

К ПРОБЛЕМЕ ТЕРМО-ГЕОДИНАМИКИ КАВКАЗА И ПРИРОДЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ И КАСПИЙСКОЙ ВПАДИН

Гугунава Г.Е., Кириа Дж. К., Кикнадзе Д.А., Гоцадзе Е.О.

Институт геофизики им. М. Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1

В предыдущих исследованиях Кавказ рассматривался с позиций решения трехмерного стационарного уравнения теплопроводности, что являлось первым приближением поставленной задачи [1,2,3].

В настоящей работе задача усложнена и расчеты по Кавказу ведутся на базе трехмерных нестационарных термических расчетов, которые позволили выявить ряд геодинамических процессов в регионе исследования.

Постановка задачи следующая:

Кавказ рассматривается с позиций трехмерного нестационарного термического развития в соответствии с геодинамикой региона [4], который разделяется на 7 слоев осадочного комплекса (по Шолпо) и поверхности Мохо, Конрада и гранитного слоя в коре и слои на глубине 70 и 140 км. в мантии.

До момента возникновения осадочного комплекса термическая ситуация рассматривалась как стационарная (По В.Н. Тихонову [5] тепловой поток всей Земли без учета осадочного комплекса отличается от стационарного на 3%).

После возникновения осадков с Девона, термическая задача рассматривалась как нестационарная [6].

На базе геологической модели Кавказа [5] и акваторий Черного и Каспийского морей [7] проведены термоупругие расчеты для всех упомянутых выше 12 срезов геологической среды в коре и мантии (для глубин 70 и 140 км.).

В работе рассматриваются вертикальные компоненты термосмещений U_z и термплотностные аномалии ($\Delta\rho$).

Анализ двух групп расчетных карт - термосмещений (вертикальных) и термплотностных аномалий приводит к интересным результатам. Рассмотрение термплотностных аномалий на одном из этапов эволюции (до 410 млн лет) на глубине 140 км (рис.1), и аналогично на глубине 70 км показывает, что по-видимому мы имеем дело с адвекционными ячейками [8], и диапиризмом (Ставропольское поднятие и Южный Кавказ) т.е. тяжелый глубинный-прогретый материал всплывает к поверхности.

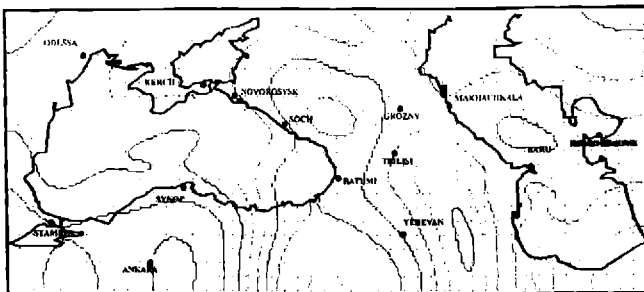
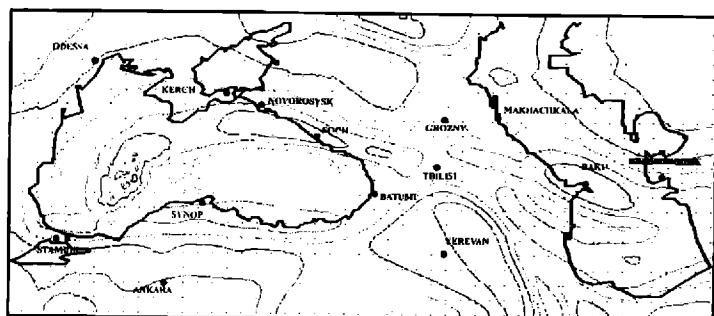
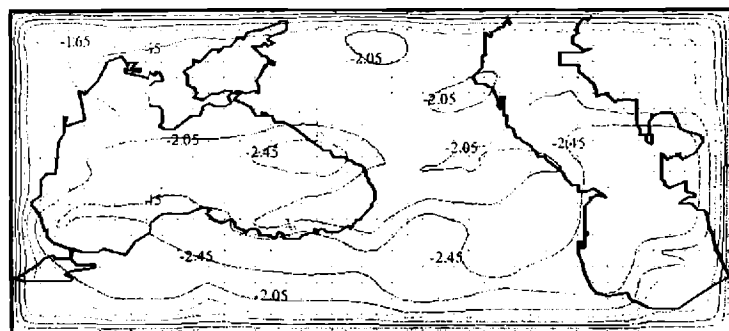


Рис.1. Термплотностные аномалии на глубине 140 км (410 млн.лет)

Уже на поверхности Мохо возникают очертания Черноморской впадины и глубоководной части Каспийской впадины как на картах вертикальных смещений, так и термплотностных аномалий. (рис.2а,б.)



а)



б)

Рис.2 а) Термплотностные аномалии и б) Термовертикальные смещения на поверхности мохо

Изолинии на поверхности Мохо (рис.2а,б) представляют собой вытянутую структуру, простирающуюся от Черного до Каспийского моря и не могут обусловить возникновение разрывных дислокаций, т.е. глубинных разломов, для которых необходим горизонтальный градиент вертикальных смещений в 16 м/км.

На поверхности Конрада местами прорисовываются области термосмещений, образующих глубинные терморазломы (рис.3)

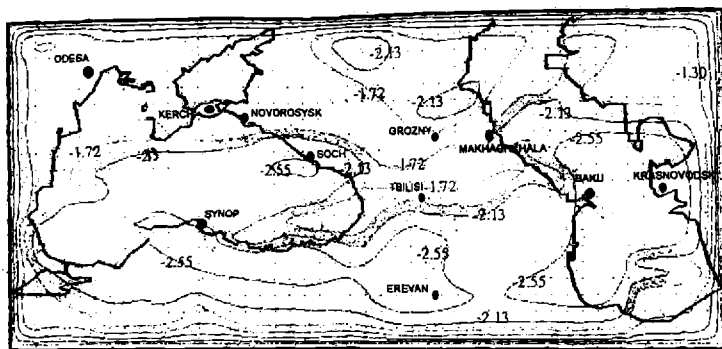


Рис. 3. Вертикальные смещения на поверхности Конрада

Начиная с поверхности гранитного слоя вертикальные смещения достигают пространственных критических значений, при этом изолинии в ряде регионов настолько сближаются, что возникают крупные области разрывных дислокаций затухающие участки (рис. 4), секущие весь Кавказ от моря до моря и почти полностью оакаймляют Черное и глубоководную часть Каспийского моря.

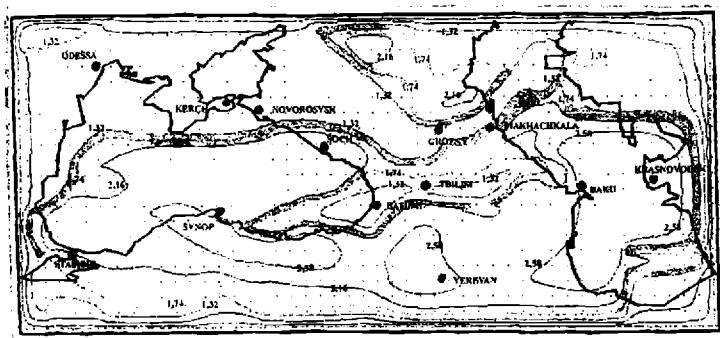


Рис.4 Вертикальные смещения на поверхности гранитного слоя.

Области максимальных сближений изолиний свидетельствуют о возможности возникновения глубинных разломов.

В Закавказье в девоне, карбоне, триасе картина вертикальных смещений аналогична ситуации на поверхности гранитного слоя.

В нижней юре система разрывных дислокаций все больше ветвится, оставаясь неизменной почти до самой поверхности Земли.

Значительный интерес представляют западная часть Аджаро-Триалетской зоны и ее продолжение на юго-запад в Черном море. Здесь – в районе Аджарии по геологическим данным выделен ряд глубинных разломов, которые по нашим данным четко прослеживаются в акватории моря.

Рассмотрение схемы глубинных термоупругих разломов свидетельствует о хорошей корреляции их с геологическими наблюдениями в Аджарии. На этих схемах (рис.4-5) разломы имеют веретенообразные продолжения в юго-восточной части акватории Черного моря, что позволяет предполагать погружение Аджарской системы разломов в Черное море.

Как показывают модельные расчеты термовертикальных смещений, наблюдается всплывание территории Кавказа, которое выражается в воздымании кристаллического субстрата порядка от 0,96 до 2,5 км до возникновения осадочного комплекса. Представляется, что «омеление» океана «Тетис» на Кавказе может быть обусловлено термоупругими вертикальными смещениями в мантии и коре.

В период интенсивного воздымания центральной части акваторий Черного и глубоководной части Каспийского морей, надо полагать произошел разрыв и размывание гранитного слоя, что могло бы объяснить отсутствие этого слоя в акваториях.

Начиная с поверхности гранитного слоя по контуру Черного и глубоководной части Каспийского морей (в период воздымания) видимо был преодолен предел прочности горных пород (см. рис. 4, 5), который выразился в разрывных дислокациях с образованиями глубинных разломов.

Анализируя карты распределения U_3 вертикальных термоупругих смещений вектора \bar{U} легко заметить, что с зонами аномально высоких значений латеральных производных $-U_3$ (достигающих 16 м/км и более, значительно превышают пределы прочности горных пород) достаточно хорошо согласуются с данными по большинству глубинных разломов Кавказа и акваторий Черного и Каспийского морей. На картах хорошо прослеживаются разломы Большого и Малого Кавказа, акваторий Черного и Каспийского морей и др.

Разломы в области Анатолии обусловлены перемещениями континентальных блоков, являясь трансформными, и не могут быть отображены на картах вертикальных термоупругих смещений.

Что касается Ставрополя и Южного Кавказа, то здесь, несмотря на значительные вертикальные смещения, не был преодолен предел прочности пород (горизонтальный градиент значительно меньше 16 м/км) см. рис 2-5.

Рассмотрим общую картину вертикальных смещений, начиная с глубин 140 км за период более 410 млн. лет таму назад.

Как отмечалось выше, с глубин 140 км Кавказ и акватории Черного и Каспийского морей испытывают воздымание в пределах Кавказа и Предкавказья в общем на 0,96 км. Южный Кавказ и акватории Черного и Каспийского морей воздымаются на 1,15 км.

На поверхности Мохо характер воздымания не меняется – на Кавказе – Предкавказье (2,05 км), на южном Кавказе (2,45 км), в акваториях морей 2,05-2,45 км, т.е. воздымание значительно больше, чем на Кавказском перешейке. На поверхности Конрада Кавказ и Предкавказье несколько погружаются на 1,72 км, малые «островки» воздымаются до 2,13 км, а на Южном Кавказе и акваториях морей продолжается воздымание (2,13-2,55).

На поверхности гранита Кавказ и Предкавказье испытывают некоторое погружение (1,32 – 1,74 км), где существуют малые «островки» на Северном Кавказе (2,13 км). Южный Кавказ и глубоководная часть Каспийского моря продолжают воздымание (2,58 км). Черное море испытывает незначительное воздымание (2,16 км), но исчезает «островок» в восточной части моря.

Начиная с периода возникновения осадков Девон-Карбон, Триас (410-203 млн. лет) воздымание прекращается, и структура остается без изменений. Изменения возникают лишь за счет накопления осадков.

Карты термических моделей, базирующиеся на палеорекоконструкционных схемах [1], показывают, что в пределах Черного моря начиная с Триаса (мелкое море) и до верхнего мела – начала четвертичного периода кристаллический субстрат находится на поверхности, и только с этого времени происходит интенсивное прогибание и накопление осадков.

До верхнего мела фактически была полностью прервана механическая связь блоков Черного и несколько раньше глубоководной части Каспийского морей со всей окружающей литосферной плитой, после чего произошло проседание (несколько раньше) Каспийского блока и в К₂ – Черноморского, что способствовало резкому накоплению в них осадков и дальнейшему рос-данию еще и за счет накопившихся осадковю

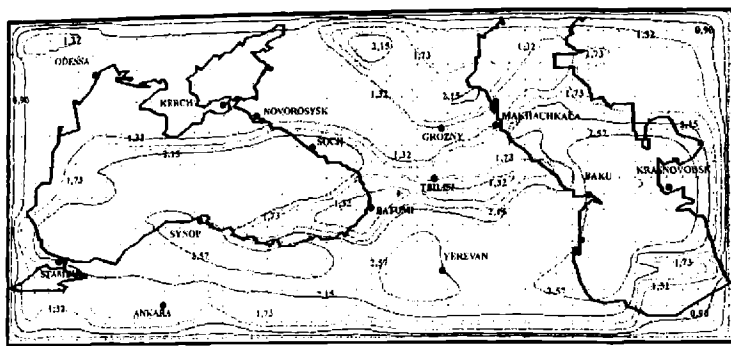


Рис.5 Вертикальные термоупругие смещения на поверхности Палеоцен-Четвертичного периода.

Значительный интерес представляет проблема образования Черноморской и Каспийской впадин. Природа их по всей вероятности одинакова. Существует множество гипотез возникновения этих структур. В настоящем исследовании предлагается еще одна.

Как Черноморская, так и Каспийская впадины почти полностью окаймлены глубинными разломами, проникающими до глубин порядка 70 км. и более, а также секущими все образования осадочного комплекса, вдоль которых происходило постепенное нарастание разломов к поверхности, благодаря тонущему тяжелому и холодному фундаменту и нарастанием веса осадков накапливающихся во впадинах. При этом необходимо учесть, что как Черноморская, так и Каспийская «плиты» плавают на полурасплаве упруговязкой среды верхней мантии (астеносфере) и, благодаря окружающим их глубинным разломам, начинают «тонуть» на все большую глубину по мере накопления осадков во впадинах, пока вес плиты и выталкивающая сила не уравновесятся.

В верхнем мелу погрузившийся под мощные осадки субстрат не успев прогреться, представляет собой низкотемпературную аномалию (и на глубине), откуда следует, что независимо от «экранирующего» эффекта осадков (как это принято считать), это низкотемпературное тело вообще не может дать высокие поверхностные тепловые потоки.

Таким образом, на первом этапе, на фоне всеобщего воздымания, благодаря термосмещениям по всему планшету, области Черного и глубоководной части Каспийского моря (см.рис. 2-5) испытывают резкое воздымание, вследствие чего по всему контуру морей возникают глубинные разломы. На втором этапе области, окаймленные глубинными разломами начинают проваливаться.

Интересная картина, подтверждающая нашу модель, наблюдается на юге Крымского полуострова, там, где по данным термоупругой модели прослеживается субширотная структура глубинного разлома, совпадающая с геологическими данными «на юге подводная часть Крымского сооружения отделена от глубоководной котловины Черного моря разломом, проходящим в подножье континентального склона» [9]. Аналогичная картина, по нашим данным, наблюдается на юге Черного моря в районе Анатолии.

Что касается отсутствия глубинных термоупругих разломов внутри Черного моря, то их отсутствие можно объяснить тектоническим (чисто механическим) дроблением продолговатой Черноморской плиты, которое не могло отобразиться на термоупругой модели.

Аналогичная картина, надо полагать, наблюдается в глубоководной части акватории Каспийского моря, которое хотя и зародилось несколько раньше, и, тем не менее, исходя из того, что расчеты для выходящего на поверхность кристаллического субстрата и здесь дают погружение изотерм, т. е. верхние слои гранитного слоя (там, где он существует); а также базальтового значительно охлаждены. На них отпагуются, опять таки «холодные» осадки. Поэтому и они не могут настолько прогреться, чтобы дать значительные тепловые потоки на дне моря.

Несомненно, первоначальный импульс возникновения (в период до 410 млн. лет) обеих впадин имеет мантийное происхождение. Об этом свидетельствует хотя бы тот факт, что на Кавказе на поверхности Мохо возникают контуры Черного и Каспийского морей.

Литერატურა

1. Алексидзе М.А., Буачидзе Г.Н., Гугунава Г.Е., Кириа Дж. К., Челидзе Т.Л. Трехмерная стационарная геотермическая модель Кавказа. Сообщ. АН ГССР. Т.111.№3. 1983. С.505-508.
2. Alexidze M.A, Gugunava G.E., Kiria J.K., Chelidze T.L. A tree-dimensional stationary geothermal model of the Caucasus geodynamic implications. Geodynamic and seismic source processes stress, strength and viscosity in the lithosphere. March-April. Potsdam (Abstract). 1989.
3. Alexidze M.A., Gugunava G.E., Kiria J.K., Chelidze T.L. A tree-dimensional geothermal stationary model of thermal and thermoelastic fields of the Caucasus Tectonophisics. 1993. T.227. PP.191-203.
4. Тихонов А.Н. О влиянии радиоактивного распада на температуру земной коры. Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофизическая. №3. 1937.С.431-458.
5. Gugunava G.E., Sholpo V., Gamkrelidze E.P., Gogiashvili J.V., Kiria J.K., Chikovani N.G., Kolesnikov I. A tree-dimensional non- stationary thermal model of Caucasus and the Black and Caspian Sea area. Journal of the Georgian Geophysucal Society. Issue A. Physics of Solid Earth. V.
6. Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М. Недра. С. 126 и докторская диссертация 1978.
7. Казьмин В.Г., Шрейдер А.А., Финети, Челихов В.Р., Булычев А.А., Гилод Д.А., Андреева О.А., Шрейдер Ал. Ам. «Ранние стадии развития Черного моря по сейсмическим данным». Геотектоника. 2000. №1. С. 41-68 (Russian)
8. Гордиенко В.В. Термическое поле Кавказа. Киев. Наукова думка.1975.
9. Хаин В.Н. Региональная геодинамика (Альпийский средиземноморский пояс). М. «Недра». 1984 .

Работа выполнена при поддержке гранта МНТЦ G-1532.

კავკასიის თერმო-გეოდინამიკისა და ვაჭი და კასპიის ზღვების რეგულაციის წარმოშობის პრობლემისათვის

გუგუნავა გ., ქირია ჯ., კიკნაძე ლ., გოცაძე ე.

რეზიუმე

მპლავრი ვერტიკალური წანაცვლებები მანტიამი წარმოიქმნა, დანალექ ფენში კი ის უმნიშვნელოა. იგულისხმება, რომ ოკეანე “ტეტიისი” გამეზხერება დაკავშირებულია მანტიასა და ქერქში ვერტიკალურ თერმოწანაცვლებათა პროცესთან. შესაძლოა, რომ უგრანიტო ფენის წარმოქმნა შეეზღვა და კასპიის ზღვის ღრმა ნაწილში ამ პერიოდში ამოშვებას და გადარეცხვას უკავშირდება. რღვევები მოხოს შედაპირზე წარმოიქმნება, გრძელდება “ბაზალტში”, ინტენსიურად ვითარდება “გრანიტში” და დღემდე არსებობს დანალექ ფენში, რაც რეგიონში თანამედროვე მიწისძვრებს განაპირობებს. შავი ზღვის ირგვლივ არსებული რღვევის დისლოკაციის გასწვრივ ხდება ჩაბირვა ძირითადად მხოლოდ მუდა ცარცის შემდეგ, კასპიის ზღვაში კი რამდენადმე აღრე და ასევე დაკავშირებულია დიდ ნალექდგროვებასთან.

К ПРОБЛЕМЕ ТЕРМО-ГЕОДИНАМИКИ КАВКАЗА И ПРИРОДЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ И КАСПИЙСКОЙ ВПАДИН

Гугунава Г.Е., Кириа Дж. К., Кикнадзе Д.А., Готсадзе Е.О.

Реферат

Крупные вертикальные смещения возникают в мантии, а в осадочном комплексе вертикальные смещения незначительны. Представляется, что омерление океана «Тетис» связано с процессами вертикальных термосмещений в мантии и коре.

Возможно, отсутствие гранитного слоя в Черном и глубоководной части Каспийского морей произошло вследствие воздымания и размыва в этот период. Разломы зарождаются на поверхности Мохо, продолжают в «базальте», интенсивно развиваются в «граните» и существуют в осадочном комплексе до настоящего времени, обуславливая тем самым возникновение современных землетрясений в регионе. Вдоль разрывных дислокаций, расположенных вокруг Черного моря, происходит проседание в основном лишь после верхнего мела, а в Каспийском море несколько раньше и тоже с резким накоплением осадочных пород.

ON THE PROBLEM OF THERMO-GEODYNAMICS OF THE CAUCASUS AND THE CHARACTER OF THE ORIGIN OF THE BLACK AND THE CASPIAN SEAS DEPRESSIONS

Gugunava G.E., Kiria J.K., Kiknadze D.A., Gotsadze E.O.

Abstract

Large vertical displacements occur in the mantle; as for sedimentary complex, vertical displacements are insignificant. We think that chalk-forming of ocean "Tetis" is connected with vertical thermosplacement processes in the mantle and the crust. It is possible that absence of granite layer in the Black Sea and deep-water part of the Caspian Sea is due to transgression in this period. Fractures arise at Moho discontinuity, continue in "basalt", develop intensively in "granite" and exist in sedimentary complex till these days, thus conditioning occurrence of contemporary earthquakes in the region. Along discontinuity dislocations around the Black Sea sedimentation begins only after Upper Cretaceous, and in the Caspian Sea a bit earlier and also with sharp accumulation of sedimentary rocks.