

Мысль, 1986. — 240 с.

3. Буданов Г.Ф., Горностай В.А. Тектоническая природа рифейских комплексов на северо-востоке европейской части СССР // Геотектоника. — 1998. — № 3. — С. 68—74.
4. Добрынин В.М., Рудык С.Н. Некоторые факты, влияющие на существование пород-коллекторов и пород-покрышек на больших глубинах // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1994. — № 12. — С. 8—11.
5. Иванов С.Н. О байкалидах Урала и Сибири // Геотектоника. — 1981. — № 5. — С. 47—61.
6. Калмыков Г.С., Летуновский В.Н. Стадии катагенеза и палеотемпературы по отражательной способности вит-

- ринита в Тимано-Печорской провинции // Геология и нефтегазоносность северных районов Тимано-Печорской провинции. — М.: ВНИГНИ, 1979. — С. 89—97.
7. Лагутенкова Н.С., Чепикова И.К. Верхнедокембрийские отложения Волго-Уральской области и перспективы их нефтегазоносности. — М.: Наука, 1992. — 109 с.
8. Некоторые результаты параметрического бурения на рифей-вендский комплекс Ухтинского района / Э.Н. Овчинников, А.А. Алабушин, В.И. Гайдеек и др. // Геология нефти и газа. — 1990. — № 12. — С. 4—7.
9. Шлезингер А.Е. О байкалидах Тимано-Печорского региона // Бюл. МОИП, Отд. геологии. — 1995. — Т. 70. — Вып. 4. — С. 32—35..

УДК 553.98.061.3

ТЕОРИЯ КОНВЕРГЕНЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ И ЕЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ

В. И. Иванников
(ООО "Просистема-ТЭТ")

Всякая теория, и тем более геологическая, должна иметь практический выход. В противном случае она останется одной из многочисленных гипотез или версий, иногда даже оригинальных в своем роде. Лучшим подтверждением вновь предлагаемой теории являются независимые исследования и выводы других авторов, основанные на фактическом материале.

Одной из таких работ может служить публикация В. И. Корчагина [1]. На примерах крупнейших супербассейнов мира показано, что основные скопления нефти и газа определяются их позицией относительно соседнего горного сооружения или выступов кристаллического массива. "Большинство таких бассейнов состоит из двух основных частей, тесно связанных друг с другом: вытянутого желобообразного прогиба и крупной изометричной впадины. К ним относятся Волго-Уральский прогиб и Прикаспийская впадина, а также Тимано-Печорско-Баренцево-морский НГБ, Западно-Сибирско-Южно-Карский, Тургайский, Терско-Куринско-Южно-Каспийский, Восточно-Предкавказско-Центрально-Каспийский. Типичными супербассейнами также являются прогиб Персидского залива в сочетании с впадиной Руб-Эль-Хали, которые расположены вдоль орогенных сооружений Загроса, Западно-Канадский прогиб и впадина моря Бофорта, прогиб Мидконтинента совместно с впадиной Мексиканского залива, Маракаибский прогиб с впадиной Карибского моря, примыкающие к горной системе Анд и Кордильер, и многие другие".

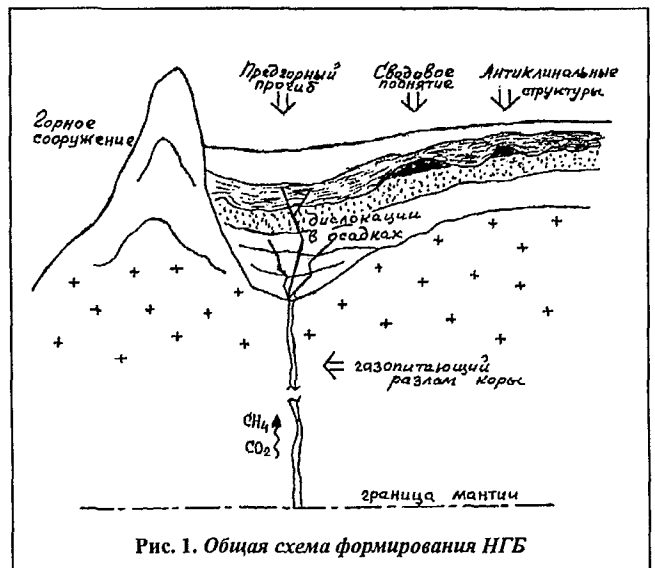
В данной статье автор теории конвергенции углеводородов привлекает в свои доказательства обобщающие работы других авторов — сторонников органической и неорганической гипотез происхождения и формирования нефтегазовых скоплений, а также дает поясняющие схемы процессинга.

In this article author of theory of hydrocarbons convergence provides arguments generalizing the findings of followers of hypotheses on organic or inorganic origin and forming of oil-gas accumulations, and also illustrates the corresponding processing in schemes.

Анализ, выполненный В. И. Корчагиным, может служить убедительной иллюстрацией общей схемы теории конвергенции УВ, представленной на рис. 1.

Здесь в отличие от схемы В. И. Корчагина присутствует одна необходимая деталь — газопитающий разлом земной коры. Его присутствие вполне закономерно, ибо орогенный

процесс немислим и невозможен без разрыва консолидированной оболочки гранитного слоя. Орогенные сооружения, подвергаясь разрушению и эрозии, поставляют терригенный материал для заполнения



осадками прогиба, значительная часть которых переносится крупными реками во впадины.

Дегазация недр через разломы выносит газовые эманации (в основном CO_2 и CH_4), с помощью которых осуществляются миграция РОВ и концентрация их в накопительных структурах. Именно такая картина получается из обобщений, сделанных В. И. Корчагиным.

Инверсия геосинклиналей, безусловно, связана с движением блоков фундамента. Опускание одного из блоков приводит к прогибанию участка коры, его затоплению и сносу сюда осадков с территории смежного блока. Орогенное движение блока в обратную сторону порождает вертикальные разрывы и дислокации в осадочной толще пород, являющиеся продолжением разлома фрагментов консолидированной части коры. Через эти тектонические разрывы и трещины смещения идут потоки глубинных газов, служащие транспортером РОВ в платформенные бассейны и межгорные впадины.

В известной мере справедлив вывод Д. И. Менделеева о том, что "эпоха происхождения нефти ... соответствует времени образования соседних гор."

В другой, более поздней, работе [2] В.И. Корчагин вслед за известной монографией В.П. Гаврилова [3] приводит многочисленные примеры размещения нефтегазовых залежей вблизи линеаментов и крупных разломов земной коры. Это возмещает в анализе фактуры предыдущей публикации недостаток газопитающих разломов.

Заслуживают особого внимания случаи, когда мелкие нефтяные скопления, находящиеся близко от разломов, эксплуатируются иногда до 100 лет, что явно свидетельствует о восполнении УВ в ловушках и является убедительным доказательством флотомиграции, заложенной в основе механизма теории конвергенции. Аналогичные примеры приводятся также в сборнике [4].

Не лишено смысла, но весьма проблематично создание искусственных ловушек для нефти и газа, как предлагает В.И. Корчагин в работе [2]. Согласно теории конвергенции УВ, накопление газа в таких ловушках может иметь место, а сбор нефти даже при ее выносе через трещины, связанные с разломами, при переформировании нижележащих залежей может затянуться на ближайшие десятки и сотни тысяч лет.

Как одну из основополагающих закономерностей распространения крупнейших и крупных скоплений нефти и газа отмечают в своих обобщениях М. С. Моделевский (1979), Д. Л. Федоров (1985), И. П. Лаврушко (1993), Дж. Муди (1978) и другие исследователи, приуроченность их к зонам сочленения, областям развития разломов и сдвиговых дислокаций.

Работа В.Ф. Дьякова [5] дает еще более широкое толкование бассейнов нефтегазонакопления, представляя их как своеобразные ловушки УВ, в то время как сама нефть была генерирована в рифтоген-

синклинальных областях, которые затем испытали тектоническую инверсию и образовали горные системы типа Анд и Кордильер.

Анализируя геологическую диспозицию самых крупных НГБ: Западно-Канадского, Уиллистонского, Оринокского, Маракайбо в Америке; НГБ Сирт, НГБ Персидского прогиба на Ближнем Востоке, В. Ф. Дьяков пишет: "Мы считаем, что НГБ-ловушками также являются все краевые предгорные прогибы: Предпиренейский, Предальпийский, Предкарпатский, Предкопетдагский, Предуральский, Предверхоанский и др. Не случайно все они являются нефтегазоносными, причем именно в зоне, непосредственно примыкающей к соответствующим им геосинклиналям, ныне горно-складчатым сооружениям".

Глобальная реконструкция В. Ф. Дьякова, как и ранее высказанные идеи А. Я. Кремса и А. Л. Козлова о сверхдальней миграции нефти из геосинклиналей, нуждаются в соответствующем механизме массопереноса УВ. Такой механизм флотомиграции как раз и представляет теория конвергенции УВ. Это и есть та "неопознанная" энергия глубинных недр Земли, на которую ссылается В. Ф. Дьяков и на тему которой иронизирует И. В. Высоцкий в ответной критической статье [6].

Еще одна работа, дополняющая фактами важное звено теории конвергенции УВ, — это публикация [7]. Здесь по данным подводных наблюдений вулканических "курильщиков" с помощью глубоководных аппаратов удалось выявить, что через трещины океанической коры происходит выделение большого количества газов (более 5 л/мин из одной гидротермы). Химический анализ газов показал, что основным компонентом является метан (>80 % объема газовой деляния). Вокруг гидротерм на глубинах около 5000 м обнаружены толстые "бактериальные маты" как следствие развития анаэробных микроорганизмов.

Сторонники неорганической теории нефтегазообразования имеют в своих рядах, как правило, радикалов крайнего толка. Они готовы полностью перелицевать все факты, относящиеся к аргументам пока еще господствующей органической концепции происхождения нефти.

Камнями преткновения на этом пути остаются при прочих спорных вопросах:

1) отсутствие реального механизма миграции тяжелых УВ, осуществляющего концентрацию их в залежах;

2) существование нефти в глинистых толщах (бажениты, доманикиты и др.) и в песчаниках, изолированных в глинах;

3) существование РОВ, которых больше, чем в залежах, и которые, очевидно, являются следами миграции, ибо отсутствие таковых просто невероятно. "Рассеянного органического вещества в породах стратисферы минимум в 1000 раз больше, чем концентрированного. Кларковое содержание $C_{орг}$ в стратисфере около 1 %, т. е. примерно 18...25 кг на 1 м³ породы, а общее количество $C_{орг}$ в ней составляет 10¹⁶ т" [8];

4) явно органическое происхождение ископаемых углей — ближайшего члена генетического ряда каустобиолитов;

5) закономерности палеоширотного распределения залежей нефти и газа в осадках и современного поширотного распределения живого вещества в океанах с максимумами между 48 и 64 параллелями [9];

6) наличие в природных нефтях более 300 УВ-биомаркеров, которые по своему количеству являются не примесями, а конституционной ее частью.

С другой стороны, надо отдать должное неорганикам в том, что ведущим планетарным процессом является дегазация недр Земли — ее проявления мы наблюдаем и ее масштабы можем оценить. От этого факта отвернуться нельзя.

Объемы глубинной УВ-дегазации по подсчетам Б. М. Валяева (1994), через грязевые вулканы Азербайджана за четвертичное время составляют порядка 175 трлн м^3 . Через глубокие шахты, например, в южноафриканском руднике Святая Елена, разрабатывающем золотоносные жилы, прорывающие породы докембрийского фундамента, вентиляционные трубы выносят около 500 млн м^3 метана в год. Обобщение данных о содержании метана в атмосфере, выполненное Г. И. Войтовым (1994), исходя из результатов прямых многократных прецизионных измерений [10], показало, что его количество составляет приблизительно $5 \cdot 10^{15} \text{ г}$. При этом следует учитывать время жизни молекул метана в атмосфере, которое оценивается в интервале от 1 до 20 лет (в среднем $4 \dots 5$ лет).

В. И. Вернадский в свое время указывал, что в толщах осадочных пород широко развиты две генетические группы рассеянных соединений углерода: биогенные остатки и газообразные продукты химических реакций глубинных недр.

Разделение источников нефти и газа и последующее их соединение в коллекторах в соответствии с теорией конвергенции, по нашему мнению, дают объективное решение проблемы в целом и наиболее трудных вопросов непримиримой дискуссии, затянувшейся уже на второе столетие.

Альтернативные концепции нефтеобразования (биогенная и минеральная) при объективном их рассмотрении не являются взаимоисключающими, а сосуществуют как бы в разных измерениях. Взятые в самом общем виде, они не противоречат большинству известных сейчас фактов залегания нефти в недрах. Они лишь демонстрируют различные методологические подходы к проблеме: актуалистический (геологи) и эволюционный — естественный процесс развития Земли как планеты в целом (химики).

Отвергая догматизм в этих подходах, автор продолжает тему гибридного происхождения УВ в направлении ее практического использования, что крайне важно для прогнозирования поиска и разведки убывающих запасов нефти. В этом смысле прав был Д. И. Менделеев, придавая первостепенное значение теории происхождения нефти в деле научного

предсказания открытия новых скоплений УВ. "Практики часто думают, — писал он, — что им нет дела до теорий. Это большая ошибка ... Ныне в потемках, роют по каким-то приметам, много труда идет напрасно, не знают, куда направиться ...". Теория конвергенции УВ при ее детальной разработке открывает возможность реконструкции условий осадконакопления ОВ и расчетный базис для определения времени и дальности миграции УВ в накопительные структуры, а стало быть, и возможность для оценки продуктивности ловушек нефти и газа.

Сжатая суть теории конвергенции УВ приводится на схемах рис. 2—5.

Схема рис. 2 иллюстрирует основную идею конвергенции УВ, которая представляет собой две сходящиеся ветви общего углеводородного процесса в недрах Земли.

Нисходящая экзогенная ветвь — распад ОВ на простые молекулярные продукты и эмиграция последних из материнских консервирующих пород в коллекторы.

Восходящая эндогенная ветвь — неорганиче-

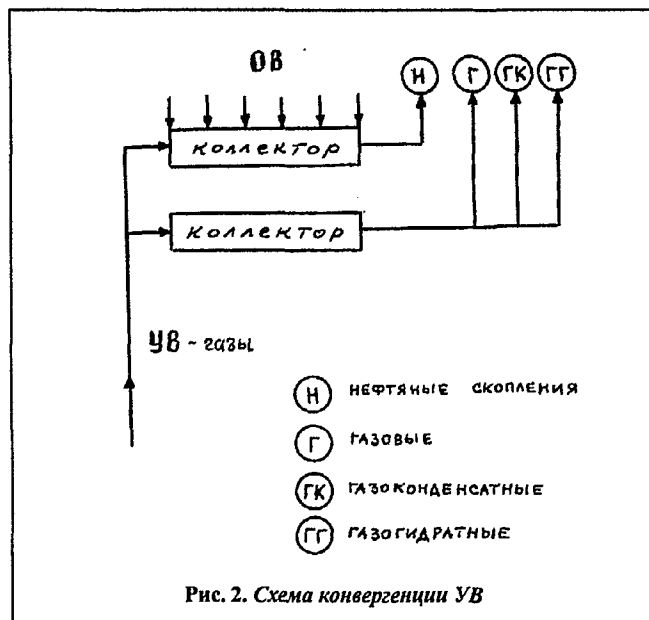


Рис. 2. Схема конвергенции УВ

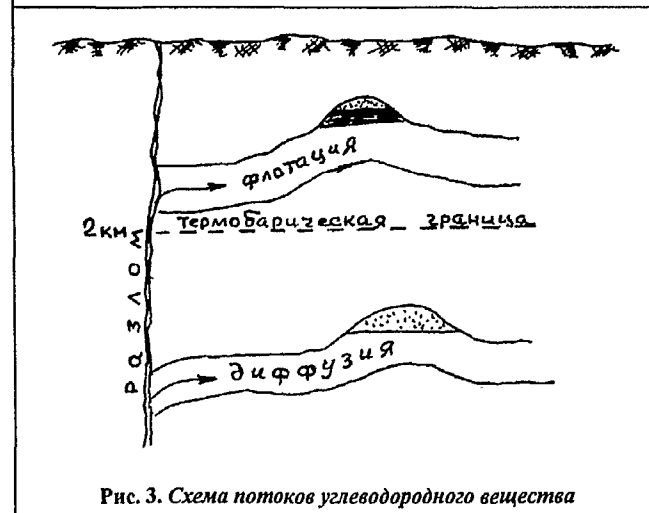


Рис. 3. Схема потоков углеводородного вещества

ский синтез метана и его гомологов на границе мантии Земли и миграция их по разломам в осадочные породы-коллекторы.

Если ветви сходятся, то в коллекторе накапливаются керогенопродукты и газы, которые дискретно (при деформации пластов и трещинообразовании) взаимодействуют и преобразуются в нефть за счет механизма кавитации.

Если ветви не сходятся или отсутствует механизм, осуществляющий взаимодействие ОВ и газов, то газы мигрируют по коллектору и скапливаются в ловушках, образуя газовые, газоконденсатные и газогидратные залежи.

На схеме рис. 3 показаны потоки углеводородного вещества и термобарическая граница, разделяющая

интервалы глубин, где массоперенос УВ идет за счет диффузии и флотомиграции.

Термобарическая граница (~20 МПа) определяет переход газовой фазы в свободное пузырьковое состояние, при котором реализуется возможность флотационного переноса тяжелых УВ, поступающих в коллектор в молекулярно-рассеянном виде при эвакуации из материнских пластов. Механизм флотомиграции состоит в том, что газовые пузырьки адсорбируют молекулы тяжелых УВ и выносят их по восставанию пластов в ловушки.

Сосредоточение нефтяных скоплений в интервале глубин от 1 до 4 км обусловлено тем, что здесь в основном происходит эмиграция битумоидов из материнских осадков в коллекторы и эффективно работает механизм флотомиграции, обеспечивающий сбор и аккумуляцию рассеянных компонентов нефти.

На схеме рис. 4 в утрированной форме показаны сочленение разлома и коллектора, а также условие газонакопления в коллекторе, обязанное изменению скорости молекулярной диффузии газов при переходе из разлома в коллектор.

D_z — скорость диффузии газов при подъеме в разломах под действием градиентов давления, температуры и концентрации;

D_x — скорость диффузии газов при латеральном распространении в коллекторских пластах под действием градиента концентрации.

На схеме рис. 5 показана вертикальная зональность распределения УВ в осадочной толще земной коры. Она иллюстрирует следующее:

1. Метановый газ, поступающий в высокие горизонты, частично улетучивается в атмосферу, частично образует газогидратные скопления.

2. Ниже, в интервале 1...4 км, газ насыщает коллекторы, содержащие рассеянные битумоиды и, выделяясь в виде пузырьков, флотирует их по восставанию пластов в накопительные структуры. Термобарическая граница в зависимости от концентрации тяжелых УВ, солености воды, температуры и давления может значительно смещаться вниз, вплоть до 4 км.

3. В интервале 4...6 км газ находится только в растворенном виде и изменения его фазового состояния невозможны. Поэтому здесь рассеянные битумоиды подвергаются растворению в метановой жидкости, за счет чего образуются газоконденсатные залежи.

4. Коллекторы, находящиеся на глубинах более 6 км, содержат в основном "сухой" метановый газ, так как потенциал осадочного ОВ здесь практически исчерпан.

В актив теории конвергенции УВ можно отнести также широтную зональность распределения нефтяных и газовых залежей в Западной Сибири. В Среднем Приобье сосредоточены в основном нефтяные месторождения, а на севере (в сторону п-ова Ямал и далее в шельфовой зоне Ледовитого океана) превалируют газовые. Предварительный палеоанализ показал, что газопитающий разлом Оби в свое время за счет флотомиграции тяжелых УВ осадочного проис-

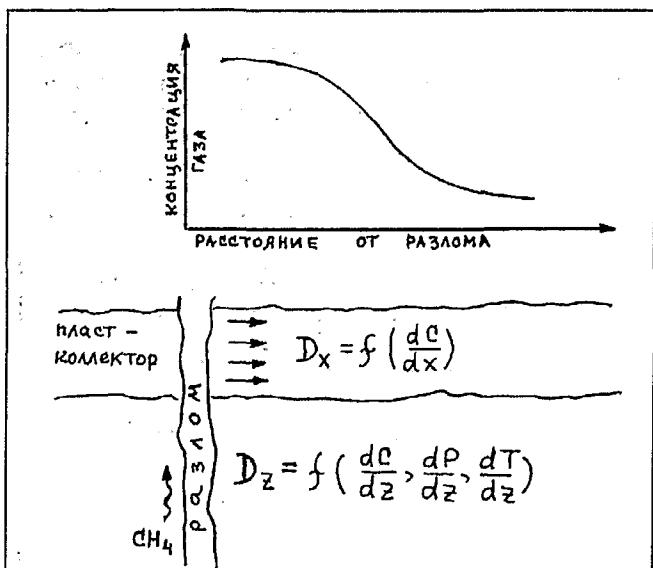


Рис. 4. Газонакопление в коллекторе

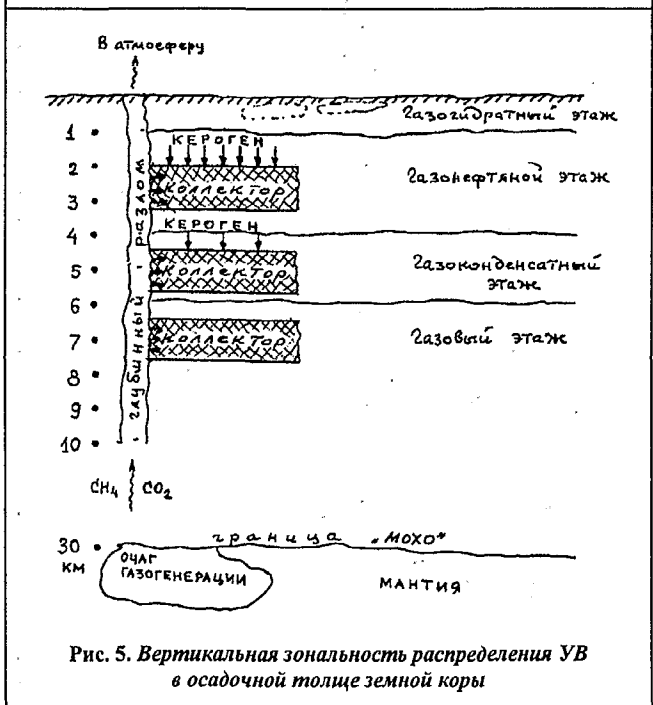


Рис. 5. Вертикальная зональность распределения УВ в осадочной толще земной коры

хождения юрского периода породил известные нефтескопления Среднего Приобья. Дальше на север (по современному течению Оби) нефтескопления постепенно исчезают и на Ямале сосредоточены богатые газовые залежи, время накопления которых коррелируется с наступлением ледников. Последние перекрывали выбросы УВ-газов в атмосферу и формировали подледниковые зоны газогидратов, которые при отступлении ледников и растеплении дали начало разведанным ныне газовым месторождениям.

Круг публикаций, касающийся теории конвергенции УВ, можно расширить. Однако автор выбрал лишь те работы, которые дают крупномасштабные геологические обобщения и факты, не укладывающиеся в "прокрустово ложе" общепринятой концепции нефтегазогенерации.

Апробация данной работы проходила в Лейпциге (Германия) на Конференции EAGE 8—12 июня 1998 г. и в Лондоне (Великобритания) на Европейской конференции 28 ноября 2000 г. и получила положительные рекомендации к дальнейшему развитию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корчагин В.И. Закономерности взаимного расположения крупнейших скоплений нефти и газа в супербассейнах // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1997. — № 6.

2. Корчагин В.И. Нефтегазоносные разломы и искусственные ловушки нефти и газа // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1998. — № 9.
 3. Гаврилов В.П. Влияние разломов на формирование зон нефтегазоаккумуляции. — М.: Недра, 1975.
 4. Соколов Б.А., Гусева А.Н. О возможности быстрой современной генерации нефти и газа // История нефти в осадочных бассейнах. — М.: Интерпринт, 1994.
 5. Дьяков В.Ф. Нефтегазоносные бассейны как ловушки нефти и газа // Геология нефти и газа. — 1989. — № 6.
 6. Высоцкий И.В. Нефтегазоносные бассейны — генераторы или только накопители нефти и газа // Геология нефти и газа. — 1989. — № 7.
 7. Клещев К.А., Матвеев В.В., Баланюк И.Е., Седов А.П. Возможность образования углеводородов в результате вулканической деятельности на океанском дне // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1996. — № 7.
 8. Вассоевич Н.Б. Микронепть // Исследование ВНИГРИ в области нефтяной геологии. — Л.: Гостоптехиздат, 1959.
 9. Тамразян Г.П., Овнатанов С.Т. Глобальные особенности залегания нефти, их пространственные соотношения с закономерностями размещения других горючих ископаемых и оценка перспективных территорий. — М., 1983. — (Обзор. информ. / ВНИИОЭНГ. Сер. "Нефтегазовая геология и геофизика"; Вып. 1(19).
 10. Лукшин В.В., Скляренок И.Я. Оценка глобального антропогенного выброса метана в атмосферу // Изв. АН СССР. Сер. "Физика атмосферы и океана". — 1979. — Т. 19, № 4.

УДК 553.98.041 (673)

ФАЗОВАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УГЛЕВОДОРОДОВ НИЖНЕКОНГОЛЕЗСКОЙ
 ВПАДИНЫ (РЕСПУБЛИКА АНГОЛА)

Е. И. Сорокова, М. И. Бурцев, А. Г. Кочофа
 (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина)

В статье освещается вопрос фазовой зональности углеводородов Нижнеконголезской впадины, расположенной на территории Республики Ангола.

Изучение и прогноз фазовой зональности углеводородов выполнены по термобарическим параметрам, в связи с чем большое внимание уделяли геотермобарическому режиму впадины и его изменению во времени.

Инструментом прогноза послужила "Диаграмма фазовых состояний углеводородной системы в условиях сверхгидростатических пластовых давлений в зависимости от $T - K_c$ ".

На территории Нижнеконголезской впадины выделяются две нефтяные зоны (I, III) и одна нефтегазоконденсатная (II). В зонах II и III на глубинах 4...6 км в пределах изобат океана 100...500 м в подсолевых отложениях прогнозируются крупные скопления жидких углеводородов.

The prediction of hydrocarbon phase zonality in the Lower Congolese basin located in Republic of Angola is examined in this article.

The study and prognostic of hydrocarbon phase zonality was done through pressure and temperature data and for this particularly reason attention was paid to the geothermobaric regime of the basin and to the character of its change with time.

The instrumental forecast got the name "Diagram of phase hydrocarbon systems in high hydrostatic layer pressure conditions with depending on $T - K_c$ ".

The area surrounding lower Congolese basin is divided into two oil zones (I, III) and one oil gas condenser zone (II). In zone II and III at the depth of 4...6 km, 100...500 m below the sea level, below the salt deposits it predicted large accumulation of liquid hydrocarbons.

Нижнеконголезская впадина, согласно В. Е. Хаину, К. О. Emery, R. Evans, E. Uchupi, J. Phillips, является частью пассивной окраины Приатлантической африканской платформы. Она отделена от соседних депрессий выступами фундамента Майомбе (на севере) и Амбриж (на юге) (рис. 1). Со стороны суши,

куда впадина заходит в виде дугообразного залива, она ограничена выходами на дневную поверхность докембрийских кристаллических пород. Положение западной границы по геофизическим данным устанавливается условно в районе изобаты океана 3000 м, где намечается зона сочленения континентальной