

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ТЕПЛА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ

А. И. Третьяков

Киргизская геофизическая экспедиция, г. Бишкек, Кыргызстан

На современном этапе проблематика геотермических исследований представлена следующими основными направлениями: теоретические исследования, методика и техника геотермических измерений, региональные исследования и вопросы использования тепловой энергии Земли. Если вопросы практического использования тепловой энергии Земли успешно решаются, аппаратура и методические приемы геотермических измерений разработаны в достаточной мере, то в выводах теоретических исследований, на наш взгляд, много противоречий и сомнений.

Одной из главных проблем теоретической геотермии является вопрос о происхождении тепловой энергии Земли. По общепринятым представлениям главным источником внутренней тепловой энергии Земли является радиоактивный распад элементов урана, тория, калия, и радиоактивных изотопов других элементов. Однако эта версия имеет ряд противоречий, которые заставляют усомниться в принятых постулатах. Прежде всего, измеренные значения теплового потока материковой и океанической коры противоречат теоретическим расчетам, основанным на количестве радиоактивных элементов в материковой и океанической коре. Континентальная кора, где установлены максимальные концентрации РАЭ, по расчетам, должна выделять 58,6 мвт/кв.м., а океаническая – 2,09 мвт/кв.м. Средние значения измеренного теплового потока для материков составляют 59,03 мвт/кв.м, а для океанической коры – 59,45 мвт/кв.м. Если для континентальной коры расчётные и измеренные значения практически одинаковы, то для океанической коры явно противоречивы [Стейси, 1972].

С противоречиями, связанными с радиогенной версией выделения тепла, мы столкнулись на конкретных примерах Иныльчекского и Кызыломпольского участков. На Иныльчекском участке штольнями 26, 27, 28, 29, 11, 13 и «Капитальной» вскрываются граниты одной и той же интрузии, содержащей одинаковое количество радиоактивных элементов, однако граниты, разогретые до температуры 77,1 вскрыты штольной «Капитальной», шт.13 и шт.11, а измеренные значения температуры гранитов в шт.27 не превышают нулевых температур. В пределах Кызыломпольского участка измерены температуры в горных выработках месторождений урана Ачикташ, Кувакс и Безводного. Показательны комплексные измерения температуры и интенсивности гамма-излучения по этим месторождениям. К примеру, штольня №2 месторождения Безводного пересекает мощную рудную зону, где гамма-

излучения меняются в широких пределах от 130 до 840 мкР/час и на забое штольни не превышают 55-60 мкР/час, а температурные измерения абсолютно не реагируют на изменения интенсивности гамма-излучения, а указывают о повышении температуры по мере углубления горных выработок.

Горизонтальные градиенты по мере углубления горных выработок по разным месторождениям меняются: на месторождении Кувакс 9,2 градуса Цельсия на км; на месторождении Безводный - 17,6⁰С/км и на месторождении Ачикташ – 25.5 ⁰С/км. Однако отсутствие реакции температур на изменение концентраций радиоактивных элементов отмечается на всех месторождениях. Приведенные факты убедительно свидетельствуют, что общепринятые представления об основном источнике тепловой энергии в Земной коре не находят своего подтверждения.

Из региональных исследований заслуживает внимания корреляционная связь отрицательных аномалий силы тяжести с аномально высоким тепловым потоком [Стейси, 1972]. Сейсмотомография в пределах этих аномалий свидетельствует, что отрицательным аномалиям силы тяжести соответствуют пониженные скорости распространения упругих колебаний до глубин 300-600 км. По расчетам аномалий силы тяжести получаем тот же порядок глубин аномалиеобразующих объектов. По этим признакам можно утверждать, что аномально низкие скорости и минимумы аномалий силы тяжести обусловлены линзами разуплотненного вещества мантии. Взгляд на позицию нефтяных и газовых месторождений свидетельствует, что все газонефтеносные провинции проявляют себя отрицательными аномалиями силы тяжести, обусловленными линзами разуплотненного вещества в мантии (Третьяков, 2001).

Анализируя нефтеносность в планетарном масштабе, М.Т. Хэлбути выяснил, что нефтеносные провинции Мира (27 МГК, 1984) располагаются в тектонически активных зонах с действующими или потухшими вулканами, или в зонах рифтогенеза. К подобному выводу приходит другой американский ученый, Томас Голд (27 МГК, 1984), – «Залежи углеводородов обычно располагаются линейными зонами, простирающимися на гораздо большие расстояния, чем позволяет сходство биогенных залежей и геологической обстановки. Глубинные тектонические факторы, контролирующие линейность, по-видимому, имеют более важное значение, чем геологическая история отдельного осадочного региона. Но пока эти факторы не выявлены». Нефтеносная провинция Явы и Суматры практически повторяет линии вулканов и землетрясений. Они прослеживаются от Новой Гвинеи через Яву, Суматру, Андаманские острова до складчатых систем Бирмы и Китая. Во всех этих геологически различных областях промышленные залежи и выходы углеводородов приурочены к линии вулканов и землетрясений. Еще более тесную связь залежей нефти и газа с вулканизмом можно наблюдать на острове Сицилия, где вулкан Этна тесным кольцом опоясан залежами нефти и газа. Чизина, Сан-Николо, Гальяно, Атания-Бронте и другие с общими запасами нефти 2.8 млрд. т и газа 1.2 трлн. куб. м [Третьяков, 2001].

Н.С. Бескровный, изучая вулканы Камчатки, обнаружил в кратере вулкана Узон озеро жидкой нефти [Гаврилов, 1986]. При извержении вулкана Толбачик в изверженных материалах находилось около 2 млн. т. органического вещества и более 100 тонн аминокислот, а общая масса углеводородных соединений в составе вулканических продуктов, по оценке Е.К. Мархинина, достигала 2,5x10⁷ тонн. Соотношение углеводородов характерно для нефтяного ряда. Те же факты наблюдались при извержении вулкана Тятя на Кунашире [Гаврилов, 1986]. Здесь следует напомнить об ощущении Гей-Люссаком сильного запаха керосина, которое он испытал при наблюдении за извержением вулкана Везувий в 1805 году.

Что же объединяет этих антагонистов – горючие вещества с огнем вулканов? Чтобы ответить на этот вопрос рассмотрим состав вулканических газов. Основными компонентами вулканических газов по разным вулканическим аппаратам являются пары воды от 43,2 до 93,7 %, углекислый газ от 2,1 до 46,2 %, водород от 0,04 до 4,4 %, азот от 0,6 до 82,3 %, сероводород от 0,1 до 40 %. Кроме того, в составе вулканических газов в широком интер-

вале температур (70-760) выявлены углеводородные газы. При исследовании фумарол Курильских островов и Южной Камчатки наряду с предельными УВ отмечено присутствие непредельных УВ – этилена, пропилена и бутилена – иногда в количестве до нескольких процентов [Высоцкий, 1990]. В сущности, вулканические газы не что иное, как продукты горения углеводородов, сероводорода, аммиака и водорода в зависимости от конкретного региона. При избытке кислорода горючие вещества и кислород выгорают полностью и залежей не образуется. Происходит мощный взрыв и извержение вулканов типа Везувий, Кракатау и др. При недостатке кислорода происходит частичное выгорание углеводородов и водорода, а часть поднимается в верхние слои земной коры и, при наличии надёжных покровов, образует залежи нефти и газа, например, месторождения углеводородов вокруг вулкана Этна [Третьяков, 2001].

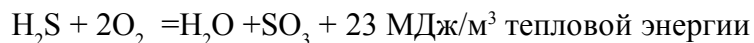
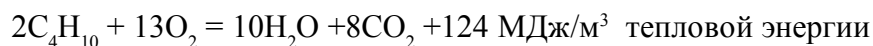
Природа землетрясений та же, что и вулканизма, только дело не доходит до извержения. К этому выводу мы приходим в результате анализа координат гипоцентров. Если бы землетрясения были обусловлены разряжением напряжений по каким-либо плоскостям разломов, то координаты гипоцентров, полученные по результатам сейсмологических наблюдений, были бы линейными – вдоль плоскостей разряжения напряжений. Фактические координаты гипоцентров являются точечными, а это возможно лишь в том случае, когда источником сейсмических колебаний является взрыв, а расколы и подвижки по расколам – это уже вторичные процессы, как результат взрыва [Третьяков, 2001]. По представлениям Х.Ф. Рейда, описавшего механизм образования сейсмических волн землетрясений: «площадь поверхности, с которой излучаются сейсмические волны при землетрясениях, сначала очень мала, но затем быстро увеличивается и становится очень большой». В сущности, Рейдом описан механизм взрыва. И вулканизм, и землетрясения сопровождаются выделением колоссального количества тепла. Тем самым обеспечивается функционирование геотермальных и паро-гидротермальных систем. Не случайно и наличие углеводородных соединений в кимберлитовых трубках, так как это взрыв углеводородов с прорывом земной коры и выносом мантийного вещества на поверхность Земли. А в результате деструкции земной коры происходит истечение углеводородных газов, к примеру, в Южной Африке на руднике района Одендалсрюс (500 млн.куб.м в год) и нефти в Якутии.

Факты, добытые в последние годы подводными экспедициями в рифтовых зонах, напрямую указывают на эндогенное происхождение нефти и газа. Скорость истечения углеводородных соединений из зоны разлома в Карибском море достигает 1,0 млн. куб. м за каждые 10 дней. Гипербазиты, излившиеся из подводных вулканических аппаратов в рифтовых зонах, содержат битумы, алканы, парафины и капельно-жидкую нефть в количестве до 6-8 г/т [Третьяков, 2001].

Сторонники органического происхождения нефти и газа связывали происхождение углеводородов из органических остатков в условиях повышенной температуры. Введен даже специальный термин: «главная зона нефтеобразования с повышенным тепловым потоком Земли». Отмечая тем самым повсеместную связь залежей нефти и газа с аномально-высоким геотермическим градиентом. Однако вполне очевидно, что здесь причина и следствие поменялись местами. Именно наличие горючих веществ обеспечивает функционирование геотермальных систем.

На поверхности геотермальные системы проявляются в виде парагидротерм. По мнению большинства гидрогеологов, занимающихся изучением пара-гидротермальных систем [Аверьев, 1966; Жарков, 1978; Изучение..., 1973; Маврицкий, 1973; Тепловой..., 1970; Фролов, 1976], стабильное функционирование этих систем возможно только при наличии «эндогенного пара». По мнению В.В. Аверьева, критически проанализировавшего возможные варианты прогрева и образования гидротермальных систем, «их формирование можно объяснить только поступлением снизу горячего водного флюида – «эндогенного пара», генерация которого в общем случае не связана с внутрикорковыми магматическими телами, а является следствием самостоятельного глубинного процесса, происходящего где-то на гра-

нице коры и мантии». К этой догадке Аверьева В.В. и его единомышленников [White, Banwell и др.] следует заметить, что все они рассматривают формирование подземных вод только в результате атмосферных осадков и предлагают лишь варианты прогрева подземных водоёмов. Но вода - это самый распространённый минерал на Земле, который как раз и образуется в результате **самостоятельного глубинного процесса**. При принятии данной версии устраняются все противоречия, такие как, к примеру: термальные воды месторождений Иссык-Ата и Бешбельчир-Арашан находятся в одинаковых климатических условиях, в газовом составе Иссык-Атинского месторождения преобладает азот до 98% от общего объёма, в водах месторождения Бешбельчир-Арашан содержание азота всего 0,27%, а углекислого газа 99,7%. Б.А.Бедер и его сторонники считают, что азот попал в воды с атмосферными осадками, однако противоречие здесь очевидно, так как состав атмосферы и осадков в приведённом примере одинаковый. Газовый состав термальных вод, на наш взгляд, указывает на исходные ингредиенты, участвующие в формировании геотермальной системы. Для Иссык-Атинского месторождения – это реакция взаимодействия $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$, при этой реакции выделяется 14,2 МДж тепла на каждый кубометр горючего вещества. Для месторождения Бешбельчир-Аржан наиболее вероятный вариант реакций взаимодействия:



Феномен горы Янган-Тау в Башкирии [Шарма, 1989], по мнению гидрогеологов, обусловлен окислением битумов, которые содержатся до 2,2 % в мергелях, слагающих гору. Кислород, по утверждению В.В.Штильмарка, попадает в глубь с атмосферными осадками. При такой трактовке возникает вопрос: почему же по соседству, где выходят на поверхность битуминозные песчаники, алевролиты и мергели с концентрацией битумов до 35 % не происходит аналогичного события. Осадки те же самые, состав атмосферы не меняется. Авторы при анализе газов выделили только углекислый газ, а то, что вода при температуре 400° тоже находится в газообразном состоянии, почему-то не учитывали. Здесь продукты, полученные в результате реакции, - вода и углекислый газ. Следовательно, исходные горючие вещества – углеводороды.

Как видно, по предложенной версии происхождения геотермальных систем устраняются все противоречия и сохраняются все закономерности:

- В зонах активизации тектонических процессов с землетрясениями и вулканизмом наблюдается самый высокий тепловой поток как для материковой коры (до 90 мвт/м²), так и океанической (до 140 мвт/м²).

- На тех участках земной коры, где тектоническая деятельность с вулканизмом и землетрясениями завершилась раньше, там самый низкий тепловой поток. Как для материковой, так и для океанической коры.

- Газовый состав пара-гидротермальных вод отражает состав горючих веществ, обусловивших функционирование геотермальных систем.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Геотермальные системы функционируют в результате взаимодействия горючих веществ, поступающих из мантии, с кислородом.

2. Линзы разуплотненного вещества мантии, поставляющие флюиды горючих веществ, отражаются в гравитационном поле отрицательными аномалиями силы тяжести.

3. Нефтеносные провинции являются первостепенными территориями для поисков геотермальных систем.

4. Для наиболее достоверной характеристики геотермальных систем необходимо полное исследование газового состава термоминеральных вод.

Литература

- Аверьев В.В.* Гидротермальный процесс в вулканических областях. М., Наука, 1966.
- Высоцкий И.В.* Геология и геохимия природных горючих газов. М. Недра, 1990.
- Гаврилов В.П.* Происхождение нефти. М. Наука, 1986.
- Гидрогеологические исследования за рубежом.* М. Недра, 1962.
- Жарков В.Н.* Внутреннее строение Земли и планет. М. Наука, 1978.
- Изучение и использование глубинного тепла Земли.* М. Недра, 1973.
- Маврицкий Б.Ф.* Термальные воды складчатых и платформенных областей СССР. М. Наука, 1971.
- Матыченков В.Е., Иманкулов Б.И.* Минеральные воды Киргизии. Институт геологии. Издательство «Илим». Фрунзе. 1987.
- 27 международный геологический конгресс.* М. Наука. 1984.
- Перспективы нефтегазоносности кристаллического фундамента на территории Татарстана и Волго-Камского региона.* Казань. Изд. «Новое знание». 1998.
- Региональная геотермия и распространение термальных вод в СССР.* М. Наука, 1967.
- Стейси Ф.Д.* Физика Земли. М. Мир. 1972.
- Тепловой режим недр СССР.* М. Наука, 1970.
- Третьяков А.И.* Патентное свидетельство № 284. Бишкек, 2001.
- Фролов Н.М.* Гидрогеотермия. М. Недра, 1976.
- Шарма П.* Геофизические методы в региональной геологии. М. Мир, 1989.
- Юдасин Л.С.* Путешествие в глубь Земли. М. Наука. 1987.