

УДК 550.41+551.24+553.061

В.П. Коболев<sup>1</sup>

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ: ГЕОФЛЮИДЫ, НЕФТЬ И ГАЗ, ПАРАГЕНЕЗИСЫ В СИСТЕМЕ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ”

*Приведен краткий обзор пленарных докладов V Международной конференции “Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезисы в системе горючих ископаемых”, которая проходила в Москве с 30 мая по 1 июня 2006 г. Организаторы конференции: Отделение наук о Земле Российской Академии Наук (РАН), Институт проблем нефти и газа РАН, Геологический институт РАН, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Координационный совет по наукам о Земле РАН.*

В центре внимания конференции оказались два направления. Одно из них связано с современной дегазацией и ее воздействием на процессы в атмосфере, гидросфере и биосфере. Второе объединяет работы, посвященные роли глубинных флюидов в процессах литогенеза, формирования стратиформных рудных месторождений и месторождений горючих ископаемых. В настоящем обзоре мы в основном кратко остановимся на докладах второго направления, связанного с исследованиями глубинных восстановленных флюидов, их генезисом и участием в процессах рудо- нефтегазообразования, включая геофлюидодинамические аспекты.

В работе конференции принимали участие ученые из Азербайджана, Израиля, России, США и Украины (рис.). Всего было заслушано 64 сообщения. Около пятидесяти докладов были представлены в качестве стендовых [4].

Первое пленарное заседание “Геофлюиды, нефть и газ” открыл сопредседатель оргкомитета конференции, директор Института проблем нефти и газа РАН (г. Москва), академик РАН Дмитриевский А.Н. Он отметил, что пятая конференция по дегазации Земли, как и предшествующие, представляет широкому кругу специалистов возможность изложения и обсуждения результатов исследований по этой междисциплинарной проблеме. В своем обзорном докладе “Дегазация Земли: энергетика, динамика, флюиды” Дмитриевский А.Н. увязал процессы дегазации с перемещением глубинных флюидов от внутренних геосферных оболочек к внешним с учетом энергетических и динамических процессов. Энергетика процессов ядра и нижней мантии определяет “закритическое” состояние флюидов, когда они представлены только ядрами элементов. По мере перемещения к внешним геосферам ядра элементов приобретают электронные оболочки, формируются глу-

© В.П. Коболев<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина.



Рис.

бинные восстановленные флюиды [6]. В пределах литосферы при снижении температуры до  $375^{\circ}\text{C}$  отмечается формирование гидротермальных растворов. Восстановленное состояние флюидов и наличие в них водорода и углерода определяют возможность минерального синтеза углеводородов (УВ) как в глубокозалегающих флюидизированных очагах [2], так и в пределах осадочного чехла, где происходит трансформация глубинных флюидов с формированием пластовых флюидов и месторождений нефти и газа.

В докладе академика РАН А.А. Маракушева (Институт экспериментальной минералогии РАН, Московская обл., г. Черноголовка) в соавторстве с С.А. Маракушевым (Институт проблем химической физики РАН, Московская обл., г. Черноголовка) была представлена разработанная авторами рТ — диаграмма фаций простых веществ, а также смеси углеводородов типичного состава. Диаграммой определяется обширная область устойчивости метана. Однако при повышении рТ-параметров метан вытесняется более тяжелыми углеводородами, такими как этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) и этилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), а также бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), вытесняющий метан и этан при высоких давлениях. Показано, что соответственно при более высоких рТ-условиях низкомолекулярные углеводороды будут вытесняться высокомолекулярным пентаном ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), гексаном ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), гептаном ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ), октаном ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) и др., имеющими более высокое положительное значение величины свободной энергии образования.

Сопоставление полей устойчивости углеводородов с геотермальным градиентом земной коры позволило установить, что формирование тяжелых углеводородов происходит на глубинах, значительно превышающих 100 км. В земной коре тяжелые углеводороды участвуют в образовании нефтяных залежей, расслаиваясь при температуре ниже критической на газовую и жидкую фазы [1].

Вопросам стратегии воспроизводства запасов углеводородного сырья в старых нефтедобывающих районах был посвящен доклад **Р.Х. Муслимова** (Казанский государственный университет, г. Казань). Республика Татарстан относится к старым нефтедобывающим районам и имеет самую высокую разведанность недр в России, что, по мнению докладчика, является основным фактором, осложняющим геологоразведочные работы и обуславливающим закономерное снижение их эффективности. Стратегия воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов должна предусматривать проведение геологоразведочных работ в трех направлениях: (1) дальнейшее изучение и опоскование залежей углеводородов на традиционных объектах; (2) геологическое изучение нефтегазоносности нетрадиционных объектов — глубокозалегающих пород кристаллического фундамента; (3) проведение работ по интенсификации добычи нефти и газа.

Доклад “Глубинные флюиды в формировании аномальных полей и нефтеобразовании” был представлен группой сотрудников ВНИИгеосистем (**Р.П. Готтих, В.И. Галуев, С.А. Каплан, С.С. Малинина**, г. Москва) и Института проблем нефти и газа РАН (**Б.И. Писоцкий**, г. Москва). Изучение процессов нефтеобразования и нефтенакпления в геологических разрезах нефтегазоносных бассейнов (НГБ) привело авторов к ряду важных выводов, среди которых отметим следующие: (1) акт максимального импульса декомпрессии глубинных зон и проникновения восстановленных систем в осадочные отложения относится к последним процессам преобразования пород; (2) территории, в геологических разрезах которых отсутствуют следы воздействия на породные комплексы восходящих восстановленных систем, бесперспективны на углеводородное сырье; (3) температуры поступления флюидов, определенные методом гомогенизации, в породах различных НГБ на 50–100 °С превышают температуры кондуктивного прогрева недр; (4) схожесть геохимического состава флюидов, наложенных на породы верхней коры, с мантийными флюидами и их идентичность с геохимическими особенностями нефтей; (5) хондритнормализованные спектры лантаноидов нефтей резко отличаются от аналогичных спектров вмещающих пород, пластовых вод и органического вещества (ОВ) биогенной природы и, в целом, не характерны для породно-вещественных комплексов верхней континентальной коры.

С блестящим фундаментальным докладом “Роль глубинных и суперглубинных флюидов в процессах нефтегазообразования” на конференции выступил член-корр. НАН Украины **А.Е. Лукин** (Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев) в соавторстве с **Ю.И. Пиковским** (МГУ, г. Москва). Прежде всего, **А.Е. Лукин** отметил, что мировое геологическое сообщество вступило в XXI век без современной теории нефтегазообразования. По его мнению, диссипативность НГБ как системы определяется взаимодействием глубинных высокоэнергетических флюидных потоков с уже сформированными и (или) находящимися в процессе формирования флюидопроводными системами фундамента и осадочного чехла. Изучение глубинных флюидов и механизмов их взаимодействия с литосферными субстратами должно стать главным направлением исследований нефтегазовой геологии XXI века.

К первоочередным задачам авторы справедливо относят вопрос о природе высокоэнергетических флюидных потоков, которые, согласно современным данным, могут возникать в разных геосферах — от жидкого ядра и слоя  $D_2$  до верхней мантии, коромантийной смеси и волноводов земной коры [7]. А.Е. Лукин напомнил участникам конференции, что еще в начале семидесятых известный украинский теоретик-нефтяник Э.Б. Чекалюк обращал внимание на тот факт, что “скорость нефтенакпления в мантийном очаге нефтеобразования определяется ... скоростью восходящей диффузии летучих компонентов мантии”, при этом “процесс диффузии совершается чрезвычайно медленно, поэтому период созревания мантийного очага нефтеобразования должен быть длительным, сопоставимым с продолжительностью геологических периодов”. И далее “в момент, когда давление летучей фазы превысит геостатическое давление земной коры, совершается разрыв вышележащих непроницаемых слоев Земли, и очаг нефтеобразования разряжается, сбрасывая часть летучей фазы в виде водонефтяного раствора в коллекторы осадочного покрова Земли” [10].

Глубинные верхнемантийные (астеносферные) флюиды и связанные с ними гидротермальные рудо- и углеводородообразующие системы, по мнению авторов, возникают не сами по себе, а являются производными сверхглубинных (внешнее ядро — слой  $D_2$ ) флюидов, что существенно изменяет наши представления о ресурсах глубинного углеводорода и водорода и их роли в петро-, рудо- и нафтидогенезе [7].

На пленарном заседании “Нефть, газ и уголь в системе горючих ископаемых” с программным докладом “Дегазация Земли — жизнь — каустолиты” выступил сопредседатель оргкомитета конференции Б.М. Валяев (Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва). Он отметил, что грандиозные масштабы и локализованность проявлений углеводородной дегазации с особой очевидностью проявились в формировании гигантских месторождений нефти и газа и, особенно, сверхгигантских скоплений тяжелой нефти в Венесуэле и Канаде. На дне океана скопления газогидратов в придонных неконсолидированных осадках, при отсутствии региональных покровов и невозможности накопления газа за счет латеральной миграции с региональных нефтегазосборных площадей, напрямую маркируют каналы поступления глубинных углеводородов и углеводородно-водных флюидов. Масштабы локализованных сквозных, до поверхности Земли, разгрузок глубинных углеводородных флюидов оказываются столь велики, что, по мнению автора, позволяют строить концепции об их участии в формировании не только нефтегазового, но и угольного спектра каустобиолитов [2].

В свете современных данных роль биологических процессов в образовании как нефти и газа, так и углей значительно расширяется. Однако, как считает Б.М. Валяев, различия состоят не в преимущественном участии в образовании нефти рассеянного сапропелевого органического вещества, а в образовании углей — концентрированных скоплений гумусовой органики. Различия состоят, прежде всего, в разных условиях и механизмах утилизации и трансформации в бассейнах осадконакопления (в седиментогенезе) и в осадочном разрезе (в дальнейшем) исходных глубинных флюидов разного состава.

Изложенные аргументы подтверждают правоту Р. Потонье (1950), который для спектра горючих ископаемых еще полвека назад предложил термин “каустоолиты” вместо термина “каустобиолиты” (Г. Потонье). Подводя итог, Б.М. Валяев утверждал, что генетическое единство горючих ископаемых определяется не их образованием из остатков жизни (различных форм органического вещества), а участием глубинных, прежде всего углеводородных, флюидов в их образовании.

В отличие от Б.М. Валяева, **В.И. Вялов** (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) в своем докладе, посвященном пространственно-генетическим связям угольных и нефтегазовых бассейнов и месторождений России, утверждал обратное. А именно, что генетическая связь угленосности и нефтегазоносности Западной Сибири и ряда других палеобассейнов — это образование углеводородов и углей из единого древнего органического вещества. А поставляемая по тектоническим разломам рифтов эндогенная углекислота послужила лишь “удобрением” для образования больших растительных и водорослевых масс. При захоронении органики, в термобарических условиях недр и под воздействием эндогенных флюидов произошла дифференциация отложенной органики на твердую (уголь), жидкую (нефть) и газообразную (горючие газы) составляющие. При этом В.И. Вялов считает, что пространственное, генетическое тяготение месторождений углей, нефти и газа друг к другу — важнейший прогнозно-поисковый признак.

Взаимоотношениям угля, нефти и газа в земной коре был также посвящен доклад сотрудников МГУ **М.В. Голицына, Н.В. Пронина, Е.Ю. Макарова**. В начале 90-х годов прошлого века ими была выдвинута проблема “угленефтегазоносных бассейнов”, многие десятки которых распространены на всех континентах. Даже в заведомо “морском” бассейне Персидского залива в Омане обнаружены угольные пласты. В докладе прозвучал призыв к ученым — “углеводородчикам” — геологам, геохимикам и геофизикам направить свои усилия на выявление новых и детализацию известных закономерностей взаимоотношений угля, нефти и газа, что имеет не только научное, но и большое практическое значение.

Вечернее пленарное заседание “Флюиды в приповерхностных оболочках Земли” было открыто докладом ученых из Новосибирска **В.Н. Шаропова, М.П. Мазурова** (Институт геологии ОИГГМ СО РАН), **В.М. Мысова** (НИЦ “Цеосит” института катализа СО РАН) и **В.А. Фалеева** (Институт теплофизики СО РАН) “Трансформация состава пород верхней мантии при воздействии эволюционирующих надстеносферных флюидов”. В исследованных авторами глубинных ксенолитах вулканов Шаваран-Царам Монголии, Витимского нагорья Забайкалья, Камчатки, Курильских островов и других районов, а также в измененных гипербазитах, драгированных в Срединно-Атлантическом хребте, обнаружены новообразования, которые могут интерпретироваться как продукты взаимодействия глубинных восстановленных флюидов с породами литосферы. Это изометричные каплевидные выделения ферритов и самородного железа, скопления свободного твердого углерода (графита) внутри трещин в ксенолитах и на поверхности гипербазитов в зонах разгрузки термальных систем, структуры растворения

и микроблоки частичного плавления по границам и внутри зерен гранатов, пироксенов и оливинов.

Авторами выполнено численное и экспериментальное моделирование процессов взаимодействия восстановленных флюидов с породами верхней мантии и океанического дна и проведено сопоставление состава и структуры детально изученных природных и экспериментальных образцов.

Предварительные результаты исследований: (1) масштабы и глубина преобразований исходных пород литосферы зависят от двух “составляющих” газовой смеси — соотношений мольных долей C-H-O и Cl-F-S. При этом первые определяют тип и характеристики изменений по пространственным координатам, вторые — масштабы деплетирования пород над границей дисцилляции летучих и гранитизацию разреза литосферы при снижении  $p$  и  $T$  по потоку флюидов; (2) процессы сублимирования (растворения твердой фазы потоком газа) являются характерной особенностью процессов взаимодействия магматогенных флюидов и пород литосферы; (3) физическое моделирование показало, что частичное плавление пород литосферы на участках их метасоматических изменений восстановленными флюидами — обычный процесс, структурным признаком которого служит гетерофазность (наличие газовых пузырьков) расплава в форме жилок; (4) каталитическая конверсия магматогенных газовых смесей является основным механизмом возникновения тяжелых углеводородов, обнаруженных в растворах на выходах гидротермальных рудообразующих флюидов Срединно-Атлантического хребта; (5) вода не играет существенной роли при метасоматозе ультрабазитов литосферы при “гидратации” пород верхней мантии, поскольку виртуально степень амфиболитизации или появления слюд незначительно зависит от содержания воды в магматогенном газе, но существенно зависит от количества водорода в газовой смеси.

В докладе сотрудников Института проблем нефти и газа РАН Р.М. Юрковой и Б.И. Воронина (г. Москва) были представлены результаты исследования углеводородной дегазации Земли в связи с мантийно-коровой серпентинизацией ультрабазитов. Прослежены стадии и условия серпентинизации и последующего гидротермально-метасоматического преобразования ультрабазитов в различных структурно-тектонических позициях. Отмечено, что суммарное содержание метана, образованного при серпентинизации срединноокеанических мантийных перидотитов, вскрытых до глубины 500 м в юго-западной части Индийского океана, составляет величину в 100 раз меньшую, чем в антигоритах глубинной мантийной серпентинизации. Начало серпентинизации обусловлено нарушением установившегося в ультрабазитах флюидно-минерального равновесия с понижением температуры и пластическими перемещениями ультрабазитового мантийного вещества (возможно в связи со сменой ротационного режима Земли).

В сообщении Г.А. Беленицкой (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) предпринята попытка систематизировать разнообразные проявления в осадочных процессах разгрузок восходящих флюидов и других подвижных компонентов литосферы, обозначить их в качестве закономерных и значимых факторов осадочного породо- и рудообразования и определить их место в общей классификационной системе седиментогенеза.

В докладе **А.Р. Гептнера** (Геологический институт РАН, г. Москва) и **Ю.И. Пиковского** (МГУ, г. Москва) “Эмиссия углеводородов в современной рифтовой зоне Исландии”, который был представлен на секции “Глубинные флюиды — трансформация в мантии и коре” речь шла о результатах изучения распределения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в вулканических породах, вторичных минералах и подземных водах в различных районах Исландии. Состав и содержание ПАУ исследовались в лаборатории географического факультета МГУ. Эти данные демонстрировались впервые. Задачей исследования было изучение распространения и возможных источников ПАУ в связи с процессами глубинной дегазации.

Впервые битумное вещество типа асфальтита в Исландии было обнаружено местным жителем в 1985 году в толще платобазальтов в юго-восточной части острова. Битумное вещество в пустотах базальтовых лав ассоциирует с комплексом низкотемпературных вторичных минералов (смектиты, селадонит, цеолиты, агаты, кварц, пирит).

На севере Исландии, в районе пересечения современного рифта и Тьорненской зоны трансформного разлома на геотермальной площади Оксарфьордур известно проявление газообразных углеводородов. Из скважин, пробуренных в 1988 году, с глубины 475 метров вытекает вода с температурой 97–100 градусов, в составе газовой фазы здесь обнаружены углеводороды. Полуостров Рейкьянес — это юго-западное окончание наземной части рифта. Непосредственное продолжение его в Атлантическом океане — хребет Рейкьянес. В геотермальной зоне полуострова Рейкьянес пробурено много скважин, вскрывших базальтовую толщу около 1700 м мощности. Это — наземные базальты, переслаивающиеся с пачками разнообразной гялоокластики, формировавшейся в наземных и морских условиях. Осадочных пород с остатками углеродистой органики во вскрытом скважинами разрезе нет.

В результате установлено: (1) в разных типах вулканических пород и гидротермальных минералах присутствуют дисперсные битуминозные вещества, содержащие ПАУ; (2) углеводороды в вулканических толщах Исландии — не экзотическое или случайное явление, а закономерный результат вулканической и поствулканической гидротермальной деятельности; (3) появление углеводородов в вулканическом и поствулканическом процессах связано с эндогенным поступлением углерода и водорода; (4) состав и распределение углеводородов в вулканических и гидротермальных образованиях обусловлены условиями консолидации вулканитов и особенностями проявления вторичного минералообразования.

Флюидодинамика на Сибирской платформе при пермо-триасовом трапповом магматизме была рассмотрена в докладе **А.В. Мигурского** (СНИИГ-ГиМС, г. Новосибирск). Им установлено, что становление Тунгусской трапповой провинции привело к коренной перестройке в размещении пластовых флюидов и в первую очередь — палеоскоплений УВ. Несмотря на их частичное разрушение, основным процессом было отжатие флюидов от очагов внедрения пластовых тел к их периферии. Это привело к локализации современных скоплений нефти и газа вблизи границ выклинивания региональных трапповых полей.

В докладе **Е.Ф. Шнюкова** (Отделение морской геологии и осадочного рудообразования Национального научно-природоведческого музея НАН Украины, г. Киев), **В.И. Старостенко**, **В.П. Коболева** (Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Киев) “Газогрязевый вулканизм дна Черного моря” были приведены результаты комплексных геолого-геофизических исследований в соответствии с планом выполнения научно-технического проекта “Газовый вулканизм дна Черного моря как поисковый признак газогидратных залежей и традиционного углеводородного сырья” в рамках целевой комплексной программы НАН Украины “Минеральные ресурсы Украины и их добыча”. Главной задачей исследований являлось всестороннее геолого-геофизическое и гидрохимическое изучение грязевых вулканов, газовых сипов и фонтанов в украинской экономической зоне Черного моря.

В результате проведения гидроакустических наблюдений в Черном море обнаружено более 4000 газовых выделений. Это уникальное явление на земном шаре, так как ни в одном море мира не установлено такого активного газовыделения. В большинстве своем наблюдавшиеся газовые струи маломощны, высота их достигает 100–130 м, но чаще всего не превышает 50–70 м. В то же время наблюдаются отдельные крупные факелы, имеющие высоту до 250–300 м, а иногда даже до 400–500 м. Крупные факелы часто локализованы компактно, максимальные их сосредоточения наблюдаются преимущественно в верхней части материкового склона (глубины 400–500 м). Крупные сипы встречены и на равнинных участках материкового склона, но также на глубинах, превышающих 400 м. Наиболее мощными объектами аномального газовыделения из выявленных в настоящее время являются газовые фонтаны вулкана Двуреченского (прогиб Сорокина). Результаты выполненных геотермических измерений позволяют сделать вывод, что активная зона грязевого вулканизма характеризуется повышенными значениями теплового потока, достигающими 50–70 мВт/м<sup>2</sup>, при фоновых значениях за пределами этой зоны 30–40 мВт/м<sup>2</sup>. На грязевом вулкане Двуреченского тепловые потоки изменяются от 50 до нескольких сотен мВт/м<sup>2</sup>, что с одной стороны свидетельствует о большой роли движения флюидов и газов в перераспределении тепла в толще осадков, с другой — о неравномерной во времени активизации вулканической деятельности. В настоящее время юго-западная часть вулкана менее активна, чем северо-восточная и юго-восточная.

Анализ пространственной структуры сейсмограмм с использованием кинематических и динамических критериев на отдельных интервалах позволяет выделить участки со сложной глубинной структурой, которые непосредственно связаны с обширными зонами газовыделений. Эта область характеризуется развитием тектонических нарушений в виде вертикальных разрывов сплошности осадков на значительные глубины. Выявленное поле диапировых структур представляет собой чередование грязевулканических строений, разделённых синклиналиями. Сопочные возвышения осложнены вертикальными каналами, заполненными илистыми отложениями, перемятыми и разрушенными вертикальными разрывами с оперени-



ем. Эти нарушения сплошности осадков являются каналами интенсивных газовыделений в виде групповых или одиночных факелов.

На гидратной природе газов, содержащихся в водах Черного моря, остановился в своем докладе **В.И. Созанский** (Отделение морской геологии и осадочного рудообразования Национального научно-природоведческого музея НАН Украины, г. Киев). Докладчик отстаивал приоритет отечественной науки в обнаружении газогидратов и обосновании наличия сверхгигантских залежей в земной коре, подчеркнул необходимость сотрудничества с международным газогидратным Консорциумом.

На секции “Структурно-тектонические и геодинамические аспекты глубинной дегазации” в докладе сотрудников Института физики Земли РАН **И.Л. Гуфельда** и **А.Л. Собисевича** (г. Москва) “Импульсная региональная дегазация Земли, стимулирующая образование очагов сильных землетрясений” отмечалось, что имеются прямые доказательства активизации режима дегазации Земли перед сильными землетрясениями в региональном масштабе. Для зарождения и эволюции будущих крупномасштабных структур разрушения необходимо, чтобы “импульс” дегазации привел к торможению взаимного перемещения блоков, т.е. к блокированию границ. При имплантации в горные породы водорода и гелия в концентрациях, соответствующих литосфере, деформация в образцах достигает величины, которая существенно выше предельных деформаций литосферы. Вторым моментом является тепловой эффект, связанный с десорбцией диффундирующего в атомарном виде водорода и последующими экзотермическими реакциями с окислами углерода и углеводородами. Эти реакции наиболее интенсивно происходят при температурах 400–600 °С, т.е. в зонах выше границы Моховичича, где формируются очаги сильных коровых землетрясений. Учитывая, что предельная деформация литосферы порядка  $10^{-4}$ , а коэффициент термического расширения  $10^{-5} - 5 \cdot 10^{-6}$  1/град, то для блокировки границ температура должна повыситься всего на 10–20 °С. Для реализации таких тепловых эффектов концентрация водорода в твердой фазе должна быть около 0,1 см<sup>3</sup>/кг, что ниже его концентрации в литосфере сейсмоактивных регионов. Таким образом, авторы полагают, что во всех работах по прогнозу землетрясений необходимо учитывать процессы дегазации Земли.

В докладе израильских ученых **А. Гилата** и **А. Вола** (Геологическая служба Израиля, г. Иерусалим) “Первичные водород и гелий: упущенный основной источник энергии внутренних процессов Земли” был поднят актуальный вопрос об аккумуляции, трансформации и высвобождении энергии в планете Земля. При этом в качестве наиболее распространенных и важнейших хранителей и носителей энергии авторы рассматривают первичные водород и гелий. Индуцированная цепь реакций дегазации водорода и гелия — главный источник энергии внутренних процессов Земли.

Суть предлагаемой авторами гипотезы: первичные водород и гелий — основные элементы космоса — аккумулялировали избыток энергии в период аккреции Земли посредством образования твердых и жидких растворов, химических соединений, кластерных структур и соединений Ван-дер-Ваальса. По окончании процесса аккреции начался и продолжается до сих пор

процесс высвобождения энергии, дегазация, т.е. цепь индуцированных химических реакций на границах локальных изменений рТ-условий. Эти изменения вызывают экзотермальный распад нестабильных структур и сопряженные вторичные эндотермические реакции образования других соединений, устойчивых при данных условиях.

Предлагаемая модель, по мнению авторов, поможет найти решения для практически всех нерешенных проблем, связанных с нехваткой соответствующего источника энергии для основных эндогенных процессов Земли. Одновременно она дает ключ для объяснения синтеза неорганических углеводородов (в основном, метана), образующихся параллельно с интрузивными и эффузивными процессами при взаимных реакциях элементарных продуктов распада соединений водорода и гелия. Высвобождение (законсервированной в соединениях водорода и гелия) первичной энергии аккреции посредством серии экзотермальных реакций и фазовых превращений является наиболее быстрым и эффективным из всех процессов переноса энергии.

С докладом “Глубинное дыхание Земли как основной фактор формирования газового поля литосферы” на конференции выступил **Л.С. Кондратов** (соавторы **В.В. Муравьев**, **Д.М. Воинков**, **М.А. Дегтярев**, ВНИИгеосистем, г. Москва). В настоящее время глубинное дыхание Земли можно регистрировать изменениями адсорбированной формы газа пород сверхглубоких скважин, приповерхностных отложений и пеплов современного извержения вулканов. По неуглеводородным газам пеплов вулканов современного извержения и изверженных и метаморфических пород сверхглубоких скважин СГ-1 и СГ-3 отмечаются близкие значения концентраций газов. Авторы привели аргументы формирования газового поля литосферы за счет глубинного дыхания Земли, включающего флюиды мантии, термодесорбированные газы пород и газы мезокатагенического преобразования ОВ пород.

На конференции с докладом “Эндогенные углеводороды и парадигма периодически взрывающейся Земли” выступил сотрудник Отделения морской геологии и осадочного рудообразования Национального научно-природоведческого музея НАН Украины **Ю.А. Муравейник**, (г. Киев), являющийся автором концепции одноименной парадигмы [9]. На основании последней, докладчик предложил свою схему образования углеводородов. В частности, в результате взрыва в ядре Земли, произошедшем 65 млн. лет назад, по мнению автора, образовалась аномальная область пониженных скоростей упругих волн, “заполненная углеводородными флюидами по окраинам, которая дегазирует и по настоящее время, но основная аккумуляция нефти и газа в земной коре произошла лишь в начале миоцена” [4, стр. 163].

Геофизические данные об особенностях структуры земной коры и верхней мантии, которые могут характеризовать флюидный режим Земли, были рассмотрены в докладе **Н.И. Павленковой** (Институт физики Земли РАН, г. Москва). На обобщенной модели континентальной коры автор выделяет на глубине 10-15 км слой с пониженными скоростями. Глубинные разломы выполаживаются к этим слоям, и на их уровне происходит смена субвертикальной (блоковой) ее структуры на субгоризонтальную, а также смена степени гетерогенности среды. На этих же глубинах отмечается по-

вышенная электропроводность коры, располагаются нижние кромки аномальных гравитационных и магнитных тел и уменьшается число эпицентров землетрясений.

Граница М — не простая граница первого рода, а сложно построенная тонкослоистая пачка. На этой границе наблюдается изменение масштаба неоднородности среды и резкости границ, повышенная электропроводность и изостатическая уравновешенность коры. Все это, по мнению Н.И. Павленковой, характеризует среднюю часть коры и слой М как реологически ослабленные зоны с повышенным содержанием флюидов.

В верхней мантии на глубине 100-150 км выделяется слой с пониженной скоростью, а также несколько сложно построенных сейсмических границ, на которых меняются реологические свойства вещества. Наиболее четкими такими границами являются граница N на глубине порядка 100 км, которую автор называет подошвой жесткой литосферы, и граница L на глубине около 200 км — подошва термической литосферы.

Результаты исследования каталитических процессов синтеза углеводородов и воды из CO, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub> в присутствии металлосодержащих (Fe, Ni, Co, Mo и др.) руд и минералов были рассмотрены в докладе К.Г.Ионе (Научно-инженерный центр “Цеосит” ОИК СО РАН, г. Новосибирск). Эксперименты проводили на лабораторной установке высокого давления в проточном режиме с рециркуляцией газового потока. Технические возможности лабораторной установки: рабочее давление — от 10 до 100 атм.; температура в реакторе — до 600°C. Показано, что свойства руд позволяют получать углеводороды от преимущественно метана до смеси олефинов, нормальных алканов, изопарафинов, ароматических углеводородов в разном соотношении. Установлено, что в интервале температур 260–600 °C при давлениях 30 и 80 атм. на всех исследованных породах и минералах идет каталитический синтез углеводородов (в т.ч. жидких), CH<sub>3</sub>OH и диметилового эфира из CO, H<sub>2</sub>-содержащих газов. Варианты составов синтезированных углеводородных смесей сравниваются с составами природных газоконденсатных месторождений. Рассмотрено предположение, что процессы синтеза углеводородов и воды на неорганических катализаторах из смесей CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и H<sub>2</sub> могут моделировать макрогеохимические процессы, происходившие в земной коре.

С докладом “О механизмах ювенильного нефтегазообразования” выступил на конференции сотрудник Центра аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины А.А. Кичка (г. Киев). В докладе дан анализ геолого-тектонических аспектов нефтегазообразования, а именно: особенностей сегрегации ювенильных флюидов в изверженных породах; эволюции углеводородоносных литосферных доменов; основных стадий миграции ювенильной нефти; клапанно-волновой природы проводимости глубинных разломов и тектонического транспорта глубинных флюидов; параметров нефтегазогенерации и глубинной миграции УВ; а также проблем: нетрадиционных ресурсов нефти и газа; неуглеводородных залежей и микроэлементов в нефтях; практических следствий обновленной абиогенной концепции.

В результате автор приходит к следующим выводам: (1) дефлюидизация литосферы является прямым следствием тектогенеза и динамометаморфизма, которые поддерживают “мягкую”, невулканическую дегазацию земных недр; (2) в отличие от предыдущих абиогенных концепций предложенная модель не рассматривает формирование и миграцию нефти как одноактный процесс; (3) путь ювенильной нефти: летучие внешнего ядра — газожидкие включения в подкоровых флюидонасыщенных доменах — сеть проводящих разломов — временные трещинные депо (дилатансные “облака”) — ветвление миграционных путей на полупроницаемых барьерах (кластеры дегазации) — разнообразные ловушки в чехле — дневная поверхность, окисление и биодеградация.

В докладе **В.В. Донцова** (МГУ, г. Москва) и **Ю.В. Савиных** (Вьетсовпетро, НИПИморнефтегаз, г. Москва) “Глубинный аллогенез — ведущий фактор формирования крупных залежей углеводородов в кристаллическом фундаменте Кыулонгского бассейна — шельф Ю. Вьетнама” были приведены интересные сведения о двух супергигантских месторождениях — Белый Тигр и Черный Дракон. Для первого запасы нефти оцениваются в 500 млн т, при ежесуточной добыче — 1400 т. Следует особо подчеркнуть, что пятнадцатилетняя разработка этого месторождения идет без снижения дебита. На месторождении Черный дракон ежесуточная добыча не превышает 800 т. В докладе были также рассмотрены проблемные вопросы генерации углеводородов в кристаллическом фундаменте.

В докладе **Г.Н. Горгадзе** (Институт геологии и разработки горючих ископаемых, г. Москва) рассматривались возможные причины наличия углеводородов каркасного строения в нефтях. Были приведены некоторые косвенные признаки “дыхания” углеводородов из кристаллического фундамента Татарстана: (1) в ОВ кристаллического фундамента присутствуют те же углеводороды-биомаркеры, что и в осадочных толщах; (2) в процессе эксплуатации (“старения”) Ромашкинского месторождения относительное содержание углеводородов практически не меняется; (3) в ОВ кристаллического фундамента присутствуют углеводороды алмазоподобной структуры, в частности, диамантаны состава  $C_{14}-C_{16}$ . Углеводороды алмазного строения — адамантаны и диамантаны — присутствуют во всех нефтях. Эти углеводороды благодаря своей устойчивой алмазоподобной высокосимметричной структуре обладают рядом уникальных свойств, а именно: высокой термической устойчивостью, устойчивостью к биодеградации. Углеводороды ряда адамантана и диамантана были получены автором в результате термического крекинга из: высокомолекулярной парафино-циклопарафиновой фракции нефтей; смол нефтей; асфальтенов нефтей; керогена пород. На взгляд автора, наибольший интерес представляет то обстоятельство, что эти углеводороды были впервые получены путем высокотемпературного крекинга индивидуальных *n*-алканов. В результате крекинга образуются все теоретически возможные изомеры адамантанов состава  $C_{11}-C_{13}$  и диамантанов состава  $C_{15}-C_{16}$ . Наряду с адамантанами и диамантанами образуется гомологический ряд *n*-алканов до  $C_{35}H_{72}$  и кокс.

В выводах автор подчеркивает: (1) найденные в ОВ кристаллического фундамента углеводороды ряда диамантана могли образоваться в результате высокотемпературного крекинга *n*-алканов; (2) для полной уверенности существования феномена “дыхания” УВ из кристаллического фундамента необходимы дальнейшие систематические исследования на молекулярном уровне углеводородного состава ОВ кристаллического фундамента в местах субвертикальных динамических аномалий, в зонах разломов и вне их; (3) в том случае, если будет найдена положительная корреляция по УВ-биомаркерам и УВ каркасного строения между ОВ кристаллического фундамента и нефтями Ромашкинского месторождения, можно считать вполне обоснованными выводы о возможной подпитке нефтяных месторождений флюидами кристаллического фундамента.

На последнем пленарном заседании “Совершенствование стратегии поисковых работ и разработки углеводородных скоплений” с программным докладом “На пути к новой парадигме поисков углеводородов” от международного коллектива авторов (И.С. Гулиев, ИГ АН Азербайджана, г. Баку, В.В. Иванов, НЦ ГЕОНТ, г. Москва, А.Е. Лукин, ИГН НАН Украины, г. Киев, В.В. Харахинов, НТЦ “Славнефть”, г. Москва) выступил Э.А. Абля (МГУ, г. Москва). Необходимость и возможность усовершенствования технологии поисков углеводородов вызвана, прежде всего, результатами поисков нефти и газа в Мировом океане и, частности, в Каспийском море и др. в последнее десятилетие. За это время получены новые результаты и теоретические представления о механизмах формирования месторождений углеводородов. Среди главных авторы отмечают следующие: (1) изучение грязевого вулканизма показало существование в осадочном чехле мощного низкотемпературного процесса, в результате которого вещество из твердотельного переводится в состояние раствора (в качестве возможного механизма процесса предложены — псевдооживление, дилатансия, выделение связанной воды из минералов и пр.) [5]; (2) дезинтеграционные явления, основные элементы которых выражаются в виде линейных (разломы), линейно-очаговых (дизъюнктивы с сопутствующими кольцевыми формами) и очаговых (концентрические структуры, субвертикальные зоны дезинтеграции, зоны аномальной трещиноватости) форм структурной организации геологической среды, которые одновременно являются и флюидодинамическими структурами; (3) выявлен значительный класс субвертикальных геологических тел, значительная часть которых проявляется выходами сильно разуплотненной, текучей консистенции брекчии, углеводородов и других флюидов на дне моря и суше [8]; (4) выявлены региональные субгоризонтальные зоны разуплотнения (волноводы) в осадочном чехле и коре, пространственно коррелируемые с очагами генерации и накопления углеводородов [3]; (5) установлена парагенетическая корреляция мелкофокусных землетрясений и извержений грязевых вулканов, что связано с дефлюидизацией пород; (6) геохимическими исследованиями показано, что генерация углеводородов происходит при различных процессах, за счет различных источников, в широком интервале глубин. В результате осмысления и взаимной увязки этих данных авторами разработаны новые представления

и модели формирования залежей углеводородов. Также авторами предложен перечень практических задач, которые необходимо решить для усовершенствования технологии поисков месторождений углеводородов [4].

С заключительным докладом “Геохимия глубинных флюидов земной коры — теоретическая основа поисков и разведки месторождений углеродистых полезных ископаемых (постановка проблемы)” на конференции выступил Ю.И. Пиковский (МГУ, г. Москва). Он отметил, что, несмотря на любые частные факты, которые находят объяснение в рамках различных гипотез и концепций, признание участия геофлюидов, берущих начало во внутренних оболочках Земли, существенно облегчает понимание общих процессов образования всех видов углеродистых полезных ископаемых как единого парагенетического ряда.

Таким образом, разработка геохимии глубинных геофлюидов в аспекте их участия в формировании всего спектра месторождений углеродистых полезных ископаемых представляется как теоретическая основа для поисковых технологий. Геохимические исследования должны ответить на вопрос, в каких условиях осуществляется дифференциация глубинного флюида и в результате каких процессов происходит концентрация разных типов углеродистых веществ и сопутствующих им минеральных компонентов.

Вместе с тем, докладчик абсолютно справедливо утверждает, что все гипотезы должны проверяться только через свои прогностические качества. Концепция широкого участия процессов глубинной дегазации Земли в образовании месторождений полезных ископаемых, в том числе углеродистых, может быть проверена через связь размещения месторождений с основными каналами, связывающими глубинные очаги флюидов с верхними частями земной коры. Такие каналы представляют собой дизъюнктивные узлы — зоны пересечения глубинных разломов, активизированных в разные эпохи геологической истории. Происходившее в этих узлах мощное накопление углеродистого вещества как в пластовом, так и в жильном залегании, в парагенезисе с рудными гипогенными элементами трудно удовлетворительно объяснить, не привлекая глубинную составляющую. Прогноз крупных углеродистых месторождений, в первую очередь, месторождений нефти, природного газа и угля, опирающийся на геохимические и геодинамические характеристики дизъюнктивных узлов и геохимию глубинных флюидов, представляется автору одной из важнейших задач геологии.

При подведении итогов конференции сопредседатель оргкомитета Б.М. Валяев отметил то обстоятельство, что воинственно настроенные приверженцы биогенного происхождения углеродистых месторождений проигнорировали настоящую конференцию, что несколько негативно сказалось на остроте дискуссий. С целью восполнения последней, председательствующий предложил выступить присутствовавшей на последнем пленарном заседании стороннице органического направления — О.К. Баженовой (МГУ, г. Москва), не принимавшей участия в работе конференции. В своем выступлении она вкратце остановилась на современном состоянии проблемы и в заключение повторила свой неизменный тезис о том, что исходное вещество нефти независимо от источника углерода — эндогенного, космического, биогенно-

го — в своей предыстории должно обязательно пройти через “жизнь”. Следует отметить, что последующая дискуссия носила вялотекущий характер, обусловленный дуалистичностью восприятия проблемы образования углеводистых месторождений большинством участников конференции.

К сожалению, вне поля зрения настоящего обзора осталась часть докладов, которые были заслушаны на параллельно проходивших заседаниях секций: “Геофлюиды в формировании скоплений углеводородов — термодинамические и генетические аспекты”, “Потоки и перетоки флюидов при формировании и восполнении углеводородных скоплений” и “Парагенетические связи в системе горючих ископаемых”. Это же относится и к представленным на конференции стендовым докладам. С этими материалами заинтересованный читатель может ознакомиться в сборнике тезисов конференции [4].

1. Баренбаум А.А. Галактика, Солнечная система, Земля. — Москва: Геос, 2002. — 392 с.

2. Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли: масштабы и роль в нефтегазонакоплении // Геология нефти и газа. 1994. — №9. — С. 38–42.

3. Гулиев И.С., Павленкова Н.И., Раджабов М.М. Зона регионального разуплотнения в осадочном чехле Южно-Каспийского бассейна // Литология и полезные ископаемые. — 1988. — №5. — С. 130–136.

4. Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезисы в системе горючих ископаемых. Тезисы международной конференции // Москва: Геос. — 2006. — 320 с.

5. Иванов В.В., Гулиев И.С. Физико-химическая модель грязевого вулканизма // Проблемы нефтегазоносности Кавказа. Москва: Наука, 1988. — С. 92–100.

6. Летников Ф.А. Синэнергетика геологических систем. Новосибирск: Наука, 1992. — 232 с.

7. Лукин А.Е., Пиковский Ю.И. О роли глубинных и суперглубинных флюидов в процессах нефтегазообразования // Геологичний журнал. 2004 — №2. — С. 21–33.

8. Мамедов П.З., Гулиев И.С. Субвертикальные геологические тела в осадочном чехле Южно-Каспийской впадины // Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле. — 2003. — №3. — С. 139–146.

9. Муравейник Ю.А. Большие взрывы в ядре Земли — основа теоретической геологии // Геолог Украины. — 2003. — № 2. — С. 35–46.

10. Чекалюк Э.Б. Термодинамические основы минерального происхождения нефти. Киев: Наукова думка, 1971. — С. 245.

Наведено стислий огляд значної частини доповідей V Міжнародної конференції “Дегазація Землі: геофлюїди, нафта й газ, парагенезиси в системі горючих копалин”, яка проходила в Москві з 30 травня по 1 червня 2006 року. Організатори конференції: Відділення наук про Землю Російської Академії Наук (РАН), Інститут проблем нафти та газу РАН, Геологічний інститут РАН, Всеросійський науково-дослідний геологічний інститут ім. О.П. Карпинського (ВСЕГЕІ), Координаційна рада РАН з наук про Землю та Наукова рада з проблем геології і розробки родовищ нафти й газу Росії.

The review of reports of the International Conference “Degassing of the Earth: Geofluids, Oil and Gas, Paragenesises in the Systems of Fuel Fossils”, which was held in Moscow from May 30 to June 1, 2006.