

4. Геоморфология Грузии. Тбилиси: Изд. Менинереба, 1971, 609 с.
5. Кавказ географическая энциклопедия. М.: Изд. Совет энциклопедии 1964, т. 4.
6. Мурадян П. А. Об асимметричности горных сооружений (на примере Армянского нагорья) — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1985, № 6, с. 59—62.
7. Огильви Ф. Ф. К истории тектонического развития Армянского нагорья. — Записки кавказ. отд. императорского русского геогр. общ. Кр. XXIX В. № 2 Тифлис 1916—78 с.
8. Сифринов Н. П. Проблемы формирования склонов Северного Кавказа. — Изв. Сев.-Кавказ. науч. центра высш. школы. Ест. науки, 1985, № 1, с. 69—71.
9. Чичерин В. П. Первая монография о геоморфологии Кавказа. — Геоморфология, 1988, № 2, с. 109—111.
10. Швайдегер А. Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: Недра 1981 232 с.
11. Шустин И. С. Общая геоморфология. М.: Изд. МГУ, 1964, т. 2. 564 с.
12. Spreitzer H. Hauptformung und Asymmetrie der Berggrücken in den Alpen und im Taurus. — *Int. Geomorphol.*, 1959, Suppl. Bd. 1, p. 211—236.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XLV, 1992, № 2, 48—55.

УДК: 550.348.098+551.242.5.056

С. Ц. АКОПЯН, Г. М. ДЖАГИНЯН

## МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДИНАМИКА ПЛИТО БЛОКОВОЙ СТРУКТУРЫ ТАВРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

В работе проведен анализ и составлена модель динамически раздробленной плито-блоковой структуры Тавро—Кавказского региона на основе изучения механизма очагов 88 сильных землетрясений, собранных из различных источников. Показано, что смещения, горизонтальные движения и вращения микроплит-блоков согласуются и объясняются северонаправленным движением и вращением против часовой стрелки Аравийской плиты. В результате проведенного анализа выявлено, что региональные напряжения в Т—К, возникающие из-за вклинивания Аравийской плиты, вначале концентрируются в Кавказском секторе, с вершиной в Курдистанском узле, вызывая его активизацию, затем происходит концентрация напряжений в Ерзынка-Ванской зоне и на северо-западе Ирана, где происходят катастрофические землетрясения.

В работах [1—3] была построена модель плито-блоковой структуры Тавро-Кавказского (Т-К) региона на основе каталогов сильных землетрясений с магнитудами  $M \geq 5$ , с привлечением геолого-геофизической информации. Напряженная раздробленная блоковая структура Т-К региона рассматривалась как результат взаимодействия микроплит, образовавшихся в результате взаимодействия Аравийской и Евразийской плит. Для выявления и уточнения динамики взаимодействия выделенных в [1] микроплит и мегаблоков, изучения местных и региональных тектонических особенностей, уточнения характера движений в зонах разломов и их ответвлений, в данной работе отобраны и использованы из работ [6—9, 12, 15, 16] результаты определения фокальных механизмов очагов 88 землетрясений (преимущественно с  $M \geq 5$ ), происшедших с 1939 по 1988 годы. Изучение фокальных механизмов более слабых толчков показывает, что они усложня-

ют и запутывают картину сильных землетрясений и, вероятно, отражают внутренние деформации микроплит.

На рис. 1 приведены фокальные механизмы очагов этих землетрясений и основные тектонические нарушения региона (нумерация очагов приведена в хронологическом порядке).



Рис. 1. Схема распределения фокальных механизмов очагов землетрясений Т—К региона, составленная по данным работ [6—9, 12, 15, 16]. 1. Землетрясения  $M \geq 6$ ; 2.  $M < 6$ ; 3. Вектор средней скорости движения плит; 4. Разломы, гипотетические разломы и сподвижки; 5. Зоны сжатия, надвиги, взбросы; 6. Фокальные механизмы очагов (зачерненная область—сжатие, белая—растяжение).

Из 176 возможных плоскостей разрывов в очагах указанных 88 землетрясений 68% плоскостей падают круто, 17%—составляют углы падения с горизонтом  $e \sim 30^\circ \div 45^\circ$ , а для 15%— $e \leq 30^\circ$ . Для 78 землетрясений оси сжимающих напряжений составляют углы падения с горизонтом  $e \sim 30^\circ \div 45^\circ$ , а для 15%  $e \leq 30^\circ$ . Это означает, что сжимающие напряжения в регионе и преимущественно действуют в направлении, близком к горизонтальному. Оси промежуточных напряжений 42 землетрясений составляют малые углы с горизонтальной плоскостью ( $e \leq 30^\circ$ ), для 17-ти—угол между  $30^\circ \div 55^\circ$ , а для остальных  $e > 55^\circ$ . Оси растягивающих напряжений для 35 землетрясений образуют углы  $e \leq 30^\circ$ , для 21-го углы между  $30^\circ \div 55^\circ$ , а для остальных  $e > 55^\circ$ . Это указывает на то, что в активных разломах в Т-К регионе происходят преимущественно надвиги-взбросы ( $\sim 46\%$ ), сдвиги ( $\sim 31\%$ ), их комбинации ( $\sim 18\%$ ) и сдвиги с компонентой сброса ( $\sim 5\%$ ).

В восточной части Северо-Анатолийского разлома и его сочленений рассмотрены механизмы очагов 9 землетрясений (№№ 1, 5, 26, 32, 34, 36, 37, 41, 45, рис. 1). Наиболее отчетливо здесь проявляется закономерная ориентация напряжений горизонтального сжатия ( $e \leq 30^\circ$ ) северо-запад—юго-восточного (СЗ—ЮВ) направления. Для промежуточных напряжений характерна вертикальная направленность ( $e \geq 50^\circ$ ). Горизонтальная ориентация напряжений растяжения является преобладающей. Кроме очага № 5, плоскости разрывов падают

круто. Таким образом, Северо-Анатолийский разлом является ярко выраженным трансформным разломом с правосторонним сдвигом [3, 16, 17], к которому приурочено катастрофическое Эрзинджанское землетрясение 1939.12.26,  $M=8,0$  (№ 1, рис. 1). Землетрясения № 37 и № 45 рис. 1. приурочены к ответвлениям к ЮЗ от Северо-Анатолийского разлома и указывают, что на них происходят левосторонние сдвиги.

В зоне *Южно-Анатолийского разлома* рассмотрены механизмы очагов 10-ти землетрясений (№ № 2, 19, 24, 40, 47, 55, 61, 62, 72, 85, рис. 1). Для семи землетрясений (№ № 19, 40, 47, 55, 62, 72, 85) отчетливо выражена горизонтальная направленность осей сжатия и растяжения, причем сжатие происходит в направлении С—Ю. Механизм очага Бингельского землетрясения 1971.05.22,  $M=6,7$  (№ 55, рис. 1) с разрывом на поверхности показывает на левосторонние горизонтальные движения. Решения фокальных механизмов землетрясений № 24 и № 40 продолжают левосторонние сдвиги к ЮЗ от Бингельского землетрясения, но сдвиговые компоненты здесь уже меньше и на разломах доминируют взбросовые движения. Землетрясение № 2 приурочено к Левантийскому разлому; напряжения сжатия образуют с горизонтом углы  $e > 60^\circ$ , а направления напряжений растяжения—  $e < 30^\circ$ , поэтому здесь имеет место сбросо-левосторонний сдвиг или чистый сброс. Южно-Анатолийский разлом, сочленяясь с Левантийским разломом, протягивается к Кипру. Плоскости разрывов здесь в основном падают круто.

Землетрясение Варто 1966.08.19,  $M=6,8$  (№ 31, рис. 1) и его сильный афтершок № 36 указывают на сильное сжатие в зоне сочленения *Северо- и Южно-Анатолийских разломов*. Правосторонние смещения при этом землетрясении продолжают Северо-Анатолийский разлом к ЮВ, в сторону оз. Ван и далее к Загросу. К югу от зоны сочленения Анатолийских разломов расположен очаг Лиджского землетрясения 1975.09.06,  $M=6,7$  (№ 61, рис. 1), который на протяжении 20 км сопровождался взбросами с северонаправленной плоскостью погружения [16]. К югу от очага Лиджского землетрясения и к западу от оз. Ван простирается молодая складчатая система, покрывающая активные обращенные сбросовые нарушения на глубине [18, 20]. Региональные движения и сокращения коры в направлении С—Ю, приводящие в результате к образованию складчатости и взбросов, характерны для этих зон, которые являются следствием вклинивания фронтальной части Аравийской плиты.

В районе *озер Ван и Резайе* рассмотрены механизмы очагов 8 землетрясений (№ № 29, 39, 68—71, 74, рис. 1). Здесь отчетливо выражена горизонтальная направленность напряжений сжатия и растяжения, и вертикальная—для промежуточных, что указывает на то, что преобладают движения типа правостороннего сдвига в вертикальной плоскости.

Правосторонний сдвиговой разрыв при Чалдыранском землетрясении 1976.11.24,  $M=7,3$  (№ 68, рис. 1) имел протяженность 55 км [16, 19], что позволяет ветвь Северо-Анатолийского разлома дискретно продолжать к востоку, в СЗ зону Ирана, где в 1721 и 1786 годах произошли катастрофические землетрясения, разрушившие Трабзон [16]. Юго-западное крыло разрыва здесь вталкивается, погружаясь в С—В направлении с компонентной правостороннего сдвига.

В работах [3, 10, 13] показано, что зона, протягивающаяся от Эрзинджана через Ван к Курдистанскому хребту, является крупнейшим сейсмогенным сегментом, приуроченным к ярко выраженному правостороннему трансформному разлому. Большинство наиболее сильных землетрясений локализовано в пределах этой зоны и системы активных линейментов, всеобразно расходящихся от Ерзика и Курдистанских узлов (см. рис. 2) к северу [10, 13].

Разломам, расположенным северо-западнее Курдистанского узла, характерна СЗ—ЮВ направленность с правосторонним сдвигом, что подтверждается также механизмами землетрясений № № 42, 49, 70,

71 (рис. 1), а также сподвижками в очаговой зоне катастрофического Салмаского землетрясения 1930.05.06,  $M=7,3$  [16].

С похожими механизмами произошли в зоне Загроса землетрясения № 20 и № 53, рис. 1 с правосторонней компонентой сдвига.

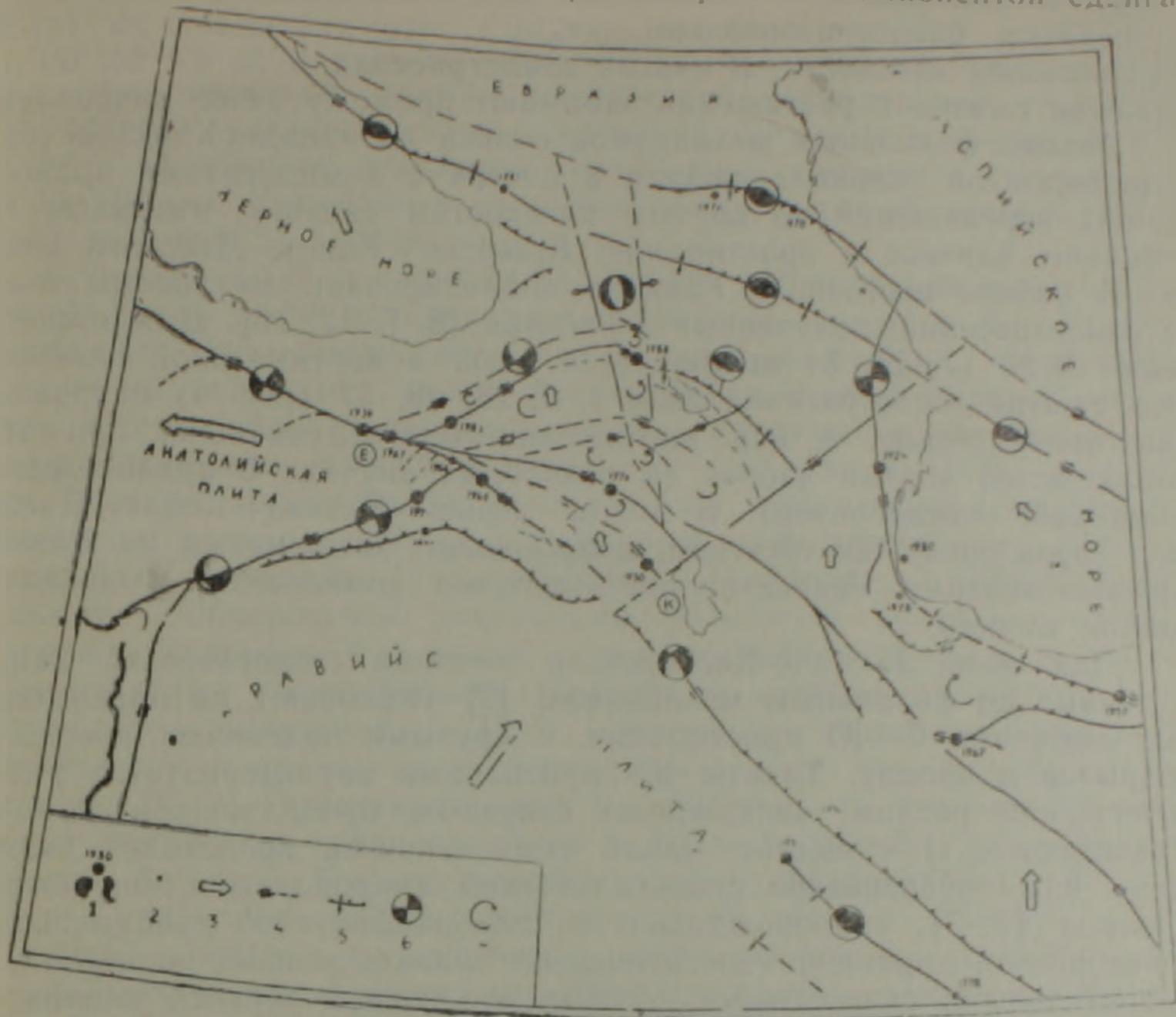


Рис. 2. Схема динамики взаимодействия плито-блоковой структуры Т-К региона, с указанием характерных осредненных механизмов очагов на границах. 1. Землетрясения  $M \geq 6,8$  с указанием, года события; 2. То же для землетрясений  $6 \leq M < 6,8$ ; 3-6. Фокальные механизмы очагов (Зачерненная область сжатие, белая - растяжение); 7. Направление вращения блока. Буквами Е и К обозначены соответственно Ерицкая и Курдистанские узлы.

близвертикальной плоскости. Несколько юго-восточнее, в очагах 8 землетрясений Загроса (№ № 11, 38, 58, 59, 67, 73, 75, 80) отчетливо выражены горизонтально ориентированные в направлении ЮЗ-СВ напряжения сжатия. Для промежуточных напряжений характерна горизонтальная направленность, что указывает на движения типа обращенного сброса.

На юге Каспия, в районе Эльбурса, протягивается сейсмическая зона, которая на востоке соединяется с Копет-Дагом. Здесь рассмотрены механизмы очагов 6 землетрясений (№ № 8, 10, 18, 52, 79, 81, рис. 1). Во всех очагах напряжения сжатия образуют с горизонтом углы, не превышающие  $30^\circ$  и преобладают в основном надвиговые движения, с некоторой сдвиговой левосторонней компонентой к востоку. Разрыв землетрясения Биюн Зара 1962.09.01,  $M=7,2$  (№ 18, рис. 1) на протяжении 85 км с востока на запад характеризовался надвигами-взбросами с компонентой левостороннего сдвига и плоскостью падения - к югу [16]. Здесь происходят процессы укорачивания и утолщения земной коры.

На Кавказе рассмотрены полученные из [6, 7, 16] фокальные механизмы 23 землетрясений. Для очагов 18 землетрясений характерны чисто взбросовые или взбросо-сдвиговые движения, поскольку для них напряжения сжатия образуют с горизонтом углы  $\epsilon < 30^\circ$ , а напряжения растяжения - близвертикальны. Оси промежуточных напря-

жений ориентированы близгоризонтально. У большинства землетрясений плоскости разрывов падают круто ( $e > 50^\circ$ ), причем на северном Кавказе наклон в южном направлении, а на южном склоне — в северном. Оси сжатия и растяжения для землетрясений № 46 и № 82 направлены близгоризонтально ( $e \leq 30^\circ$ ), что указывает на сдвиг в вертикальной плоскости. В очагах землетрясений № № 43, 56, 66 напряжения сжатия и растяжения занимают промежуточное направление.

Анализ фокальных механизмов очагов на западе Кавказа свидетельствуют об условиях сжатия в очагах с компонентами правосторонних перемещений по крутым плоскостям падения, имеющим простирание, близкое к простиранию Крымско—Копет—Дагского шва.

В районе восточного Кавказа анализированы механизмы очагов 11 землетрясений, полученные в работах [6, 7, 12, 16]. Для землетрясений № № 17, 25, 54 наблюдается сдвиг в вертикальной плоскости. Оси сжатия землетрясений № № 4, 7, 28, 48, 57 (рис. 1) направлены близгоризонтально, а оси растяжения — близвертикально, при этом наблюдается чистый взброс (в некоторых случаях с правосторонней сдвиговой компонентой). В целом Крым—Кавказ—Копет—Дагский шов характеризуется сжатием, взбросовыми движениями на Кавказе, приобретающими правосторонне-сдвиговые компоненты к западу и востоку от него.

Для зоны Западно-Каспийского разлома геологические данные и данные по фокальным механизмам [7] указывают на правосдвиговые смещения С—Ю простирания, с крутыми падениями плоскостей разрывов к западу. Такими же признаками характеризуется Гирдыманчайский разлом, являющийся северным продолжением Западно-Каспийского. По-существу, вдоль этого разлома происходит вклинивание Южно-Каспийской субокеанической микроплиты в зону сжатия Кавказа [1, 7], сопровождающееся глубокофокусной сейсмичностью, своеобразной картиной изостатических гравитационных аномалий, горизонтальными скоростными неоднородностями в верхней мантии, отражающимися в линейных кольцевых структурах на западе Каспия [2, 5, 10]. Северо-Иранский активный блок, ограниченный с запада Пальмиро—Апшеронской линейной зоной с левосторонними сдвиговыми движениями [10], а с востока — Западно-Каспийским разломом, вклинивается к северу, двигаясь с замедлением.

На Армянском нагорье землетрясения приурочены в основном к разломам, являющимся СВ ответвлениями Северо-Анатолийского разлома. Механизм очага катастрофического Эрзерумского землетрясения 1983.10.30,  $M=6,9$  и механизмы землетрясений № № 64, 65, 84, 87 (рис. 1), приуроченные к нему, четко указывают на взбросо-левостороннесдвиговые движения с горизонтальными напряжениями сжатия, С—Ю направленности. К ним относится Желтореченско—Сарикамышский разлом, который протягивается от гор. Эрзинджана С—В в Армению, где под острым углом срезает Памбак—Севанский разлом [11].

В зоне Транскавказского поднятия эпицентры землетрясений приурочены к пересечениям разрывов меридионального и широтного простирания. В очагах № № 14, 76, 84, 88 (рис. 1) наблюдаются движения взбросо-сдвигового или чисто взбросового характера. На разрывах субмеридионального направления оси напряжений сжатия — близвертикальны, а растяжения — близгоризонтальны, что указывает на сбросовые движения. В данной работе особо отмечаются механизмы катастрофических землетрясений, поскольку около 70% полной амплитуды скольжения вдоль границ плит происходит при землетрясениях с  $M \geq 7,0$ . Происхождение катастрофического Спитакского землетрясения 1988.12.07,  $M=7,0$  (№ 88, рис. 1, взбросо-правосдвиговые смещения на протяжении 37 км [15]) такой силы было неожиданным в зоне Памбак—Севанского разлома [4], но оно позволяет пересмотреть и по-новому рассмотреть активную тектонику на Армянском нагорье. По-видимому, в зоне Транскавказья смыкаются с запада широтные разломы с компонентой левостороннего сдвига, а с востока —

разломы СЗ ориентации с компонентой правостороннего сдвига. Это подтверждается и в зоне субпараллельных Ереванского и Южно-Ара- ратского активных правосторонних взбросо-сдвиговых разломов, со- членяющихся на западе нагорья с активными левосдвиговыми разло- мами [11].

Результаты анализа проведенных исследований обобщены на рис. 2. На нем приведена схема динамической мегаблоковой структуры Т—К региона, указаны векторы скоростей движений и вращений микроплит и мегаблоков, выявлены усредненные характеры взаимодейст- вия их границ. Компонента вращения введена для согласования дви- жений на границах блоков.

Ключевую роль в перераспределении региональных напряжений, образующихся из-за вклинивания Аравийской плиты в Т—К, играет Эрзинджан—Ван—Битлисский сейсмоактивный геоблок, занимающий пограничное положение между Аравийской плитой и Кавказским сек- тором. Этот геоблок с запада и востока граничит с крупными лине- аментными узлами Ерзика и Курдистан (см. рис. 2) [13], являющи- мися местами концентрации региональных напряжений. Мегаблоки в Кавказском секторе (сектор, с вершиной в Курдистанском узле, ог- раниченный с запада Транскавказским поднятием, с юго-востока— Пальмиро—Апшеронской линеаментно-разломной зоной, с севера— Северным Кавказом и с углом раскрытия  $\sim 60 \pm 5^\circ$ ) почти не имеют горизонтальных составляющих скорости и взаимодействуют в близ- вертикальном направлении. Здесь происходит сокращение коры в ан- тикавказском направлении и растяжение в зоне Транскавказа в на- правлении В—З. Ориентированная на северо-запад система разломов внутри сектора, с увеличивающейся правосторонней сдвиговой ком- понентой ближе к Курдистанскому узлу и Транскавказу, обра- зует блоки с вращением против часовой стрелки (рис. 2). Правосторонне- сдвиговые движения со взбросовой составляющей на разломах, рас- положенных между Ерзынка и Курдистанскими узлами и их продол- жениями в зону Загроса, являются следствием не только вдавливания Аравийской плиты, но и ее вращения против часовой стрелки, что ув- лекает и вытесняет к западу блоки у фронтальной части. В зоне Ар- мянского нагорья, зажатой между Северо-Анатолийским разломом, ее продолжением на восток (к очагу Чалдыранского землетрясения) и Кавказским сектором, системами левосторонних разломов образо- ваны протяженные блоки С—В направления, с вращательной компо- нентой по часовой стрелке.

Северо-Анатолийский разлом является правосторонним транс- формным, а Южно-Анатолийский—левосторонним, в Ю—З части со- провождающийся взбросами. На основе изучения смещений геологи- ческих структур и механизма очагов, суммарное смещение на Северо- Анатолийском разломе оценивается  $\sim 85 \pm 5$  км, на Южно-Анатолий- ском разломе  $\sim 22 \div 27$  км [16]. Для объяснения сподвижек по Севе- ро- и Южно-Анатолийским разломам, рассматривается модель дви- жения Анатолийской плиты к западу с вращением против часовой стрелки [17].

На С—З Ирана и в зоне южного Каспия наблюдается несколь- ко иная картина, блоки двигаются к северу, северо-западу с замед- лением, упираясь в Кавказский сектор. Так, Южно-Каспийская микро- плита, из-за давления и вращательного движения против часовой стрелки Аравийской плиты, вталкивается в зону сжатия восточного Кавказа, а Северо-Иранская микроплита вклинивается с замедлени- ем к северу (рис. 2). Взаимодействие этих двух микроплит приводит к сильному сжатию и концентрации напряжений на юге и юго-западе Каспия, в провинции Гилян.

Резюмируя полученные результаты, можно сказать, что регио- нальные напряжения в Т—К, возникающие из-за давления Аравий- ской плиты, в первую очередь концентрируются в Кавказском секто- ре, затем, из-за сокращения коры в зоне Транскавказа в направлении С—Ю и растяжения этой зоны в направлении З—В происходит кон-

центрация напряжений в Армянском нагорье и Ерзынка—Ванской зоне. Вследствие этого Черноморская и Анатолийская микроплиты вытесняются к С—З и западу [3]. Одновременно с этим происходит концентрация напряжений на С—З Ирана и на юге Каспия. Таким образом, активизация на Кавказском секторе может являться индикатором темпа движения Аравийской плиты и предвещать катастрофические землетрясения на Армянском нагорье и на С—З Ирана [3, 4, 13].

Институт геологических наук АН Армении,  
Опытно-методическая сейсмопрогностическая экспедиция  
АН Армении

Поступила 27.IV.1990.

Ս. Ս. ՀԱՎՈՐՑԱՆ, Կ. Մ. ԶԱՎԻՆՅԱՆ.

ՏԱՎՐՈՍ-ԿՈՎԿԱՍՅԱՆ ՄԱՐԶԻ ՌԻՎԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՕՋԱԽՆ ՐԻ  
ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ, ԵՎ ՍԱՀԱ-ԲԵԿՈՐԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾԻԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱ  
Ա մ փ ո փ ո մ

Տարբեր աղբյուրներից հավաքված 88 ուժեղ երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմների ուսումնասիրության հիման վրա կազմված է Տավրոս-Կովկասյան մարզի կոտրասված սալա-բեկորային կառուցվածքի գինամիկ մոդելը: Ցույց է տրված, որ միկրոսալ-բեկորների տեղաշարժերը, հորիզոնական շարժումները և պտույտները բացատրվում են Արարական սալի դեպի հյուսիս ուղղված շարժումով և ժամացույցի սլաքի շարժման ուղղութիւնը հակառակ պտույտով: Վերլուծութիւնից պարզվել է, որ Տավրոս-Կովկասյան մարզի երկրակեղևի լարվածութիւնները, որոնք առաջանում են Արարական սալի մխրճման պատճառով, սկզբում կուտակվում են Կովկասյան հասվածում, որի պատճառով Գորդիստանի հանգույցն է հարուցելով նրա ակտիվացումը, իսկ հետո տեղի է ունենում լարվածութիւնների կուտակում Երզնկա-Վան գոտում և Իրանի հյուսիս-արևմտյան հասվածում, որտեղ տեղի են ունենում ալերիչ երկրաշարժեր:

S. S. HAVRISIAN, G. M. DJAGHINIAN

STRONG EARTHQUAKES FOCAL MECHANISMS OF THE TAURUS-CAUCASIAN REGION AND PLATE-BLOCK STRUCTURE DYNAMICS

Abstract

On the basis of 88 strong earthquakes focal mechanisms investigation the Taurus-Caucasian region plate-block structure is analysed as well as its dynamically splintered model is worked out. It is shown, that microplates-blocks displacements, horizontal movements and rotations are coordinated and explained by a north-directed movement and a counter clockwise rotation of the Arabian plate. As a result of the analysis it is revealed, that Taurus-Caucasian regional stresses, due to the Arabian plate wedging in, at first are concentrated in the Caucasian sector, having its summit in the Kurdistan knot and activizing the latter. After that the stresses concentrate in the Yerzinka-Van zone and in NW Iran, where the catastrophic earthquakes take place.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян С. Ц. О тектонической реконструкции Кавказа и сопредельных территорий. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1982, № 1, с. 25—38.
2. Акопян С. Ц. Тектоника плит и блоковая структура Кавказа и сопредельных территорий. В кн.: Неотектоника и динамика литосферы подвижных областей территории СССР—Ташкент, 1983, с. 73—80.
3. Акопян С. Ц. Тектоника плит в Альпийско-Гималайском поясе и некоторые прогностические критерии. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 6, с. 39—49.
4. Акопян С. Ц., Баласанян В. С., Микаелян А. О. Некоторые региональные геотектонические аспекты подготовки Спитакского землетрясения. Тез. докл. международного семинара «Спитак-88», Ереван, 1989, с. 36—37.
5. Асланян А. Т., Караханян А. С., Микаелян А. О., Акопян С. Ц., Закарян К. А. Некоторые особенности глубинного строения Тавро-Кавказского региона по данным дистанционного зондирования и сейсмических исследований. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, № 3, с. 11—19.
6. Балакина Л. Н., Введенская А. В. и др. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. М.: Наука, 1972, с. 118—132.
7. Вардапетян А. Н. Относительные перемещения по разломам Черноморско-Киприйского региона. В кн.: Неотектоника и динамика литосферы подвижных областей территории СССР, Ташкент, 1983, с. 81—86.
8. Карапетян Н. К. Напряженное состояние в очагах землетрясений Армении и механизмы их возникновения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 3, с. 42—49.
9. Карапетян Н. К. Механизмы очагов землетрясений и напряженно-деформированное состояние трех регионов Армянского нагорья. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, № 2, с. 47—56.
10. Караханян А. С. Системы линейментов Анатолийско-Кавказско-Иранского региона и их геодинамическая интерпретация. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 6, с. 11—22.
11. Караханян А. С. Активные разломы и сейсмичность Армянского нагорья. Тез. докл. XXIII Всесоюзного тектонического совещания «Геодинамика и развитие тектоносферы», М., 1990, с. 12—14.
12. Строение, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Тбилиси, 1983, с. 47—56.
13. Akopian S. Gz., Karakhanian A. S. Analysis of the space-time connection between the earthquakes of the Caucasus and Van-Erzindjan zone. Abstracts 3-rd Intern. Symp. Ann. Seism. Risk, Czechoslovakia, 1985, p. 4.
14. Berberian M. Contribution to the seismotectonics of Iran (Part 3) Rep. Geol. Surv. of Iran, 1977, № 40.
15. Earthquake Spectra. Special supplement, Armenia Earthquake Reconnaissance Report. Editors L. A. Wille, J. R. Filson, Earth. Eng. Res. Inst. USA, 1989, p. 1—12.
16. Jackson J., McKenzie D. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. Geoph. J. R. Astr. Soc., 1984, 77, p. 188—231.
17. Rotstein Y. Counterclockwise rotation of the Anatolian block. Tectonophysics, 108, 1984, p. 71—91.
18. Tsalalenko J. S. A reconnaissance of the seismicity and tectonics at the northern border of the Van's plate Lake Van region. Rep. Geogr. Phys. Geol. Dyn., 19, 1977, p. 198—208.
19. Toksöz M. N., Nabele J., Arpat E. Source parameters of the 1976 earthquake in east Turkey: a comparison of field data and teleseismic results. Tectonophysics, 49, 1978, p. 199—205.
20. Wong H. K., Finckh P. Shallow structures in Lake Van in the Geology of Lake Van. Eds Degens, E. T. Kurtman, M. T. A. Rep, № 1969, 1968, p. 20—28.