

ГЕОФИЗИКА

Մ. Ս. ՕԳԱՆԻՍՅԱՆ

О ПРИЧИНАХ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ
СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Гравитационное поле Армении, представленное в редукции Буге, повсеместно характеризуется отрицательными значениями аномалий силы тяжести. Наиболее интенсивными отрицательными аномалиями характеризуются почти все главнейшие хребты и возвышенности Армянского нагорья.

Для объяснения причин, вызывающих отрицательные аномалии силы тяжести на исследованной территории, можно предположить, что они вызваны либо недостатком масс, обусловленных накоплением пород осадочного комплекса, обладающих меньшей плотностью по сравнению с плотностью пород эопалеозойского возраста, либо более глубокими факторами, связанными с изменением мощности земной коры, т. е. рельефом поверхности Мохоровичича, а также плотностной дифференциацией вещества в коре и подкоровом слое или в верхней мантии Земли.

Первое предположение отпадает потому, что горным хребтам и массивам Армянского нагорья, представленными перекристаллизованными, метаморфизованными и изверженными уплотненными породами, соответствуют значительно меньшие значения аномалий силы тяжести, чем Куринской, Араратской и Нахичеванской межгорным впадинам, сложенным у поверхности кайнозойскими и мезозойскими, следовательно, менее плотными отложениями.

Интенсивность гравитационного поля исследованной территории такова, что объяснить подобные изменения влиянием осадочных отложений невозможно. Незначительные колебания мощности осадочного комплекса не могут вызвать существенного гравитационного эффекта. Последний, в виде локальных аномалий, накладывается на общую картину гравитационного поля, создаваемого более глубокими факторами. Гравитационный эффект мезокайнозойских пород даже при оптимальных значениях мощности 6 км, при недостатке плотности в $0,2 \text{ г/см}^3$, не превышает 50 мгл.

Рассмотрим влияние на гравитационное поле изменений мощности земной коры в пределах исследованной территории.

Для объяснения наличия крупных региональных отрицательных аномалий в геосинклинальных районах, Б. А. Андреев предполагает, что земная кора, имеющая плотность в среднем $2,7 \text{ г/см}^3$ и лежащая на бо-

лее плотном подкоровом слое ($3,0 - 3,3 \text{ г/см}^3$), в геосинклинальных районах прогибается вниз, т. е. мощность ее здесь больше, чем в платформенных областях. На основании фактических данных, Б. А. Андреевым составлена диаграмма зависимости интенсивности аномалий силы тяжести в редукции Буге от мощности земной коры, определенной по сейсмическим данным. Согласно этих данных, нулевым значениям аномалии силы тяжести соответствует мощность коры порядка 30 км, а для районов с большой мощностью коры повсеместно отмечаются отрицательные аномалии. Вообще изменению мощности коры на 10 км соответствует изменение величины аномалий силы тяжести в среднем на 100 мгл [1].

Аналогичные исследования проводились Р. М. Деменицкой. Составленная ею зависимость между толщиной земной коры и значениями аномалий силы тяжести в редукции Буге, в отличие от зависимости, составленной Б. А. Андреевым, не является линейной. Кроме этой зависимости Р. М. Деменицкой была составлена вторая кривая, которая позволяет в любом районе земного шара получить значение толщины коры путем пересчета высоты рельефа и глубины морского дна [8].

На основании сопоставления в 272 пунктах данных сейсмических определений толщины земной коры и значений аномалий силы тяжести для территории СССР, Н. Б. Сажина пришла к выводу, что основной региональный фон изменения аномалий силы тяжести определяется рельефом поверхности Мохоровичича. В среднем изменению мощности земной коры на 10 км соответствует изменение аномалий силы тяжести, примерно, на 105—110 мгл [13].

Толщина земной коры в пределах исследованной территории, отсчитанная по этим графикам, соответствует величинам порядка 40—55 км. В северо-восточных и юго-западных районах, где средняя высота составляет 500—1000 м, земная кора тоньше и равна, примерно, 40—50 км, под областями с умеренно высоким рельефом, расположенным между горизонталями 1000—1500 м над уровнем моря, мощность коры равна 45—50 км, а под высокогорными областями Армянского нагорья и межгорными впадинами, имея среднюю абсолютную высоту 2000 м и более, земная кора толще и равна 50—55 км.

Таким образом, из представленных данных видно, что одной из возможных причин, вызывающих отрицательные аномалии силы тяжести в пределах исследованной территории, может являться изменение мощности земной коры. Однако имеются некоторые данные, отвергающие изменение мощности коры как в пределах исследованной территории, так и за пределами. Действительно, Н. К. Карапетян, пользуясь записями далеких землетрясений телесеismicким методом, получила значение для мощности земной коры, равное в районе г. Гукасян 53 км, в гор. Кировакане 54 км, в западной части Армянского нагорья (хр. Ала) 54 км, в гор. Казахе 50 км, в гор. Тбилиси 52 км [9]. Как видно из этих данных, мощность земной коры почти одинакова как под межгорными впадинами (Казах, Тбилиси), так и под хребтами Армянского нагорья (хр. Ала, Гукасян, Кировакан). Наибольшая разница между ними составляет

4 км, что находится в пределах точности определения этих величин. По Г. К. Твалтвадзе, общая мощность земной коры в районе Нор-Баязет (Гегамский хребет) получается равной 47 км. При этом мощность осадочного комплекса равна 6 км, гранитного слоя—19 км, базальтового—22 км [16]. Глубина залегания поверхности Мохоровичича, вычисленная по гравиметрическим данным по методу Цубои, получилась равной для пункта Ереван—50 км, а для пункта Гукасян—54 км [15].

Результаты глубинных сейсмических зондирований (ГСЗ) показывают, что мощность земной коры в районах гор. Тбилиси и Гори составляет 50 км, а под Большим Кавказом—48 км [7]. Аналогичная картина наблюдается также и в других районах Советского Союза. Например, в Приуральском прогибе не наблюдается погружение границы Мохоровичича по направлению к Уральским складчатым сооружениям. Геофизические исследования, выполненные в Ферганской долине и в Туркмении, показали, что не во всех районах по мере приближения к горным областям наблюдается погружение глубинных сейсмических горизонтов, т. е. образование так называемых «корней гор» [6].

Таким образом приведенные данные показывают, что в пределах исследованной территории мощность земной коры остается почти постоянной, т. е. возвышенностям не обязательно сопутствует большая толщина коры, и следовательно незначительные колебания мощности земной коры в пределах Армении и сопредельных с ней районов Малого Кавказа не может являться причиной, вызывающей отрицательные аномалии силы тяжести. Тем более, многие исследователи указывают на возможность объяснения зоны отрицательных гравитационных аномалий без заметного изменения мощности земной коры, т. е. без резких изменений границы Мохоровичича [6, 17, 18].

Не исключена возможность, что общая толщина земной коры в пределах рассматриваемой территории остается постоянной, а меняется мощность гранитного, следовательно, менее плотного слоя по сравнению с базальтовым (промежуточным) и перидотитовым слоями. В пользу этого предположения выступал Б. К. Балавадзе, считавший, что причиной возрастания аномалий силы тяжести в Куринской депрессии является уменьшение мощности гранитного слоя и, наоборот, увеличение мощности базальтового слоя [3]. Ю. В. Ризниченко указывает, что в альпийской зоне СССР корни гор главным образом связаны с гранитным слоем, который имеет толщину до 30 км, в некоторых районах Западной Туркмении и до 40 км в Северном Памире [12].

Если учесть, что вся исследованная нами территория, и особенно ее горные области, в настоящее время испытывают преимущественно поднятие, и что магматизм проявляется, в основном, в геосинклиналях, при этом в зонах поднятия наблюдается преимущественно кислый магматизм, выраженный главным образом гранитоидными интрузиями [4], то возникновение отрицательных аномалий силы тяжести на территории Армянской ССР можно связать с гранитизацией верхней толщи земной коры. Это доказывается наличием прямых связей между гравитацион-

ными минимумами и выходами на дневную поверхность менее плотных интрузивных пород гранитоидного состава, расположенных в Анкаванском, Джермукском, Сисиан-Дастакертском, Каджаранском и Мегринском районах.

Таким образом, отрицательные аномалии силы тяжести исследованной территории, по-видимому, свидетельствуют о разуплотнении изверженных и метаморфизованных пород фундамента. Уместно отметить, что из определений средней плотности горных пород в различных районах, Н. С. Вашингтон пришел к выводу, что средняя плотность изверженных пород в данной области тем меньше, чем больше средняя высота местности от уровня моря [19].

Центральная часть исследованной территории, как уже отмечалось, обладает интенсивным отрицательным гравитационным полем и в то же время, являясь наиболее подвижной зоной региона, характеризуется длительным поднятием, о чем свидетельствует отсутствие отложений девона, карбона, перми, триаса, юры и нижнего мела (Арзаканский кристаллический массив). Араратская, Нахичеванская и Куринская котловины, которые характеризуются менее интенсивными гравитационными полями, являются межгорными впадинами, относительные прогибания которых продолжаются и в современный период [2, 5].

Приведенные выше факты говорят о том, что те геологические процессы, которые создают колебательные движения земной коры, одновременно оказывают большое влияние и на величину силы тяжести, т. е. направление движения этих участков земной коры возможно отражается на значениях гравитационного поля, связанного с процессами, происходящими на больших глубинах в земной коре и подкоровом слое. Е. Н. Люстих и В. А. Магницкий, анализируя связи между гравитационным полем, вертикальными движениями коры и перемещением масс вдоль земной поверхности, указывают, что вертикальные движения коры сопровождаются перемещением подкорового материала в том направлении, которое необходимо для восстановления равновесия коры. Сила тяжести в течение такого процесса остается близкой к ее нормальному значению. Но это не означает, что подобное подкоровое смещение материала является главной причиной рассматриваемых вертикальных движений. Напротив, основной причиной вертикальных движений, по-видимому, служит изменение объема подкорового материала. Это ясно вытекает из рассмотрения аномалий силы тяжести на недавно сместившихся блоках. Изменения объема могут происходить не только в верхней части субстрата, но и на больших глубинах. Только с течением времени возмещения гравитационного поля, вызванные этим процессом, могут исчезнуть благодаря перемещению материала в пластичном подкоровом слое [10]. С. И. Субботин приходит к выводу, что источником движений отдельных блоков земной коры является процесс изменения плотности и объема определенных зон подкорового вещества: сжатие под прогибами и расширение под поднятиями коры. Перетекание подкоро-

вых масс, хотя и вполне возможны, однако, они играют подчиненную роль и не носят обязательного характера [14].

Соблюдая условия неизменности плотности подкоровых масс, нами были получены большие величины положительных аномалий в зонах поднятий, однако не существующих в действительности. При разности плотностей $0,40 \text{ г/см}^3$ между гранитным и базальтовым слоями и $0,2 \text{ г/см}^3$, между базальтовым и перидотитовым слоями, суммарное влияние избытка масс на Арзаканском кристаллическом массиве, при поднятии в среднем 2 км, создает положительную аномалию, порядка десятков мгл, тогда как наблюдаемый уровень отрицательных аномалий измеряется сотнями мгл.

Если принять, что плотность подкорового вещества меняется, тогда в зонах поднятия происходит разуплотнение вещества. Расчеты показывают, что уменьшение плотности на $0,1 \text{ г/см}^3$ для цилиндрического тела радиусом 40 км, ось которого находится на глубине 60 км, создает отрицательную аномалию, равную 130 мгл [11].

Анализируя возможные причины развития региональных отрицательных аномалий силы тяжести, мы приходим к выводу, что главнейшими факторами, обуславливающими отрицательные аномалии силы тяжести на рассматриваемой территории, являются или увеличение мощности гранитного слоя, следовательно, менее плотного слоя по сравнению с базальтовым и перидотитовым слоями, или процессы, происходящие в подкоровом слое и приводящие к разуплотнению вещества в зонах поднятия.

Любая из этих причин может быть принята в данном случае. Такая неопределенность результата заключается в том, что приведенные данные о мощности и структуре земной коры Армении еще недостаточно подкреплены фактическими материалами и высказанные предположения являются гипотезой.

В дальнейшем затронутый вопрос может быть выяснен при специальных комплексных гравиметрических и сейсмометрических (глубинных сейсмических зондированиях) исследованиях по отдельным профилям вкрест простирания геотектонических зон. Это позволит более обоснованно подойти к решению вопроса о природе наблюдаемых гравитационных аномалий рассматриваемой территории.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 12.XII.1964.

Շ. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-ՏԵՐԻՏՈՐԻԱՅՈՒՄ ԾԱՆՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒԹԻ ԲԱՅԱՍՍԱԿԱՆ
ԱՆՈՄԱԼԻԱՆԵՐ ԱՌԱՋԱՑՆՈՂ ՊԱՏՃԱՌՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. լ. մ.

Հայաստանի գրավիտացիոն դաշտը, որը ներկայացված է Բուգեյի սե-
զուկցիայով, ամենուրեք բնութագրվում է ծանրության ուժի անոմալիաների

բացասական արժեքներով: Ամենից շատ ինտենսիվ բացասական անոմալիաներով են բնութագրվում հայկական սարահարթի համարյա բոլոր զլիսավոր լիոնաշղթաները և Բարձունքները:

Ուսումնասիրվող տերիտորիայի վրա ծանրության ուժի բացասական անոմալիաներ առաջացնող պատճառները բացատրելիս կարելի է ենթադրել, որ նրանք պայմանավորված են կամ նստվածքային ապարների կուտակումներով, որոնք ունեն փոքր խտություն համեմատած էոպալեոգոյան հասակի ապարների խտության հետ, կամ ավելի խոր ֆակտորներով կապված Երկրի հզորության փոփոխության հետ, այսինքն Մոխորովիչի մակերևույթի ռելեֆի հետ, ինչպես նաև կեղևի և նրա տակ գտնվող շերտի խտություններով:

Առաջին ենթադրությունը վերանում է, քանի որ հայկական սարահարթի լիոնաշղթաները և լեռնազանգվածները, որոնք ներկայացված են վերաբյուրեղացված, մետամորֆացած և ժայթքված խտացած ապարներով, համապատասխանում են ծանրության ուժի անոմալիաների նշանակալի փոքր արժեքներ, քան Արարատյան, Նախիջևանի և Քուրի մեջլեոնային իջվածքներում, որոնք կազմված են կայնոգոյան և մեզոգոյական, հետևաբար, ավելի փոքր խտությամբ նստվածքներով:

Հետազոտված տերիտորիայի գրավիտացիոն դաշտի ինտենսիվությունն այնպիսին է, որ նման փոփոխությունները բացատրել նստվածքային ապարների ազդեցությամբ անհնար է: Նստվածքային ապարների հզորության աննշան տատանումները չեն կարող առաջացնել զգալի գրավիտացիոն էֆեկտ, վերջինս լուրջ անոմալիայի տեսքով, տեղադրվում է ընդհանուր գրավիտացիոն դաշտի վրա, որը պայմանավորված է ավելի խորքային գործոններով: 6 կմ. հզորությամբ մեզոկայնոգոյական ապարների գրավիտացիոն էֆեկտը 0,2 գ/սմ.³ թերի խտության դեպքում չի գերազանցում 50 մկլ.:

Ծանրության ուժի անոմալիաները առաջացնող բոլոր հնարավոր պատճառները վերլուծելուց հետո մենք գալիս ենք այն եզրակացության, որ հիմնական գործոնները, որոնք պայմանավորում են ուսումնասիրվող տերիտորիայի վրա ծանրության ուժի բացասական անոմալիաները, հանդիսանում են կամ գրանիտային շերտի հզորության մեծացումը, հետևաբար, ավելի փոքր խտություն ունեցող շերտի հզորության մեծացումը համեմատած բազալտային և պերիդոտիտային շերտերի հետ, կամ այն պրոցեսները, որոնք կատարվում են կեղևից ներքև գտնվող շերտերում և հանգեցնում են բարձրացման գոտիներում նյութի նոսրացման:

Տվյալ դեպքում վերոհիշյալ պատճառներից ցանկացածը կարող է ընդունվել: Արդյունքի այդպիսի անորոշակիությունը բացատրվում է նրանով, որ Երկրի կեղևի կառուցվածքի և հզորության մասին բերված տվյալները դեռ անբավարար են հիմնավորված փաստական նյութերով:

Հետազայում մեր կողմից շոշափվող հարցը կարող է պարզաբանվել գրավիմետրական և սեյսմիկական (խորքային սեյսմիկական զոնդում) կոմպլեքս ուսումնասիրություններով գեոտեկտոնական գոտիները հատող առանձին պրոֆիլներով: Սա հնարավորություն կտա ավելի հիմնավորված մոտենալ Հայկական ՍՍՌ տերիտորիայի վրա դիտվող գրավիտացիոն անոմալիաների բնութթի հարցի լուծմանը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андреев Б. А. Гравитационные аномалии и мощность земной коры континентальных областей. ДАН СССР, том 119, № 2, 1958.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Айпетрат, Ереван, 1958.
3. Балавадзе Б. К. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Изд. АН Грузинской ССР. Тбилиси, 1956.
4. Белоусов В. В. Внутреннее строение и развитие Земли в свете геотектонических данных. Труды геофизического института АН СССР, № 26 (153).
5. Габриелян А. А. Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смежных частей Антикавказа. Изв. АН Армянской ССР (серия геологических и географических наук), том XVI, № 4—5, 1963.
6. Годин Ю. Н. и др. Изучение строения земной коры при региональных сейсмических исследованиях на Русской платформе и в Средней Азии. Изв. АН СССР, серия геофизическая, № 10, 1961.
7. Давыдова Н. И. и др. Результаты ГСЗ на Кавказе (материалы выездной сессии Научного Совета при отделении науки о Земле АН СССР), 1963.
8. Деменицкая Р. М. Строение кристаллической части оболочки Земли по геофизическим данным. Международный геологический конгресс, XXI сессия. Доклады советских геологов. Раздел II, геофизика, 1960.
9. Карапетян Н. К. Годограф сейсмических волн Малого Кавказа. Изв. АН СССР, серия геофизическая, № 1, 1956.
10. Люстих Е. Н. и Магницкий В. А. Вертикальные движения земной коры, изменение гравитационного поля во времени и перемещения подкорковых масс. Современные движения земной коры. Сборник статей, № 1, 1963.
11. Оганисян Ш. С. О природе региональных аномалий силы тяжести Араратской котловины. Изв. АН Арм. ССР (серия геологических и географических наук), том XI, № 1, 1958.
12. Ризниченко Ю. В. К изучению строения земной коры в СССР методом глубинного сейсмического зондирования. *Studia geophys. et geodaet.*, 2, 133—140 (на русском языке с немецким резюме), 1961.
13. Сажина Н. Б. Мощность земной коры и связь ее с рельефом и аномалиями силы тяжести. Советская геология, № 8, 1962.
14. Субботин С. И. О состоянии подкоркового вещества в зонах прогибов и поднятий земной коры. Геологический журнал АН УССР, том XIV, вып. 2, 1954.
15. Татевосян Л. К. Некоторые черты глубинного строения земной коры в области Кавказа по гравиметрическим данным. Изв. АН Арм. ССР (геологические и географические науки), том XIV, № 5, 1961.
16. Твалтавадзе Г. К. К вопросу изучения строения земной коры в районе г. Еревана (Нор-Баязет). Труды Института геофизики АН Грузинской ССР, том XXI, 1963.
17. Шалошников К. К. Строение земной коры на северо-востоке СССР по геофизическим данным. Геология и геофизика, № 9, 1962.
18. Ewing M., Worzel J. J. Gravity Anomalies and Structure of the West Indies. Pt. J—11. *Bull. geol. Soc. America*, vol. 65, № 2, 1954.
19. Washington H. S. Isostasy and rock density. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 23, 372—410, 1922.