

Три аспекта микстгенетической схемы природного синтеза углеводородов

А.А. Абидов, Ф.Г. Долгополов

(НХК «Узбекнефтегаз», ОАО «УзЛИТИнефтьгаз»)

В середине 90-х годов были опубликованы новые данные о влиянии глубинных факторов на формирование скоплений углеводородов (УВ) в различных геодинамических обстановках. Приведены убедительные доказательства воздействия на рассеянное органическое вещество осадочных толщ высокотемпературных потоков глубинных флюидов, которые наряду с другими геологическими критериями определяют нефтегазоносность земной коры. Суммируя их, можно сформулировать следующие отправные пункты новой идеи:

- развитие осадочных бассейнов с позиции тектоники плит;
- наблюдаемая дегазация Земли;
- проявления метана ниже зон нефтегазогенерации;
- наличие в нефтегазоносных регионах аномалий теплового потока и высоких пластовых давлений;
- приуроченность скоплений УВ к глубинным разломам;
- повышенное содержание в залежах УВ сероводорода, углекислого газа и других микроэлементов вулканогенной природы.

В последние годы объем подобной информации продолжает стремительно нарастать, охватывая все большее число нефтегазоносных провинций. При этом рассматривается такое многообразие геодинамических обстановок и схем нефтегазообразования, что дальнейшее развитие этого направления угрожает потерей его целостности и требует выдвижения консолидирующей гипотезы.

Анализ строения нефтегазоносных регионов Узбекистана на основе геодинамического подхода позволил авторам данной статьи в 1998 г. сформулировать микстгенетическую гипотезу происхождения нефти и газа [1, 2], суть которой сводится к трем основным положениям:

- 1) исходными реагентами образования нефти и газа являются в совокупности глубинные флюиды дегазации Земли и рассеянное органическое вещество осадочных толщ;
- 2) флюиды попадают в осадочные бассейны по субвертикальным каналам глубинного теплопереноса, представляющим собой проницаемые зоны пересечения глубинных разломов;
- 3) общая направленность химических реакций микстгенетического синтеза УВ соответствует

процессу деструкции рассеянного органического вещества в термобарически аномальных областях осадочных толщ, расположенных над каналами глубинного теплопереноса.

Смысл подобного шага заключается в попытке создания системного унифицированного подхода к решению проблемы нефтегазообразования на основе точных физических и химических законов применительно к различным нефтегазоносным провинциям. В этом случае усилия исследователей могут быть сосредоточены на решении трех главных проблем: объемное картирование каналов глубинного теплопереноса, определение количества и состава глубинных флюидов; разработка моделей химических реакций синтеза УВ.

В качестве примера рассмотрим результаты подобных исследований на территории Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона.

Каналы глубинного теплопереноса. Для их непосредственного обнаружения и картирования были составлены детальная карта плотности теплового потока, геодинамическая карта региона в масштабе 1:500000 и физико-геологические модели наиболее изученных объектов. На карте плотности теплового потока отчетливо фиксируются 12 локальных аномалий с амплитудами 90-120 мВт/м² при фоновых значениях для региона 65. Все они имеют изометричную форму часто со смещенным максимумом. Геотермические расчеты показывают, что размеры и амплитуды этих аномалий не соответствуют термодинамике стационарного теплового потока, а отражают конвективный способ передачи тепла, т.е. в виде субвертикальных каналов теплопереноса. В структурном плане им соответствуют проницаемые зоны пересечения глубинных разломов, расположение которых контролируется погребенной палеорифтовой системой каменноугольного возраста. При этом наблюдается пространственная связь между размещением каналов глубинного теплопереноса и сосредоточенных в осадочном чехле температурных аномалий, зон АВПД, областей повышенного содержания некоторых микроэлементов и скоплений нефти и газа (рис. 1).

Для изучения внутреннего строения каналов рассмотрены объекты в районе Уртабулака, Тегермена, Газли и Мурунтау (Центральные Кызылкумы).

Канал глубинного теплопереноса в районе Уртабулака характеризуется наилучшей геолого-

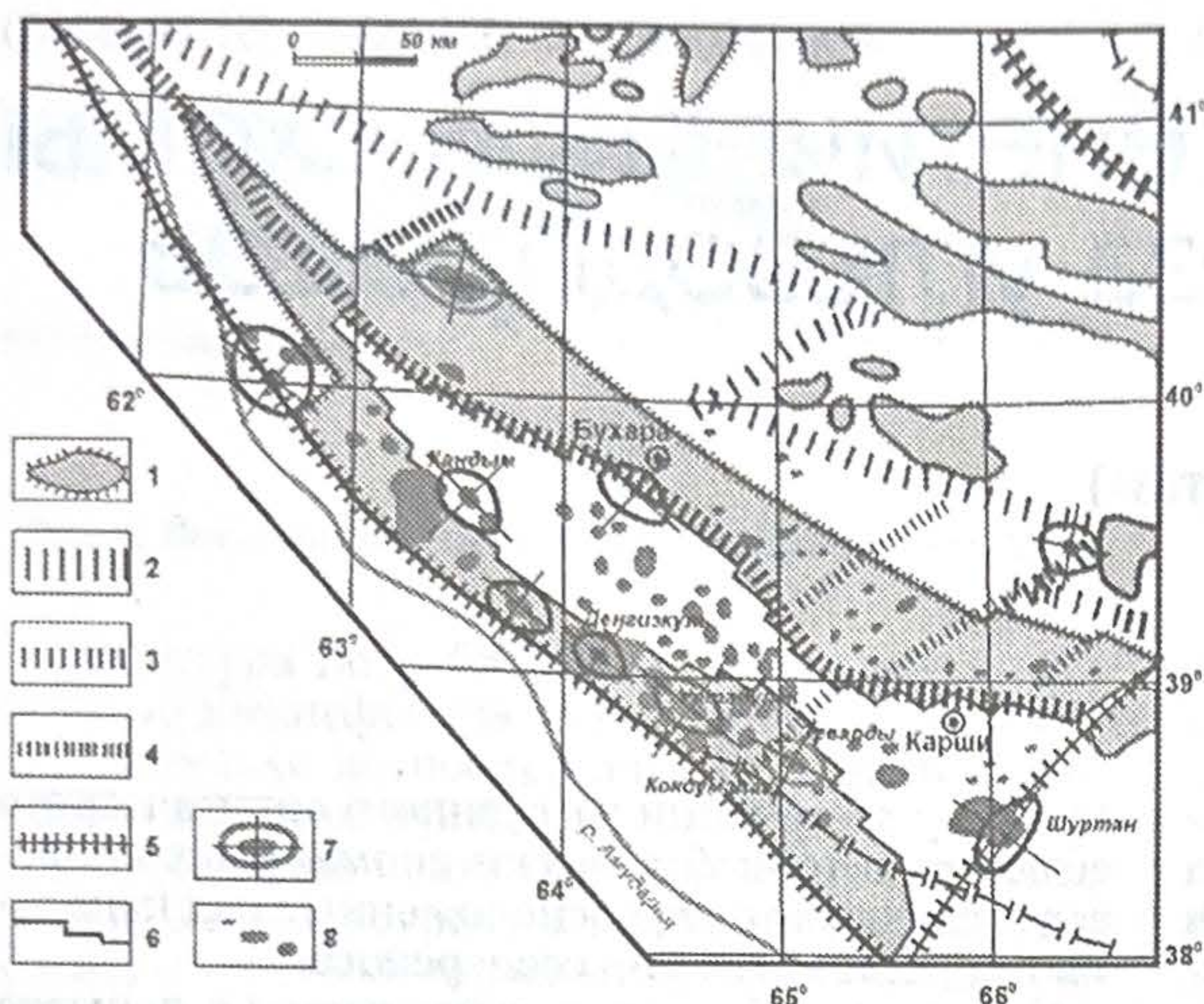


Рис. 1. Карта размещения каналов глубинного тепло-массопереноса и месторождений нефти и газа в Бухаро-Хивинском регионе:

1 - выходы на дневную поверхность палеозойских образований; 2 - границы литосферных блоков; 3 - тектонических ступеней; 4 - блоков фундамента; 5 - контуры палеорифтовой системы; 6 - границы центрального грабена; 7 - каналы глубинного тепло-массопереноса; 8 - месторождения нефти и газа

геофизической изученностью. Он пересекается профилями глубинного ОГТ №498990688 и ГСЗ Фараб — Бабатаг. В непосредственной близости от него находится профиль ГСЗ Карабекаул — Койташ. Наличие объекта фиксируется по данным ОГТ и ГСЗ в виде субвертикальной зоны отсутствия отражений.

Физико-геологическая модель канала аппроксимирует субвертикальную проникаемую зону в земной коре (рис. 2). Он берет начало на уровне границы Мохоровичича и заканчивается в нижней части мезозой-кайнозойского чехла при ширине в разрезе 3-5 км. Характер наблюдаемой аномалии плотности теплового потока и особенности глубинного строения свидетельствуют о том, что источником тепло-массопереноса является древний магматический очаг на границе земной коры и верхней мантии. Конвективный тепло-массоперенос прекращается на уровне подошвы осадочного чехла, откуда к поверхности Земли тепловая энергия передается кондуктивным способом.

Канал глубинного тепло-массопереноса в районе Тегермена пересекается профилем ГСЗ Фараб — Тамдыбулак. По его данным в зоне локальной аномалии плотности теплового потока фиксируется глубинный разлом. Физико-геологическая модель канала также аппроксимирует субвертикальную проникаемую зону в земной коре (рис. 3). Он начинается на уровне границы Мохоровичича и заканчивается в нижней части осадочного чехла. Источником тепло-массопереноса служит древний магматический очаг на границе земной коры и верхней мантии.

В результате площадного сейсмического мони-

торинга на месторождении Газли в объеме земной коры впервые закартирован трехмерный объект, интерпретируемый как канал глубинного тепло-массопереноса. Он прослеживается в интервале глубин 1-10 км в виде субвертикального цилиндрического тела повышенной трещиноватости [3]. Над ним находится локальная аномалия плотности теплового потока.

Особый интерес для непосредственного изучения термодинамики каналов глубинного тепло-массопереноса представляет объект, расположенный в районе Мурунтау (Центральные Кызылкумы) и выделенный по данным высокоточных температурной и газо-адсорбционной съемок. В структурном плане он представляет собой зону пересечения глубинных разломов, трассируемую древними вулканическими аппаратами, имеет выход на дневную поверхность, и поэтому здесь на площади 16 км² экспериментально установлены глубинные эманации водорода и метана. Их аномальные концентрации в рыхлых отложениях составляют соответственно 10,0 и 0,035 мл/кг при фоновом значении для региона менее 0,005.

Параметры приведенных выше объектов позволили выполнить термодинамические расчеты распределения аномальных температур вокруг канала по специальной программе, учитывающей его размеры, типы флюидов, скорость вертикальной миграции и время действия бокового теплообмена с вмещающими породами [4].

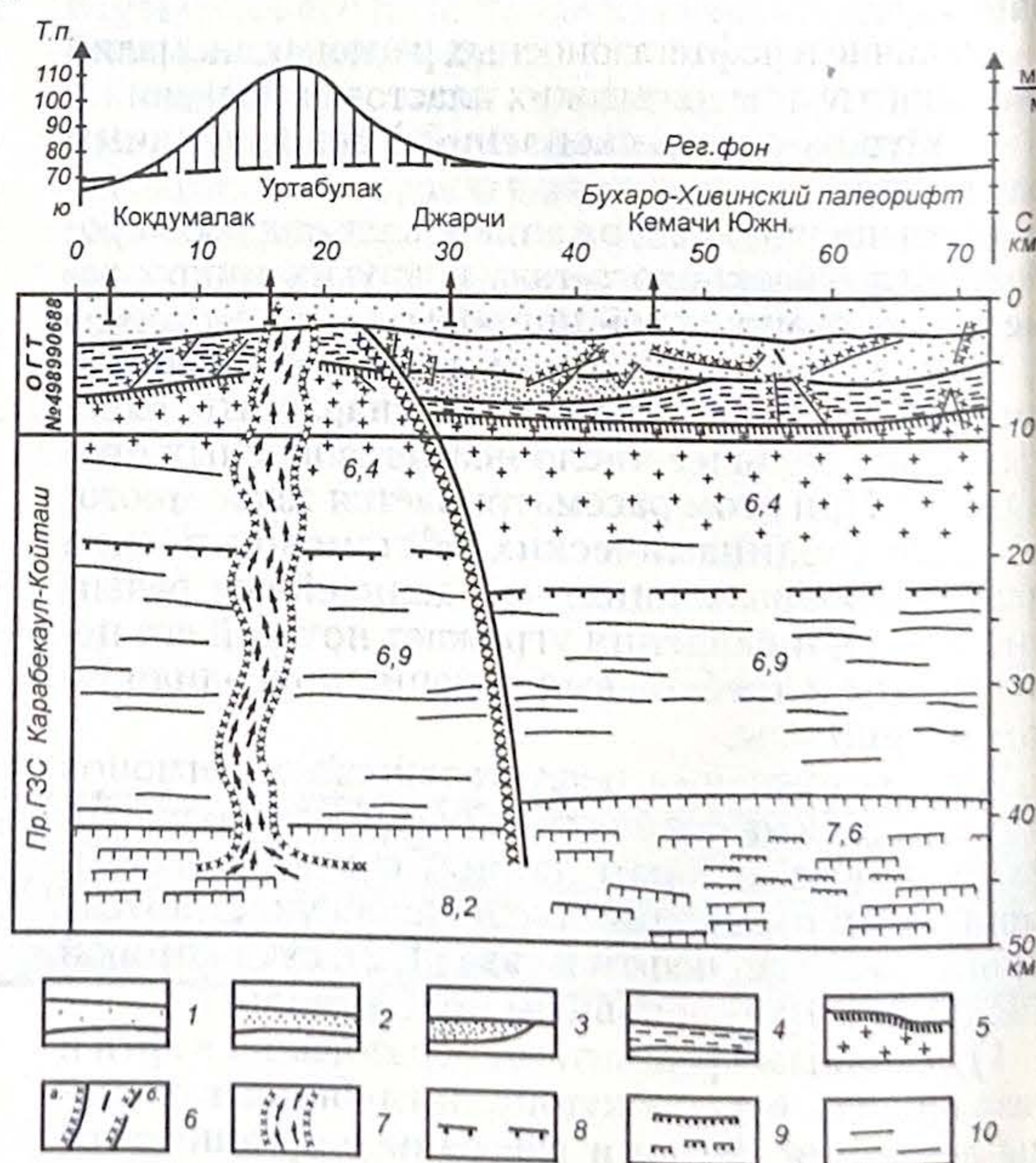


Рис. 2. Физико-геологическая модель канала глубинного тепло-массопереноса в районе Уртабулака:

1 - мезозой-кайнозойский чехол; 2 - верхний рифтовый комплекс; 3 - нижний; 4 - дорифтовое основание; 5 - кристаллический фундамент; 6 - разрывные нарушения: а) сквозькоровые, б) верхнекоровые; 7 - канал тепло-массопереноса; 8 - граница Конрада; 9 - Мохоровичича; 10 - отражающие границы и скорости упругих волн

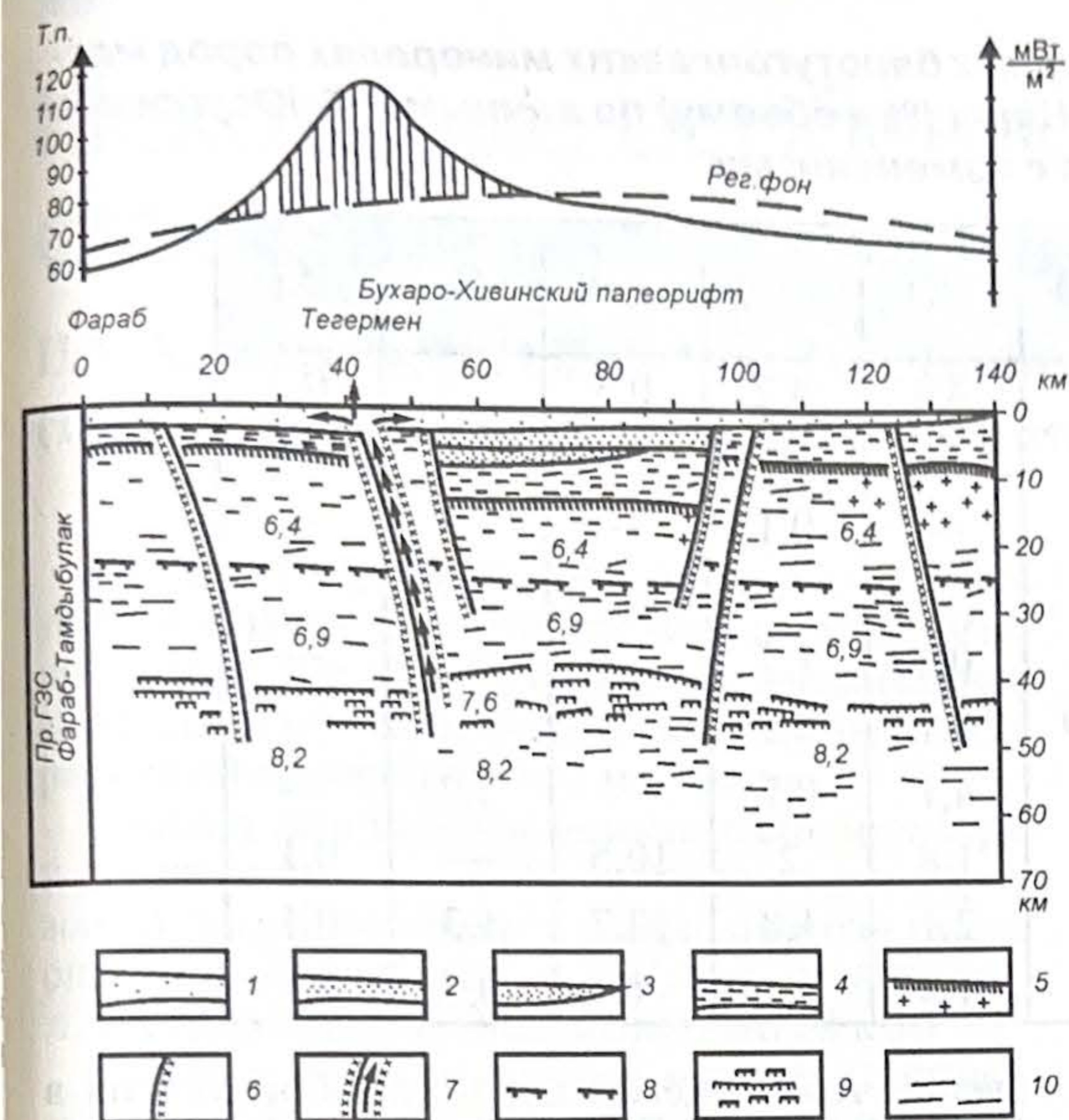


Рис. 3. Физико-геологическая модель канала глубинного тепломассопереноса в районе Тегермена: 1- мезозой-кайнозойский чехол; 2- верхний рифтовый комплекс; 3- нижний; 4- дорифтовое основание; 5- кристаллический фундамент; 6- разрывные нарушения; 7- канал тепломассопереноса; 8- граница Конрада; 9- Мохоровичича; 10- отражающие границы и скорости упругих волн

Вычисления проводились для наиболее распространенных типов глубинных флюидов: воды, водорода, метана и углекислого газа при минимальной скорости вертикальной миграции 1 м/год. Расчеты показали, что основным теплоносителем в канале выступает вода. Максимальное увеличение аномальной температуры наблюдается непосредственно над каналом глубинного тепломассопереноса на уровне подошвы осадочного чехла, где ее амплитуда составляет 30-55°C. По мере удаления от оси она уменьшается до нормальных значений на расстоянии порядка 30 км.

Количество и состав глубинных флюидов. Естественно предположить, что наиболее вероятными продуктами дегазации Земли должны быть газообразные соединения, участвовавшие в образовании планеты, т.е. наиболее распространенные во Вселенной. К ним относятся водород, окись углерода, метан, гелий, водяной пар и др. Определить их поток на поверхности Земли достаточно сложно, так как при полевых измерениях всегда существует неопределенность в доле ювенильных и приповерхностных компонентов. Некоторую ясность в этот вопрос может внести выявление изотопных соотношений некоторых элементов.

Информация о количестве и составе глубинных флюидов может быть также получена при изучении микроскопических газовой-жидких включений в минералах осадочных толщ. На примере месторождений нефти и газа в акватории Южно-Китайского моря установлены три

типа включений, образовавшихся в высоко-, средне- и низкотемпературные стадии. Для первой характерно повышенное содержание водорода и углекислого газа, источником которых является погребенный вулканический аппарат. Интенсивность тепломассопереноса характеризуется зональным распределением по площади и глубине [5,6].

В настоящее время на территории Средней Азии хорошо известен лишь состав газифлюидных включений в акцессорных баротугоплавких минералах пород магматических комплексов Среднего Тянь-Шаня [7]. Они состоят из углекислого газа, азота, водорода, воды, метана, окиси углерода и других соединений, которые имеют доказанное ювенильное происхождение (таблица).

Следует отметить, что в пределах большинства каналов глубинного тепломассопереноса в Бухаро-Хивинском регионе вскрыты аналогичные вулканогенные породы палеозойского возраста. В районе Мурунтау, где такой канал выходит на земную поверхность и имеются жерловые фации вулканитов, наблюдаются эманиции водорода и метана. Поэтому наиболее вероятный состав глубинных флюидов должен быть близок вулканическим газам. Как правило, они состоят из водяного пара, углекислого газа, окисей углерода и серы, сероводорода, метана, водорода, аммиака и других элементов, которые активно реагируют друг с другом при подъеме по мере смещения химического равновесия в канале. В этом случае наиболее вероятный состав глубинных флюидов можно оценить лишь на основе средних значений газифлюидных включений в акцессорных минералах пород магматических комплексов, представленных в таблице. Тогда их количество будет всегда прямо пропорционально величине теплового потока, проходящего через канал тепломассопереноса.

Модели химических реакций синтеза УВ. На основе имеющихся данных о рассеянном органическом веществе (РОВ) осадочных толщ, составе и количестве глубинных флюидов, термобарических условиях вмещающей среды и новых опубликованных материалов по нефтегазообразованию можно выделить четыре направления химических реакций микстгенетического синтеза УВ, которые расположены в порядке их убывания в природе по мере роста энергетических затрат:

1) деструкция РОВ — обычное разложение рассеянного органического вещества осадочных толщ под действием давления и температуры;

2) гидрогенизация РОВ — взаимодействие его с ювенильным водородом, поднимающимся по каналам глубинного тепломассопереноса;

3) кавитация — взаимодействие РОВ с ювенильным метаном в зонах высоких геодинамических напряжений;

4) полимеризация метана — образование более тяжелых УВ из ювенильного метана в условиях аномальных давлений и температур.

В результате анализа имеющегося фактического материала в пределах Бухаро-Хивинского ре-

Состав газожлюидных включений в акцессорных баротугоплавких минералах пород магматических комплексов Срединного Тянь-Шаня (% к объему) по данным Р.Г. Юсупова, Я.М. Рафикова с изменениями

Номер образца	CO ₂	N ₂	H ₂	H ₂ O	CO	CH ₄	C ₂ H ₆	O ₂	Ar
К-2	10,3	50,3	20,1	9,8	4,4	4,2	0,5	—	0,3
Xmb	21	47	—	—	—	1,5	30	—	0,8
К-1	91	0,1	8,1	—	—	0,1	—	—	—
k-4	63,3	0,1	28,8	5,8	—	—	—	1,7	—
3*	51,7	2,3	35	9,1	0,1	1,7	—	—	—
Ф-224	28,8	40,9	2,1	27,9	0,1	0,3	—	—	—
Тк-3	9,2	72	1,4	7,4	4,1	0,1	—	5,2	—
К-3	19,4	30,3	23,7	20	1,8	2	10,5	—	0,1
К-69	15,3	41,8	16,4	8,8	2,1	1,8	12,7	1,3	0,1
Среднее	34,4	31,6	15,1	9,9	1,4	1,3	6	0,9	0,1

гиона с позиции микстгенетического синтеза УВ на рассматриваемой территории закартированы 11 активных каналов глубинного теплопереноса; определен наиболее вероятный состав поднимающихся по ним глубинных флюидов; предложены четыре возможных направления химических реакций взаимодействия глубинных флюидов с РОВ осадочных толщ, приводящих к образованию углеводородов.

На основе полученных данных можно сделать

вывод, что процессы нефтегазообразования в пределах Бухаро-Хивинского региона протекали согласно микстгенетической схеме. Продолжение этих исследований позволит существенно уточнить ее детали с помощью численного математического моделирования и экспериментов. Используемая методика отличается простотой в реализации и поэтому может быть без ограничений применена в других нефтегазоносных регионах мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абидов А.А., Долгополов Ф.Г., Поликарпов А.А. Роль процесса глубинного теплопереноса в формировании и размещении месторождений нефти и газа // Узб. геол. журнал, 1997, №5. С. 60-66.
2. Абидов А.А., Долгополов Ф.Г. Микстгенетическая гипотеза происхождения нефти и газа: эклектика или синтез? // Узбекский журнал нефти и газа, 1998, №2. С. 4-6.
3. Нуртаев Б.С., Плотникова Л.М., Грассо Ж.Р. Изучение особенностей геодинамических процессов в районе месторождения Газли по данным сейсмического мониторинга // Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции «Геодинамические основы прогнозирования нефтегазоносности недр». Ташкент, 2000. С. 26-27.
4. Абидов А.А., Поликарпов А.А. Численное термодинамическое моделирование процессов глубинного теплопереноса // Узбекский журнал нефти и газа, 2000, №2. С. 11-16.
5. Sun Yumei, Guo Naiyan. The application and implication of fluid inclusion t il-das exploratin in Yinggehai basin, Suth China sea // Тезисы докладов на Международном симпозиуме «Минералообразующие флюиды и рудогенез». Ташкент, 1998. С. 149-150.
6. Zhu Wenwen. Fluid hydrocarbн inclusins jn ffshre il-gas explratin // Тезисы докладов на Международном симпозиуме «Минералообразующие флюиды и рудогенез». Ташкент, 1998. С. 151-152.
7. Юсупов Р.Г., Рафиков Я.М. Акцессорные минералы барофильнотугоплавкого типа из пород магматических комплексов. Газовый состав флюидных включений (Срединный Тянь-Шань) // ДАН РУз, 2000, №2. С. 37-41.

ANNOTATION

An attempt has been made to work out systematic consistent method to decide problems of oil and gas forming on the basis of using exact physical and chemical laws to different oil and gas bearing provinces.