

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.982.239+550.344.094.7

Закономерности размещения уникальных и крупных месторождений нефти и газа в земной коре, нефтегазогенерирующие глубинные зоны образования углеводородов и первичные астеносферные землетрясения как единый планетарный процесс

С.В. Козлов¹, И.С. Копылов²

¹Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми, 614066, Пермь, ул. Советской Армии, 29

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: georif@yandex.ru

(Статья поступила в редакцию 20 ноября 2018 г.)

Показана причинно-следственная связь между расположением крупнейших выявленных мест скоплений углеводородов (около 1000) и толщиной литосферы по регионам Земли. Только факты, если их множество, могут стать аргументами однозначности существования глубинных зон генерации углеводородов, на планетарной, реологической по своей сути, литосферно-астеносферной границе, с последующим «катастрофическим» прорывом в литосферу. В рамках предложенной модели следующий процесс миграции может быть как дискретным, так и «одномоментным». В основе модели, ее аналитической части, лежат известные физические формулы, преобразованные в геодинамические выражения, описывающие естественный процесс – гидрогазоразрыв кристаллических пород литосферы при достижении критического объема плюма. Представляется, что процесс накопления вещества в плюме и его эвакуации, пересекается и идет параллельно с другим планетарным процессом – землетрясением.

Ключевые слова: *газовый плюм, естественный гидрогазоразрыв пород литосферы, эмиграция флюидно-газового плюма в породы литосферы, закономерности распределения крупнейших месторождений нефти и газа в земной коре, прогноз землетрясений.*

DOI: 10.17072/psu.geol.18.1.64

Генетическая цепочка местоскоплений нефти и газа, поддерживаемая последовательными абиогенно-мантийного генезиса нефти, включает четыре генетических звена, порождающих УВ-залежи. Это (в порядке реализации процессов) генерация, миграция, аккумуляция и консервация (Тимурзиев, 2013). *Зона генерации* и будет основным предметом представленного исследования.

Зона генерации углеводородов

Существуют различные методики определения мощности литосферы Земли. Наиболее объективно к этому подошли А.И. Коптев и А.В. Ершов (2011). Ими выполнен расчет термальной мощности лито-

сферы Земли и распределения в ней значений температуры на основании фактических данных о топографии, возрасте океанического дна, структуре и составе коры, гравитационных аномалиях и среднегодовых значениях температуры на поверхности. Подошва литосферы определялась как изотерма 1300 °С. Данные о термальной мощности литосферы можно использовать при сравнительном геодинамическом анализе тектонических структур, а также в качестве исходных данных для численных расчетов в области геодинамики литосферы.

Ф.А. Летников (2001) акцентирует внимание на сверхглубинных процессах и подчеркивает: «Учитывая громадные размеры ядра и его высокий энергетический потенци-

ал, очевидно, что даже незначительные флуктуации в мантии жидкого ядра будут сопровождаться значимыми по величине выбросами тепловой энергии в виде плюмов». Он также установил, что импульсы интенсивной дегазации жидкого ядра Земли интерпретируются как плюмы. Их основу составляют восстановленные газы. В первую очередь – водород. Плюм на границе литосфера – астеносфера рассматривается в представленной модели как термодинамический реактор (P, V, T), где идет синтез углеводородов. Исходя из определения критическая температура – это максимальная температура, при которой жидкая и паровая фазы еще могут существовать в равновесии. При температуре выше критической существование жидкой фазы невозможно, т. е. фазовое состояние всех возможных углеводородов в зоне плюма – это газ на молекулярном уровне. Это очень важное замечание. Дискретный привнос из мантии вещества (энергии) в виде атомарного водорода нарушает равновесную систему. Традиционный принцип познания: от простого к сложному, т.е. состав плюма, порождающий углеводородную ветвь дегазации, вероятнее всего, представляет устойчивую систему, где первокирипчиком в последующей эволюции такой формы материи, как нефть, выступает молекула метана. Магматический плюм, также включающий газовую составляющую, но в значительно меньших объемах (в силу растворимости газов в магме) и представляющий горячую ветвь дегазации, в данной работе не рассматривается.

Сейчас достоверно установлено, что процессы изостазии или изостатического равновесия осуществляются в основании литосферы – в астеносфере. Астеносфера – слой менее вязкий, а, следовательно, более пластичный, чем подстилающая его верхняя мантия. Нарушение архимедова равновесия проявляется, прежде всего, как реакция на изменение скорости протекания геологических процессов, таких как выветривание, денудация, ледниковая деятельность, в том числе и техногенных процессов перераспределения дополнительной нагрузки на определенных участках территории. Можно предположить, что накопление объема вещества газового плюма, происходит более быстрыми темпа-

ми, чем экзогенные процессы на поверхности Земли. Изостатическое равновесие восстанавливается через тектонические нарушения – разломы, проходящие в хрупких кристаллических горных породах литосферы с более значительными скоростями, при которых уже не может выполняться изостазия как стабильный геологический процесс, т.е. катастрофическими темпами.

Ниже приведено итоговое выражение (выводы опущены) ситуации, при которой начинается естественный гидрогазоразрыв горных пород литосферы за счет критического объема вещества, заключенного в газовом плюме:

$$V = \frac{0,98\rho_{cp}hS}{\Delta\rho} \quad (1)$$

Здесь ($\Delta\rho = \rho_{аст} - \rho_{плюм}$) разность плотностей поднимающегося газового плюма ($\rho_{плюм}$) с объемом (V) и окружающей геологической среды, т.е. плотности астеносферы ($\rho_{аст}$) (Козлов, 2014, 2017).

Комментарии к расчетным данным

В представленной работе используются осредненные данные (плотности земных оболочек с учетом модели однородной упругой среды с заданными свойствами жесткой среды). Понятно, что процедуры осреднения влияют и на расчетные величины (в данном случае – объемы зон генерации), т.е. сегодня можно говорить о полученных количественных оценках (здесь и далее) как приближенных. Объемы зоны генерации с учетом переменной мощности литосферы (h) составили от первых млрд м³ до сотен трлн м³. С учетом переменной (S-площади) в качестве модели взяты геометрические фигуры – цилиндр и перевернутый конус – с диаметрами основания от 0.1 до 36 км, входящие также в выражение (1), получена высота «плюма-цилиндра» от 4 до 535 км. С учетом геометрии высота «плюма-конуса» будет в 3 раза больше. Для наглядности вычислен также эквивалентный диаметр шара на объем зоны генерации, который изменяется от 0.4 до 98км.

Глобальные и региональные следствия процессов миграции, аккумуляции и консервации УВ

При достижении критического объема вещества газового плюма происходит есте-

ственный гидрогазоразрыв пород литосферы и начинается следующая стадия – миграция. Последовательное усложнение C_1 - C_4 до более сложных молекул C_5 и выше происходит на путях миграции и, что нам особенно важно, при временных остановках на волноводах, где УВ система перестраивается, усложняется и стремится к новому состоянию устойчивой связи атомов углерода и водорода в этих изменившихся Р-Т условиях.

Ранее было отмечено (Козлов, 2012), что изменяющиеся термодинамические условия «подталкивают» УВ молекулы к перестройке атомов углерода и водорода к молекулам большей устойчивости в новых Р-Т условиях за счет катализа. В геологической среде на путях вертикальной миграции УВ катализаторами выступают горные породы литосферы, состоящих из минералов или минеральных агрегатов (групп химических элементов). Катализаторы позволяют снижать энергию активации химических реакций и тем самым значительно повышать их скорость (Сейфуль-Мулюков, 2013). Хотя необходимо понимать, что катализ бывает и отрицательный.

На цифровую карту термальности литосферы был наложен грид (слой) крупнейших месторождений нефти и газа мира (всего 995 месторождений, в том числе 157 – России), расположенных в различных нефтегазоносных провинциях Земли (рис. 1). Для каждого месторождения было найдено уникальное значение мощности литосферы. Сопоставление запасов нефти и газа, приведенное в обзоре, показало, что статистической обработке подверглось около 90 % запасов традиционных углеводородов в мире.

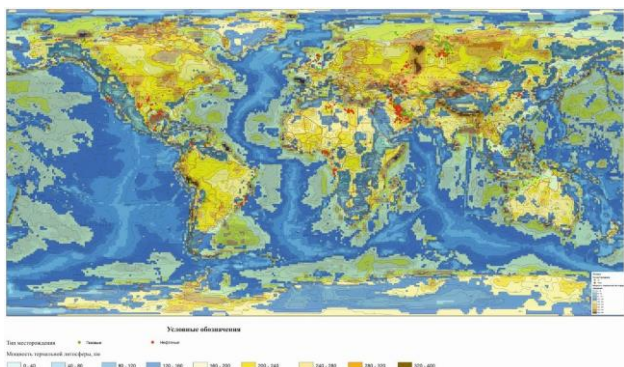


Рис.1. Карта термальности литосферы с выделением перспективных земель на нефть и газ

Бесперспективные земли – в интервалах мощности литосферы 0-80 км и более 360 км.

Земли с неопределенными перспективами – в интервалах мощности литосферы 80-160 км и 280-360 км.

Перспективные земли – в интервале мощности литосферы 160-280 км, в том числе высокоперспективные земли – 200-240 км

Согласно принятой в настоящее время в России классификации ресурсов нефти и горючих газов (2013), в базу данных включены уникальные и крупные месторождения нефти (более 30 млн т) и природного газа (более 30 млрд м³). Категория средних, мелких и очень мелких месторождений данной базой не охвачена. В настоящее время в мире открыто более 80 тыс. месторождений нефти и газа.

В результате анализа установлены следующие закономерности: в интервале мощности литосферы до 80 км месторождений УВ – 0.2%, преимущественно газогидратные залежи в акватории морей и океанов; в интервале 80-160 км – 3,5-5,5% запасов и 9% количества месторождений нефти и газа; в интервале 160-280км – 90-95% запасов и 87% количества месторождений нефти и газа; в интервале более 280км – около 4% запасов и количества месторождений нефти и газа.

Полученные данные с максимумом и количества месторождений нефти и газа, и суммарных их запасов можно объяснить следующим образом.

Высокая степень концентрации запасов нефти и газа (газа около 90%, нефти около 95%) в малом количестве уникальных и крупных месторождений, которых суммарно около 1000, становится эмпирической закономерностью их тяготения к интервалу мощности литосферы 160-280 км (и около половины запасов нефти и газа – к интервалу 200-240 км).

В геодинамическом аспекте ядро вещества газового плюма, мигрируя по главному разлому, порождает уникальные и крупные месторождения нефти и газа, а на опережающихся разломах, которых и больше, но материнского вещества (на порядок!?) меньше, рождаются средние, мелкие и очень мелкие месторождения нефти и газа, но все они, как

спутники, концентрируются вблизи крупных скоплений УВ, образуя нефтегазоносные бассейны и области.

На рис. 2 отражена гистограмма распределения количества месторождений нефти и газа в зависимости от мощности литосферы по различным регионам Земли, соотносённым с запасами нефти и газа.

Удельные запасы нефти, приходящиеся на одно месторождение, также подчиняются нормальному распределению, как и суммы запасов нефти в выделенных интервалах мощности литосферы с некоторым смещением в область возрастания мощности литосферы. Удельные запасы газа, приходящиеся на одно месторождение, судя по виду кривой, подчиняются логнормальному распределению, что косвенно может указывать на потенциал открытия уникальных месторождений газа в интервалах развития мощности литосферы 240-360 км, где объем зоны генерации возрастает до сотен трлн м³.

P-T условия на указанной реологической границе находятся выше критических значений, т.е. все УВ в газообразном состоянии. Процесс дифференциации на собственно жидкую и газовую фазы исходной УВ смеси происходит при достижении P-T условий ниже критических. Такие условия возникают собственно выше, уже в земной коре.

Для синтеза УВ смеси оптимальны условия, точнее, давления, соответствующие глубинам 160-280км, причем оптимумом является глубина 220 км. Для указанного интервала мощности литосферы (160-280 км) на глубинах 75-110 км, исходя из критических параметров (Ткр), начинается процесс конденсации углеводородов C₁₆ и ниже. Чуть выше, на глубинах 30-50 км, все углеводороды до C₆ включительно приобретают характерные черты нефти как жидкости с растворенными в ней газами (C₁-C₄).

Очень важный интервал, где сгенерированные углеводородно-кислотные (HCl, H₂SO₄, HF) гидротермальные водные флюиды конденсируются, являясь агрессорами по отношению к вмещающим горным породам, на глубинах 20-30 км. Эти флюиды активно создают вторичную емкость вокруг первичных порово-трещинных зон пород-коллекторов со значительными метасоматическими процессами (рис.3).

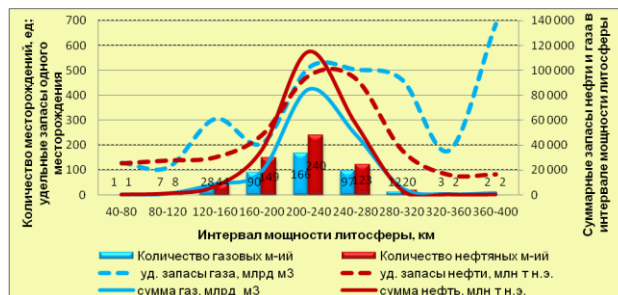


Рис.2. Зависимость количества месторождений нефти и газа от мощности литосферы по различным регионам Земли, соотносённым с запасами нефти и газа

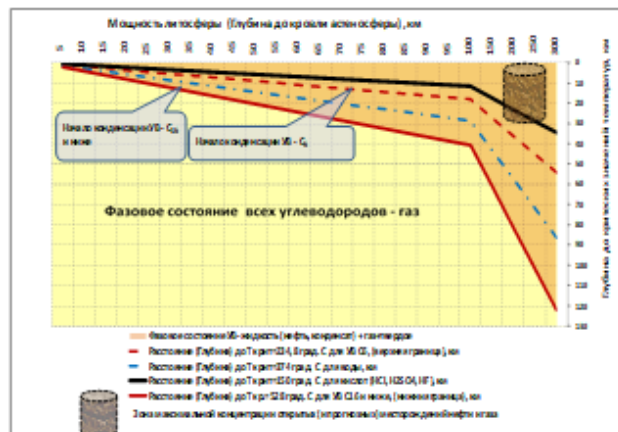


Рис. 3. Зависимость фазового состояния углеводородов и мощности литосферы от критических параметров углеводородов на путях миграции

Безусловно, возникает вопрос о достаточности исходного количества газового вещества в объеме плюма для генерации нефти. Исходя из закона сохранения масс, который констатирует, что при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается постоянной, вытекает следующее (покажем это на конкретном примере).

Подстановка значения средней плотности газового плюма в рамках предложенной модели на уровне 1775 кг/м³ и его объема на уровне 500 млрд м³ в базовое соотношение $\rho = m/v$ дает значение массы около 880 млрд т УВ. Понятно, что данная оценка отражает 100% реализации процесса газ → нефть. На самом деле в природе имеет место процесс с двумя ветвями: газ → нефть и газ → природный газ. Причем созидательная часть (образование собственно месторождений) значительно уступает безвозвратным потерям, таким как дегазация и диссипация УВ, т.е.

$$m_1(\text{зона генерации}) = m_2(\text{открытые м-я}) + m_3(\text{потенциальные м-я}) + m_4(\text{потери}).$$

В первом приближении выполненные расчеты показывают достаточность исходного вещества для формирования уникальных и крупных месторождений нефти и газа.

На карте термальной мощности литосферы (рис.1) отражена перспективность земель на углеводороды относительно друг друга:

– 1 класс: бесперспективные земли в интервалах мощности литосферы 0-80 км и более 360 км.

– 2 класс: земли с неопределенными перспективами в интервалах мощности литосферы 80-160 км и 280-360 км.

– 3 класс: перспективные земли в интервале мощности литосферы 160-280 км, в том числе высокоперспективные земли – 200-240 км.

Количества открытых в настоящее время уникальных и крупных месторождений нефти и газа в трех классах земель находятся в соотношении 1 : 12 : 87, что практически указывает на процент вероятности открытия месторождений УВ в рамках предложенной модели.

Прогноз землетрясений

Прогноз землетрясения можно считать полным, если заблаговременно предсказываются три элемента будущего события: место, время и интенсивность (магнитуда) толчка.

Известны фундаментальные факты: перед землетрясением меняются механические, электрические свойства горных пород. Возникают разного рода аномалии геофизических полей, гидрогеологических и гидрохимических режимов подземных вод (Тихонов, Копылов, 2014). Иногда землетрясению предшествует быстрое поднятие или опускание (в геологическом смысле) земной поверхности на несколько миллиметров в год. Как указывает А.И. Тимурзиев (2013), природа очага землетрясений (сейсмодислокаций в более широком понимании) давно разгадана, связывается со сдвиговыми (сколовыми в геомеханическом понимании) деформациями объема геосреды и обусловлена изменением объема и геометрии очага деформации.

В представленной работе под первичными землетрясениями понимаются колебания поверхности Земли с гипоцентром в подошве

литосферы с образованием разломов. Глубины гипоцентров лежат в интервале 0-300 км и более, если они глубокофокусные. Отмечено также, что глубокофокусные землетрясения отличаются большой энергией и продолжительностью. Перечисленные явления, вероятнее всего, имеют единую природу: они – результат прорыва газожидкостного плюма, набравшего критический объем, который обеспечивает так называемый первичный прорыв, сопровождаемый гидрогазоразрывом горных пород подошвы литосферы. Данный процесс и порождает тектонические подвижки, в том числе и просадки горных пород. Таким образом, газовый плюм и есть тот внутренний источник энергии, порождающий катастрофические подвижки земной коры и созидающий одновременно на своих путях то, что мы потом называем углеводородами.

Очень точное определение этого процесса дано А.В. Каракиным и др. (2003): «... УВ являются лишь маркерами движения всей флюидной системы в целом». Н.И. Павленкова (2013) обстоятельно описывает природу волноводов (сейсмических границ), которые, как указывает, связаны, по всей видимости, с флюидонасыщенными областями. В литосфере такие слои – волноводы – встречаются часто на глубинах 10-15 км, на уровне границы М, на глубинах 100 км и более. Данные факты и другие результаты сейсмических исследований показывают, что кора и литосфера обладают слоистой структурой. Слои с пониженной сейсмической скоростью не всегда связаны с петрологической неоднородностью пород литосферы. Наличие в породах флюидов может объяснить резкие изменения скоростей и слоистость верхней мантии. Ниже приведен сейсмический разрез (рис.4), иллюстрирующий сложную расслоенность пород литосферы Сибирского региона (Egor'kin и др., 1987).

На рис. 5 отображен разрез гипоцентров землетрясений вдоль Курильской островной дуги за период инструментальных наблюдений с 1995 по 2000 г. по данным Сахалинского филиала ГС РАН в полосе 100 км (Злобин и др., 2006).

Разрез показал, что в литосфере на глубинах от 70 до 200 км имеет место практически сплошное поле гипоцентров землетрясе-

ний, в то время как в земной коре под вулканами Курильской гряды часто расположены области отсутствия землетрясений. Мы наблюдаем, что в районах, где вещество астеносферы имеет «разрядку» через вулканизм (на глубинах 60-100 км) гипоцентры практически отсутствуют, а сосредоточены они на глубинах 100-200 км. Причем первичные землетрясения, как видно на рис. 5, тяготеют к кровле астеносферы.

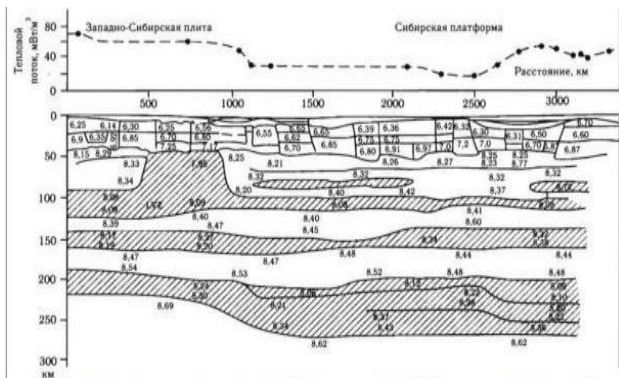


Рис. 4. Сейсмический разрез коры и верхней мантии регионов Сибири и Сибирской платформы (Егоркин и др., 1987) (заштрихованы зоны низких скоростей)

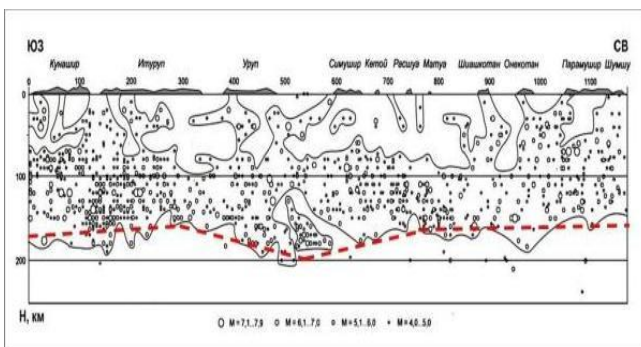


Рис. 5. Глубинный разрез гипоцентров земной коры и верхней мантии вдоль Курильской дуги по данным ЮС ГС РАН за 1995-2000 гг. (Красный пунктир – кровля астеносферы. Разный размер кружочков соответствует разным значениям магнитуд землетрясений)

Самый главный вопрос: землетрясение провоцирует подъем флюида (газа) по разломам или флюид провоцирует тектонические движения? В данной модели первичной силой и энергией является потенциальная энергия газового плюма.

Покажем это аналитически. Выразим силу (F), при которой происходит гидрогазоразрыв горных пород литосферы при соот-

ветствующем критическом объеме газового плюма:

$$F = g\Delta\rho V 2 \cdot 0.49 . \quad (2)$$

Далее вычисляем совершаемую работу по эвакуации газового плюма вверх по всей мощности литосферы ($h_{\text{лит}}$):

$$A = Fh_{\text{лит}} . \quad (3)$$

В представленной модели только 1% потенциальной энергии (работы) газового плюма преобразуется в кинетическую энергию в виде сейсмических колебаний. Магнитуда землетрясения оценивалась по формуле

$$M = 23 (\lg E - 4.8) . \quad (4)$$

Считается, что землетрясения на Земле не могут иметь магнитуду существенно выше 9,0. Подсчитано также, что на всей Земле за год высвобождается энергии порядка $0.5 \cdot 10^{19}$ Дж и что $\frac{3}{4}$ сейсмической энергии выделяется в очагах до глубины 70 км.

На рис. 6 отражена зависимость магнитуды первичных землетрясений от объема (диаметра) плюма с гипоцентром в кровле астеносферы. Теперь вернемся к началу раздела, касающегося прогноза землетрясения: место, время и интенсивность (магнитуда) толчка. Методы сейсмической томографии сегодня позволяют оценить объем плюма. Проведение повторных замеров позволит оценить тренд процесса и дать временной прогноз развития событий, вплоть до катастрофического сценария.

Отмечается, что очаги генерации УВ систем увязываются с кольцевыми и эллипсоидными морфоструктурами в земной коре (Копылов, Козлов, 2014; Копылов, 2015 и др.), что позволяет спроецировать унаследованность форм от восходящих астеносферных плюмов, сформированных в зонах генерации первичного углеводородного «бульона» практически до самой дневной поверхности. При сопоставлении всей неразрывной углеводородной ГМАКовской цепочки выявляются следующие связи.

Ямальский морфоструктурный феномен образующихся воронок (сегодня и раньше) логично объясняется с позиций естественного гидрогазоразрыва вечномерзлотных пород продуктами разложения газовых гидратов, которые вышли из состояния самоконсервации по причинам эндогенного повышенного

теплового потока (климат не может оказывать влияние на процессы ниже глубины зоны постоянных температур). Известно, что при разложении одного «гидратного куба» по разным оценкам выделяется около 150-180 м³ газа. Разложение гидратов обычно происходит более легко, чем их образование, но в случае гидратов углеводородов при температурах ниже 0°С в области относительно невысоких давлений, где они метастабильны, разложение происходит не сразу, и гидраты могут храниться долгие годы за счет эффекта самоконсервации (Козлов, 2010, 2011, 2012, 2017).

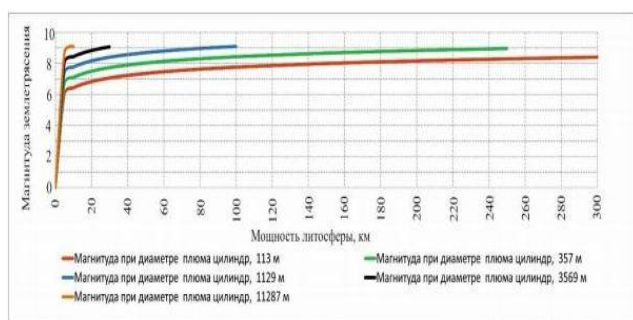


Рис. 6. Зависимость магнитуды первичных землетрясений и гипоцентра в кровле астеносферы

Спонтанное увеличение объема в сотни раз в некотором замкнутом пространстве сопровождается, безусловно, и архимедовой выталкивающей силой всего, что находится выше «гидратного куба», и приводит к морфоструктурным феноменам. На языке специалистов данный феномен объясняется еще короче: это завершающий этап в эволюции газов, в том числе и углеводородных, прошедших путь от ядра до поверхности Земли.

Основные выводы

В основе модели, ее аналитической части, лежат известные физические формулы, преобразованные в геодинамические выражения, описывающие естественный процесс — гидрогазоразрыв кристаллических пород литосферы при достижении критического объема плюма. Показана причинно-следственная связь между расположением крупнейших выявленных месторождений УВ (около 1000) и толщиной литосферы по регионам Земли.

Представляется, что соизмеримость плотности газового флюида и вмещающих

горных пород на глубинах верхней мантии, находящихся в вязкопластичном состоянии, а также идущий параллельный процесс, сопровождающийся повышением температуры восходящего потока, создают емкостное генерационное пространство с последующим накоплением большого миграционного объема УВ. Этот газовый плюм, «всплывая», согласно подъемной силе Архимеда, к границам астеносферы, рано или поздно достигнет границы уже кристаллических горных пород и спровоцирует тектонические подвижки консолидированной земной коры с возникновением разломов и первичных землетрясений (Козлов, 2017).

В силу дискретности процессов генерации — миграции УВ — волноводы представляются аккумуляторами флюидов в данной цепочке с накоплением вещества и его последующей разрядкой в земной коре в виде тектонических движений с вторичными землетрясениями. Созидательным природным итогом в представленной модели являются месторождения углеводородов.

Библиографический список

- Злобин Т.К., Волков И.А., Полец А.Ю. Анализ вулканизма и сейсмичности в литосфере Курил // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы: сб.статей / НИГТЦ ДВО РАН. Улапсе, 2006. С. 39.
- Каракин А.В., Курьянов Ю.А., Павленкова Н.И. Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки/ МПР, РАЕН, ВНИИгеосистем. Дубна; М., 2003.
- Козлов С.В. Глубинная углеводородная парадигма-альтернатива, или реальность в происхождении нефти [Электронный ресурс]// Глубинная нефть. 2014.Т. 2. № 6. URL:
- Козлов С.В. Гидротермобарический барьер в эволюции УВ для условий океанической коры. Современное состояние теории происхождения, методов прогнозирования и технологий поисков глубинной нефти // 1-е Кудрявцевские чтения: матер. Всерос. конф. по глубинному генезису нефти/ ЦГЭ. М., 2012.
- Козлов С.В. Гидратное перемирие в происхождении нефти и газа // Матер. Всерос. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина. М.: GEOS, 2010. С.228-232.
- Козлов С.В. О роли гидротермобарического барьера в эволюции газовых гидратов // Теоретические и практические аспекты исследований природных и искусственных газовых гидратов:

сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. Якутск: Ахсаан, 2011. С.86–94.

Козлов С.В. Нефтегазогенерирующие глубинные зоны образования углеводородов и первичные астеносферные землетрясения как единый планетарный процесс // *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2017. № 8. P.14-26.

Коптев А.И., Еришов А.В. Термальная мощность литосферы Земли: численная модель // *Вестник Московского университета. Сер. 4: Геология*. 2011. Т.4, №5. С.25–32.

Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопроисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // *Вестник Пермского университета. Геология*. 2015. № 4 (29). С. 70–81.

Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нафтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // *Вестник Пермского университета. Геология*. 2014. № 1 (22). С. 78–88.

Летников Ф. А. Сверхглубинные флюидальные системы Земли и проблемы рудогенеза // *Геология рудных месторождений*. 2001. № 4. С. 291–307.

Сейфуль-Мулюков Р.Б. Геологическое и геохимическое обоснование глубинного генезиса нефти [Электронный ресурс] // *Глубинная нефть*. 2013. Т. 1, №12.

Тимурзиев А.И. К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования // *Геофизика*. 2007. № 4. С. 49-60.

Тимурзиев А.И. Мантийные очаги генерации углеводородов: геолого-физические признаки и прогнозно-поисковые критерии картирования; закономерности нефтегазоносности недр как отражение разгрузки в земной коре мантийных УВ-систем [Электронный ресурс] // *Глубинная нефть*. 2013.Т.1. № 10. С.1498-1544.

Тимурзиев А.И. Современное состояние теории происхождения и практики поисков нефти: тезисы к созданию научной теории прогнозирования и поисков глубинной нефти [Электронный ресурс] // *Глубинная нефть*. 2013.Т. 1, №1. С.18-44.

Павленкова Н.И. Роль глубинных геофизических исследований в решении проблемы дегазации Земли и формирования неорганической нефти [Электронный ресурс] // *Глубинная нефть*. 2013.Т. 1, №6.

Тихонов А.И., Копылов И.С. Явление поступления глубинных вод из земных недр и их роль в развитии Земли // *Вестник Пермского университета. Геология*. 2014. № 4 (25). С. 43-55.

Egorin A.V., Zyuganov S.K., Pavlenkova N.I., Chernyshov N.M. Results of lithosphere studies from long-range profiles in Siberia // *Tectonophysics*. 1987. Vol. 140, №1. P. 29-47.

Regularities of Occurrence of Unique and Large Oil and Gas Deposits in the Earth Crust. Deep Zones of Hydrocarbons Generation and Primary Asthenosphere Earthquakes as a Uniform Planetary Process

S.V. Kozlov¹, I.S. Kopylov²

¹PermNIPIneft Branch of LUKOIL-ENGINEERING LLC in Perm, 29 Soviet Army Str., Perm 614066, Russia

²Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia. E-mail: georif@yandex.ru

The causal relationship between the location of the largest discovered hydrocarbon deposits (about 1000) and the lithosphere thickness in the regions of the Earth crust is shown. Only the significant amount of facts may be considered as the arguments of uniqueness of the existence of deep zones of hydrocarbon generation on planetary rheological in nature, lithospheric-asthenospheric boundary followed by catastrophic break in the lithosphere. In the framework of the proposed model, the next migration process can be both sequential and abrupt. The model is based on the well-known physical formula transformed into a geodynamic expression that describes a natural process of hydraulic fracturing of the lithosphere crystalline rocks when the plume achieves the critical volume. It seems that the process of accumulation of matter in the plume and its evacuation interacts and goes parallel to the earthquake activity.

Key words: *the gas plume; the critical volume of the gas plume; natural hydraulic fracturing; the migration of the fluid-gas plume; catastrophic changes in the volume; the patterns of distribution of major oil and gas fields in the earth's crust; earthquake prediction.*

References

Zlobin T.K., Volkov I.A., Poletc A.Yu. 2006. Analiz vulkanizma i seysmichnosti v litosfere Kuril

[Analysis of volcanism and seismicity in the lithosphere of Kuril Islands]. *Vulkanizm, biosfera i*

ekologicheskije problemy. Tuapse, NIGTTC DVO RAN, 2006. p.39. (in Russian)

Karakin A.V., Kurianov Yu.A., Pavlenkova N.I. 2003. Razlomy, treshchinovatye zony i volnovody v verkhnikh sloyakh zemnoy obolochki. MPR, RAEN, VNNIgeosistem, Dubna. Moskva. (in Russian)

Kozlov S.V. 2014. Glubinnaya uglevodorodnaya paradigma-alternativa, ili realnost v proiskhozhdenii nefiti. (Nauchno-populiarnaya versiya) [Deep hydrocarbon paradigm: Alternative or reality in oil origin]. *Glubinnaya nefit*. 2(6). (in Russian)

Kozlov S.V. 2012. Gidrotermobaricheskiy baryer v evoliutsii UV dlia usloviy okeanicheskoy kory. Sovremennoe sostoyanie teorii proiskhozhdeniya, metodov prognozirovaniya i tekhnologii poiskov glubinnoy nefiti [Hydrothermobaric barrier in evolution HC for conditions of the oceanic crust. Modern state of origin theory, methods of prediction and technology of deep oil prospecting]. *In: Mat. Vseros. konf. po glubinnomu genezisu nefiti*. Moskva, TCGE. (in Russian)

Kozlov S.V. 2010. Gidratnoe premirie v proiskhozhdenii nefiti i gaza [Hydrates peace in origination of oil and gas]. *In: Mat. Vseros. konf. uchastiem, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika P.N. Kropotkina*. Moskva, GEOS, pp. 228-232. (in Russian)

Kozlov S.V. 2011. O roli gidrotermobaricheskogo baryera v evoliutsii gazovykh gidratov [About the role of hydrothermobaric barriers in evolution of the gas hydrates]. *In: Sb. mat. Vseros. nauch.-prakt. konf. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty issledovaniy prirodnykh i iskusstvennykh gazovykh gidratov*. Yakutsk, Akhsaan, pp. 86-94. (in Russian)

Kozlov S. 2017. The oil and gas generating deep zones of formation of hydrocarbons and primary astenosferny earthquakes as uniform planetary process // *Norwegian Journal of development of the International Science*. 8:14-26. (in Russian)

Koptev A.I., Ershov A.V. 2011. Termalnaya moshchnost litosfery Zemli: chislennaya model [Thermal thickness of the Earth lithosphere: numerical model]. *Vestnik Moskovskogo universiteta*. Seriya 4, *Geologiya*. 4(5):25-32. (in Russian)

Kopylov I.S. 2015. Analiz rezultatov i perspektivy neftegazoposkovykh aerokosmogeologicheskikh issledovaniy Permskogo Priuralya [Results analysis and prospects of the oil exploration airspace geological studies of Perm PreUrals]. *Vestnik Permskogo universiteta*. *Geologiya*. 4(29):70-81. (in Russian)

Kopylov I.S., Kozlov S.V. 2014. Neotektonicheskaya model naftidogeneza i mineragenicheskaya rol geodinamicheskikh aktivnykh zon [Neotectonic model of the oil genesis and mineragenic role of ge-

odynamic active zones]. *Vestnik Permskogo universiteta*. *Geologiya*. 1(22):78-88. (in Russian)

Letneykov F.A. 2001. Sverkhglubinnye flyuidalnye sistemy Zemli i problemy rudogeneza [Super-deep fluid systems of the Earth and problems of ore genesis]. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 4: 291-307. (in Russian)

Seyful-Mulyukov R.B. 2013. Geologicheskoe i geokhimicheskoe obosnovanie glubinnogo genezisa nefiti [Geological and geochemical reasoning for deep oil genesis]. *Glubinnaya nefit*. 1(12). (in Russian)

Timurziev A.I. 2007. K sozdaniyu novoy paradigmy neftegazovoy geologii na osnove glubinno-filtratsionnoy modeli neftegazoobrazovaniya i neftegazonakopleniya [To development of the new paradigm of oil and gas geology based on the deep-filtering model of oil and gas generation and oil and gas accumulation]. *Geofizika*. 4:49-60. (in Russian)

Timurziev A.I. 2013. Mantiynnye ochagi generatsii uglevodorodov: geologo-fizicheskie priznaki i prognozno-poiskovye kriterii kartirovaniya; zakonmernosti neftegazonosnosti nedr kak otrazhenie razgruzki v zemnoy kore mantiynykh UV- sistem [Mantle sources of hydrocarbons generation: geological physical indicators and forecasting prospecting criteria of mapping; regularities of oil and gas potential as a reflection of the mantle HC-systems discharge into the Earth crust]. *Glubinnaya nefit*. 1(10):1498-1544. (in Russian)

Timurziev A.I. 2013. Sovremennoe sostoyanie teorii proiskhozhdeniya i praktiki poiskov nefiti: tezis k sozdaniyu nauchnoy teorii prognozirovaniya i poiskov glubinnoy nefiti [Modern state of theory of origination and practice of oil exploration: thesis for development of the scientific theory of prospecting of the deep oil]. *Glubinnaya nefit*. 1(1):18-44. (in Russian)

Pavlenkova N.I. 2013. Rol glubinnykh geofizicheskikh issledovaniy v reshenii problemy degazatsii Zemli i formirovaniya neorganicheskoy nefiti [Role of the deep geophysical prospecting in solution of problem of the Earth degassing and formation of the nonorganic oil]. *Glubinnaya nefit*. 1(6). (in Russian)

Tikhonov A.I., Kopylov I.S. 2014. Yavlenie postupleniya glubinnykh vod iz zemnykh nedr i ikh rol v razvitiy Zemli [Phenomenon of influx of deep waters from the crust and their role in earth development]. *Vestnik Permskogo universiteta*. *Geologiya*. 4(25):43-55. (in Russian) doi:10.17072/psu.geol.25.43

Egorokin A.V., Zyuganov S.K., Pavlenkova N.I., Chernyshov N.M. 1987. Results of lithosphere studies from long-range profiles in Siberia. *Tectonophysics*. 140(1):29-47.