

УДК 551.311.8

DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art11

**НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО
ВОСПОЛНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ)**

Соколова Н.В.

Институт проблем нефти и газа РАН

E-mail: sona@ipng.ru

Аннотация. В статье показано, что для решения рассматриваемой проблемы необходима система знаний о непрерывной динамике эндогенных и экзогенных процессов, развивающихся в недрах Земли и на ее поверхности.

Рассмотрены геодинамические условия формирования месторождений УВ. Отражена связь данных месторождений с субгоризонтальной расслоенностью (уплотнением и разуплотнением) горных пород, действием волноводов (процессами дилатансии и компакций), с блоковым строением кристаллического фундамента, динамикой флюидов и воздействием флюидов на трещиновато-пористые породы.

Ключевые слова: месторождение углеводородов, естественное восполнение, коровый волновод, углеводородные флюиды, разрывные нарушения, колебательный режим развития, механизм фильтрации флюидов.

**SOME SCIENTIFIC ASPECTS OF THE NATURAL
REPLENISHMENT OF HYDROCARBON DEPOSITS (BASED ON RUSSIAN
PUBLICATIONS)**

Sokolova N.V.

Oil and Gas Research Institute RAS

E-mail: sona@ipng.ru

Abstract. The article shows that to solve the problem in question a system of knowledge about the continuous dynamics of endogenous and exogenous processes developing in the bowels of the Earth and on its surface is necessary.

The geodynamic conditions for the formation of hydrocarbon deposits are considered. The connections of these deposits with sub-horizontal stratification (compaction and decompaction) of rocks, the action of waveguides (dilatancy and compaction processes), the

block structure of the crystalline basement, the fluid dynamics and the impact of fluids on fractured porous rocks reflected.

Keywords: hydrocarbon deposit, natural replenishment, crust waveguide, hydrocarbon fluids, faults zone, oscillatory mode of development, fluid filtration mechanism.

За долгие годы геолого-промысловых исследований в России и за ее пределами накоплены многочисленные фактические данные, свидетельствующие о процессах восполнения дренируемых запасов месторождений нефти и газа. Известно, например, что более 65% всей своей добычи в Татарстане компания «Татнефть» получает на «старых» месторождениях, степень выработанности которых превышает 80%. К 2007 г. на Ромашкинском месторождении уже было добыто 85% от начальных извлекаемых запасов. С 1975 г. в рамках Программы глубинного изучения недр Татарстана на территории республики пробурено две сверхглубоких скважины: 20000-Миннибаевская (забой 5099 м, проходка по фундаменту 3215 м) и 20009-Новоелховская (забой 5881 м, проходка по фундаменту 4077 м), а также 24 скважины, вскрывшие фундамент на глубину 100–2432 м. Получены уникальные данные, свидетельствующие об интенсивном возобновлении запасов в отработанных скважинах [1].

Проведенные исследования в этом регионе позволяют рассматривать нефтегазоносные бассейны и содержащиеся в них нефтегазовые месторождения как непрерывно развивающиеся объекты [2, 3]. Процессы восполнения месторождений УВ идут как на платформенных, так и на складчатых территориях [4], при этом естественная компенсация добычи нефти и газа на месторождениях может происходить в течение нескольких десятков лет.

Целью настоящего исследования является рассмотрение различных точек зрения на процессы восполнения месторождений УВ. Это важно, поскольку детализируется вопрос о механизмах восполнения месторождений, что, в свою очередь, приведет к более корректной оценке ресурсного потенциала нефтегазоносных бассейнов и геологических запасов отдельных месторождений.

Согласно исследованиям В.П. Гаврилова [5], в настоящее время в земной коре активно протекают процессы миграции УВ-флюидов и образования их новых скоплений. И такие движения углеводородных флюидов происходят с гораздо большей скоростью, чем предполагалось ранее.

В работе [6] отмечается, что активные флюидодинамические процессы могут приводить к формированию дополнительных емкостей по всему объему гранитной интрузии и накоплению в его пределах углеводородных флюидов. Воздействие флюидов приводит не только к образованию пустот, каверн, трещин, но и к кардинальному изменению структуры гранитоидов с образованием рыхлого рассыпающегося субстрата.

Согласно работе [1], решающий сдвиг в понимании механизма возобновления запасов УВ произошел в связи с полученными новыми материалами о строении земной коры и верхней мантии. Были выявлены современные движения земной поверхности, которые носят колебательный характер и имеют периоды от сотен до десятков тысяч лет. Собственно тектонические и геологические процессы происходят гораздо медленнее и длятся десятки и сотни миллионов лет. Природа современных движений связана в основном с динамикой флюидов и флюидным режимом верхней коры, который предполагает совместные движения флюидов и воздействие флюидов на трещиновато-пористые породы.

Было также доказано [7–8], что существенным элементом слоистой структуры верхней коры являются насыщенные флюидами трещиноватые слои (волноводы) и разломы. В коре всегда действуют напряжения, обусловленные тектоническими и геодинамическими процессами. В региональном масштабе две главные оси напряжений направлены горизонтально, а одна – вертикально. Указанные напряжения приводят к сдвиговым деформациям в трещиноватых слоях. Так, на отдельных их участках в течение 2–6 месяцев наблюдаются вертикальные движения со скоростью порядка 1 см/мес, а их активизация – через 2–3 года и 5–6 лет. Эти участки представляют собой линейные вытянутые зоны шириной 0,5–3 км и длиной от 1–3 до 4–6 км.

В работах [1, 6] отмечается, что в верхнем слое коры в волноводе развиваются поочередно два противоборствующих процесса: дилатансия и компакция. Когда волновод в режиме дилатансионного расширения принимает флюиды, он разбухает, давление в нем падает. Когда трещины в волноводе закрываются (по крайней мере, частично), начинает развиваться процесс компакций, и давление в нем резко возрастает. В результате флюиды частично поднимаются в верхние горизонты земной коры. Подобные процессы обеспечивают эффективный сбор микронепти в залежи. Период таких колебаний варьирует в пределах от десятков до десятков тысяч лет. Он зависит от размеров трещиноватой зоны, участвующей в колебательном процессе. Существуют также и другие

механизмы волновых и колебательных движений, обусловленные трещиноватой и слоистой структурой коры, способные провоцировать возмущения другой природы, например сейсмические. В этом случае могут возникнуть распространяющиеся движения, напоминающие движение волны [1].

В субрегиональном поле напряжений зафиксирована [9] миграция волн сейсмотектонического возбуждения первого порядка – в субмеридиональном направлении с периодичностью 50–60 лет, 22–25 лет, 11–13 лет, 5–6 лет, и второго порядка (на региональном и зональном уровнях) – в субширотном направлении с еще большей частотой и периодом 2–3 года.

Исследования в сейсмически активных регионах земного шара, в районах крупных водохранилищ и активной добычи нефти [10] показывают, что возбужденная сейсмичность и добыча нефти связаны с расширением и сжатием трещин от приливных движений Земли. Кроме того, на уровень и характер проявления сейсмичности, а также на эффективность добычи нефти влияют вибрации земной коры. Приливные движения несут в себе огромный энергетический потенциал, который может и должен быть использован для снижения сейсмической опасности и увеличения добычи нефти с учетом приливных движений Земли.

В результате анализа пространственно-временного распределения относительных изменений годовых значений добычи жидкости на зональном уровне был выявлен волновой ход динамики флюидного режима на шести наиболее крупных месторождениях Терско-Сунженской НГЗ (Старогрозненском, Октябрьском, Малгобекском, Минеральном, Эльдаровском, Северо-Малгобекском). С особенностями флюидодинамики месторождений складчатых областей, в частности Терско-Сунженской НГЗ, большие сходства имеет волновой характер (направленность и скорость) динамики флюидного режима залежи Усть-Балыкского месторождения в Западной Сибири [11].

Динамика начальных и остаточных извлекаемых запасов, накопленная добыча нефти на Ромашкинском месторождении дают возможность контролировать процесс изменения структуры запасов, который связан с изменениями соотношений между темпами прироста запасов и их выработки. Установлено [12], что накопленная добыча нефти по ряду площадей Ромашкинского месторождения значительно превышает ранее утвержденные запасы. В формировании этой древней сильно проницаемой зоны коллизии плит большую роль играла Уральская складчатая система. Именно с этой зоной, которая

служит проводящим каналом для углеводородных флюидов, связано образование здесь крупных месторождений нефти и газа. Глубинные разломы сыграли значительную роль и в тектоническом расчленении всего Волго-Уральского региона. Анализ закономерностей размещения нефтяных залежей по площади и разрезу осадочного чехла в пределах Татарского свода указывает на тесную связь нефтеносности осадочного чехла с разломами и блоковым строением кристаллического фундамента [1, 9, 11–13].

Для соблюдения экологических требований в тех районах, где установлены процессы подпитки месторождений углеводородными флюидами, разработку вновь открытых месторождений необходимо проводить с учетом таких данных. Это будет способствовать созданию новых прогрессивных технологий разработки залежей (восполняющихся и не восполняющихся).

При решении проблемы восполнения месторождений УВ необходимо исследовать современные процессы, развивающиеся на земной поверхности (неотъемлемой части геологической среды) и являющиеся индикаторами других процессов, происходящих на разных глубинах в литосфере и влияющих на характер восполнения месторождений УВ.

При обработке данных полевых измерений для отражения количественных морфологических характеристик геологической среды повсеместно используется метод изолиний (например, изостраты, изопахиты, изобары, изотермы и др.). Однако для выявления непрерывных флюидодинамических процессов (и восполнения залежей УВ) этой информации недостаточно.

Как уже отмечалось выше, месторождения нефти и газа развиваются в условиях расслоенности пород (в разной степени уплотняющихся и разуплотняющихся), смятия их в складки, распространения напряжений и разрывных нарушений в ортогональных направлениях, в зависимости от колебательного характера действия коровых волноводов. При этом имеют место процессы, способствующие разрушению нефтегазовых залежей.

С учетом этого можно предположить, что существует такой механизм фильтрации флюидов в верхней коре, который способствует восполнению месторождений УВ. Чтобы его определить, необходимо выявить динамические границы распространения данного процесса, отражающие пределы действия противоположных по направленности флюидодинамических потоков на разных глубинах по вертикали и по латерали. Такие границы позволят выявить области активизации процессов аккумуляции флюидов на разных горизонтах и ответить на вопрос: почему при многократном превышении

пространственных размеров волноводов над размерами месторождений УВ одни из них являются восполняемыми, а другие – нет?

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Энергетика, динамика и дегазация Земли, теоретические и экспериментальные основы инновационных сейсмоакустических технологий исследования геологической среды и контроля за объектами нефтегазодобычи», № АААА-А16-116021510125-7).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е., Каракин А.В., Повецenco Ю.А. Современные движения земной коры и механизм возобновления запасов углеводородов // Геология, геофизика и разраб. полез. ископаемых 2007. № 5. С. 9–20.
2. Муслимов Р.Х., Плотникова И.Н. Учет процессов переформирования нефтяных залежей при длительной эксплуатации и глубинной подпитке при моделировании разработки нефтяных месторождений // Георесурсы. 2018. Т. 20, № 3, Ч. 1. С. 186–192.
3. Шевченко И.В. О восполняемости запасов углеводородов // Экспозиция Нефть Газ. 2017. Вып. 2(55). С. 28–33.
4. Салахидинова Г.Т. К вопросу о современных процессах переформирования участков нефтяных залежей на поздней стадии разработки // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. Вып. 8(62). – Режим доступа: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.013/> (Дата обращения 29.11.2018).
5. Гаврилов В.П. Возможные механизмы естественного восполнения запасов на нефтяных и газовых месторождениях // Геология нефти и газа. 2008. № 1. С. 56–64.
6. Дмитриевский А.Н. Полигенез нефти и газа // Докл. РАН. 2008. Т. 419, № 3. С. 73–377.
7. Каракин А.В. Математическая модель корового волновода // Рос. журн. наук о Земле. 2001. Октябрь. Т. 3, № 4. – Режим доступа: <http://eos.wdch/rssi.ru/rjes> (Дата обращения 29.11.2018).
8. Каракин А.В., Курьянов Ю.А., Павленкова Н.И. Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки / Под ред. О.Л. Кузнецова. М.: Гос. науч. центр РФ – ВНИИгеосистем, 2003. 230 с.

9. *Касьянова Н.А.* Влияние современной геодинамики недр на флюидный режим нефтегазовых залежей месторождений складчатых и платформенных областей. М.: Геоинформмарк, 2000. 50 с.

10. *Мирзоев К.М., Николаев А.В., Лукк А.А., Децеровский А.В., Мирзоев В.К., Мануков В.С.* Способы предотвращения сильных землетрясений и увеличения нефтеотдачи с учетом приливных движений Земли // Гальперинские чтения. М., 2014. – Режим доступа: http://geovers.com/base/files/gr14/papers/gr14_pp_49_MirzoevKM.pdf (Дата обращения 29.11.2018).

11. *Муслимов Р.Х., Галдин Н.Г., Гвоздь С.М.* и др. Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. Казань: Дента, 1996. 488 с.

12. *Плотникова И.Н.* Геолого-геофизические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента Татарстана. СПб.: Недра, 2004. 172 с.

13. *Камалетдинов М.А., Постников Д.В.* Тектоническое развитие фундамента и осадочных толщ на востоке Русской платформы // Шарьяжи Урала и связь с ними полезных ископаемых. Уфа, 1984. С. 3–5.