // Континентальная кора. – Киев : Наукова думка, 1975.

16. Шнюков Е. Ф. К вопросу о газогидратности данных отложений Черного моря / Е. Ф. Шнюков, В. И. Старостенко, В. П. Коболев // Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазоносных районов Украины : тез. докл. VII Междунар. конф. – Симферополь, 2007.

References

1. Anfilatova Je.A. Analiticheskij obzor sovremennyh zarubezhnyh dannyh po probleme rasprostraneniya gazogidratov v akvatorijah mira [The state-of-the-art review of modern foreign data on a distribution problem газогидратов in world water areas]. *Neftegazovaja geologija* [Oil and gas geology], 2008, no. 3.

2. Bembel' R.M., Megerja V.M., Bembel' S.R. Poiski i razvedka mestorozhdenij uglevodorodov na baze geosolitonnoj koncepcii degazacii Zemli [Searches and investigation of fields of hydrocarbons on the basis of the geosolitonny concept of decontamination of Earth]. *Geologija nefii i gaza* [Oil and gas geology], 2006, no. 2.

3. Vol A., Gilat A. Pervichnye vodorod i gelij kak istochniki jenerгии zemletrjasenij [Primary hydrogen and helium as power sources of earthquakes]. *Genezis uglevodorodnyh fljuidov i mestorozhdenij* [Genesis of hydrocarbonic fluids and fields]. Moscow: GEOS, 2006.

4. Gataulin R.M. Cilindricheskie zony kollapsa – "gazovye trubny" severa Zapadnoj Sibiri [Cylindrical zones of collapse – "gas pipes" North of Western Siberia]. *Genezis uglevodorodnyh fljuidov i mestorozhdenij* [Genesis of hydrocarbonic fluids and fields]. Moscow: GEOS, 2006.

5. Efremova A.G., Gritchina N.D. Gazogidraty v morskij osadkah i problema ih prakticheskogo ispol'zovanija [Gazogidrata in a sea precipitation and a problem of their practical use]. *Geologija nefii i gaza* [Oil and gas geology], 1981, no. 2.

6. Klerks Jan. Gazogidraty presnovodnogo "okeana" / Jan Klerks, Mark De Batist, N. Granin, T. Zemskaja, O. Hlystov. Available at: sciencefirsthand.ru/2_klerks.shtml.

7. Kropotkin P.N. Problemy proishozhdenija nefii [Problems of an origin of oil]. *Sovetskaja geologija* [Soviet geology], 1955, no. 47.

8. Kropotkin P.N. Proishozhdenie uglevodorodov zemnoj kory [Origin of hydrocarbons of crust]. *Materialy diskussii po probleme proishozhdenija i migracii nefii* [Discussion materials on a problem of an origin and oil migration]. Kiev, 1955.

9. Larin V.N. O roli vodoroda v stroenii i razvitii Zemli [About a hydrogen role in a structure and Earth development]. *Materialy IMGRJe* [Materials Institute of Mineralogy, Geochemistry and Kristallokhimiya of Rare Elements]. Moscow, 1971, issue 6.

10. Majeno N. *Nauka o l'de* [Science about ice]. Moscow: Mir, 1988.

11. Obzhirov A.I. Istorija otkrytija gazogidratov v Ohotskom more [Opening history газогидратов in the Sea of Okhotsk]. *Podvodnye issledovanija i robotehnika* [Underwater researches and roboequipment], 2006, no. 2.

12. Popkov V.I., Solov'ev V.A., Solov'eva L.P. Grjazevoj vulkanizm, sejsmichnost' i neftegazonosnost' [Mud volcanism, seismicity and neftegazonosnost']. *Geologija, geografika i razrabotka nefijnyh i gazovyh mestorozhdenij* [Geology, geophysics and development of oil and gas fields], 2010, no. 6.

13. Popkov V.I. *Skladchato-nadvigovyje dislokacii* [Folded надвиговые dislocations]. Moscow: Nauchnyj mir, 2002.

14. Popkov V.I. Tektonicheskaja pozicija Kerchensko-Tamanskih grjazevyh vulkanov [Tectonic position of Kerch Tamanskikh of mud volcanoes]. *Degazacija Zemli; geodinamika, fljuidy, neft', gaz i ih paragenezu* [Earth Decontamination; geodynamics, fluids, oil, gas and them parageneziss]. Moscow: GEOS, 2008.

15. Semenenko N.P. Geohimicheskaja kislorodno-vodorodnaja model' Zemli [Geochemical oxygen-hydrogen model of Earth]. *Kontinental'naja kora* [Continental bark]. Kiev: Naukova dumka, 1975.

16. Shnjukov E.F., Starostenko V.I., Kobolev V.P. K voprosu o gazogidratnosti dannyh otlozhenij Chernogo morja [K voprosu o gazogidratnosti dannyh otlozhenij Chernogo morja]. *Geodinamika, tektonika i fljuidodinamika neftegazonosnyh rajonov Ukrainy* [Geodynamics, tectonics and флюидодинамика oil-and-gas regions of Ukraine]. Simferopol, 2007.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА, СВОЙСТВ И ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Серебряков Алексей Олегович, доктор геолого-минералогических наук, профессор

Астраханский государственный университет
414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: geologi2007@yandex.ru

Серебряков Андрей Олегович, старший преподаватель

Астраханский государственный университет
414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: Geologi2007@yandex.ru

Для прогнозирования свойств углеводородов на новых морских разведочных площадях и оптимизации направления поисков, разведки и освоения новых морских месторождений и технологии переработки новых нефтей необходимо обобщение знаний особенностей геохимического состава и товарных свойств нефтей, газа и конденсатов на разведанных и эксплуатируемых месторождениях.

Ключевые слова: углеводороды, поиски и разведка, Азербайджанская акватория, морские месторождения.

COMPOSITION, PROPERTIES AND PROCESSING OF OIL AZERBAIJAN CASPIAN SEA

Serebryakov Alexei O., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor

Astrakhan State University
1 Shaumjan sq., Astrakhan, Russia, 414000
E-mail: geologi2007@yandex.ru

Serebryakov Andrei O., Senior Lecturer

Astrakhan State University
1 Shaumjan sq., Astrakhan, Russia, 414000
E-mail: geologi2007@yandex.ru