Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 2, 1969 г.

СДВИГИ И ПЛАНЕТАРНАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ

П. С. Воронов

Длительное господство в советской геотектонике идей о резком преобладании в земной коре вертикальных движений над горизонтальными привело к тому, что учение о сдвиговых дислокациях у нас почти не разрабатывалось на протяжении многих лет. Сдвиги совершенно перестали выделяться при геологическом картировании, а широкий спектр дизъюнктивных дислокаций в региональной геологической литературе геологи начали все чаще подменять достаточно безликим термином разлом. Лишь за последние годы, благодаря усилиям А. В. Пейве [24, 25], Г. Д. Ажгирея [1] и др., положение начало меняться. Однако ряд новых остро необходимых материалов до сих пор не попал в широко распространенную учебную литературу [2, 22 и др.]. Недопустимость такого положения очевидна, и на его исправление и направлен в определенной степени первый раздел статьи.

Сдвигом называют разрывное нарушение, блоки (крылья) которого смещаются в горизонтальном или почти горизонтальном направлении вдоль трещины-сместителя, разделяющей эти блоки. Борозды скольжения на поверхности сместителей сдвигов имеют горизонтальную ориентировку, а сами сдвиги вызываются напряжениями (стрессами) земной коры, направленными горизонтально. Сдвиги подразделяются на левые и правые. Амплитуду перемещения правого сдвига принято считать положительной, левого — отрицательной. По наклону сместителя сдвиги подразделяют на вертикальные (угол наклона сместителя 80—90°), крутые (45—80°), пологие (10—45°) и горизонтальные (0—10°). Первый тип наиболее распространен [22], поэтому в отличие от надвигов линии сместителей сдвигов в плане, как и у сбросов, бывают чаще всего не волнистыми, а прямыми.

По отношению к простиранию складчатости различают поперечные, диагональные (косые) и продольные сдвиги. При наблюдении в плане косых сдвигов иногда различают [29] собственно сдвиги (перемещенные по сдвигу пласты раздвинуты) и пересдвиги (пласты перебрасываются друг за друга). Косые и поперечные сдвиги чаще рассекают линейные складки и вместе с надвигами появляются в результате дальнейшего воздействия стрессов на слоистые толщи [2].

Когда направление движения блоков в плоскости сместителя отклоняется более 10° от горизонтального, сдвиги, в зависимости от того, куда смещены блоки, называют сбросо-сдвигами или взбросо-сдвигами (надвиго-сдвигами). Надвиго-сдвиги появляются по бокам надвиговых чешуй (особенно узких), где они могут постепенно переходить в чистые сдвиги, ограничивающие с боков эти чешуи. Иногда второстепенные

сдвиги разбивают на отдельные блоки и внутренние части надвиговых чешуй.

Крупные сдвиги обычно генетически связаны с надвигами (рис. 1). Так как при развитии крупного сдвига сопротивление сжатию пород, находящихся на пути продвижения крыльев, все время возрастает, то плоскость сместителя сдвига постепенно поворачивается и выполаживается до плоскости надвига. Именно такое соотношение сдвигов и надвигов наблюдается, например, в зоне наиболее крупного и хорошо изученного сдвига Сан-Андреас, где в районе Лос-Анжелоса сместитель главного сдвига сопрягается с целой серией надвигов разных амплитуд [21, 24].

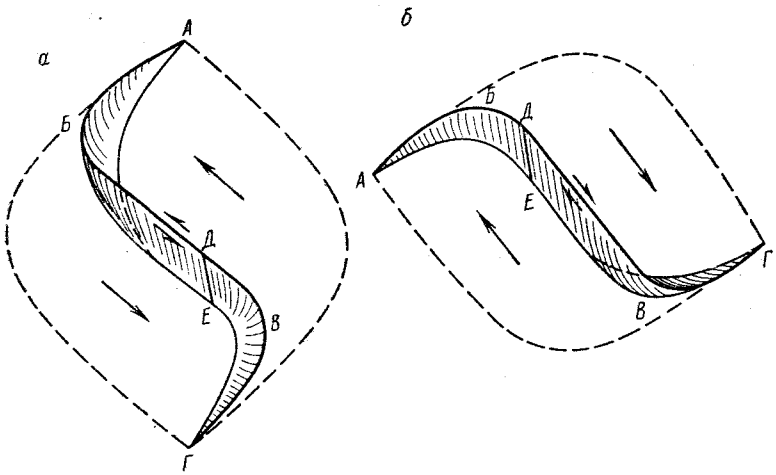


Рис. 1. Схема перехода поверхности сместителя сдвига *БВ* в поверхности надвигов *АБ* и *ВГ*: *а* — левый и *б* — правый сдвиги. *ДЕ* — вертикальная линия в плоскости сместителя

Вытянутые участки земной коры, в пределах которых наблюдаются преимущественно однонаправленные сдвиги (правые или левые), называют сдвиговыми зонами — Иртышская зона смятия с преобладанием правых сдвигов, Шотландская зона с преобладанием левых сдвигов и др. Сдвиговые зоны протяженностью в тысячи километров называют глобальными — сдвиговая зона вдоль тихоокеанского побережья Северной Америки, Турецко-Иранская сдвиговая зона [10, 12]. Ширина сдвиговых зон меняется от нескольких до 20—50 *км*, а в отдельных случаях до 150 и даже многих сотен километров — провинция Бассейнов и Хребтов в Северной Америке [21].

Эксперименты показывают, что плоскость сместителя сдвига формируется поэтапно. На первом этапе сначала возникает горизонтальная флексура, на фоне соединительного крыла которой затем начинают формироваться две серии кулисно расположенных друг относительно друга трещин отрыва и трещин скалывания (рис. 2, *а*). Длина таких трещин практически соответствует ширине зоны сдвигообразования (не путать со сдвиговой зоной!), т. е. не выходит за пределы соединительного крыла флексуры и, как правило, на три порядка меньше полной длины этой зоны. Важно отметить, что ориентировка трещин отрыва и скола относительно направления векторов пары сил, порождающих сдвиг, всегда строго закономерна и позволяет уже на этой стадии развития сдвига различать, с какой его разностью — правой или левой — мы имеем дело. Вершины острых углов между направлением трещин

Л Г И
Библиотека

скалывания и общим направлением зоны сдвигообразования всегда ориентированы в сторону действия векторов пары сил, порождающих данный сдвиг. Наоборот, трещины отрыва образуют в этой ситуации тупой угол. По экспериментам величина углов трещин скалывания около 15°, а трещин отрыва около 135° [32]. Отмеченные кулисные соотношения трещин отрыва и скалывания в природе часто фиксируются сериями жил или даек. Это позволяет легко определить векторную направленность стрессов, воздействовавших на данный участок земной коры.

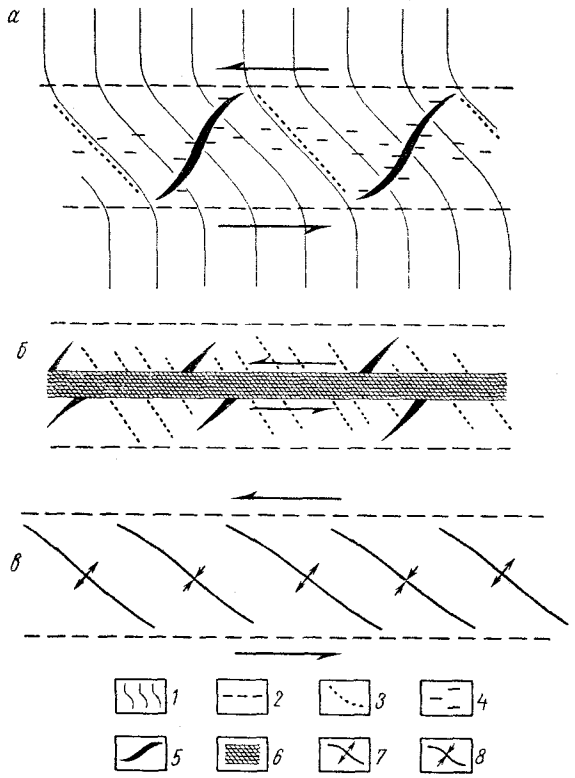


Рис. 2. Схемы сдвигов и связанных с ними структур (вид в плане): *а* — зачаточный левый сдвиг на фоне горизонтальной структуры; *б* — левый сдвиг с трещинами оперения в виде реликтов трещин скалывания и трещин отрыва; *в* — пространственная ориентировка складок волочения при левом глубинном сдвиге (при правом сдвиге ориентировка осей складок волочения будет зеркально повернута).

В правом зачаточном сдвиге в пределах зоны сдвигообразования ориентировка линий простирания, трещин скалывания *I* генерации и трещин отрыва будет зеркально повернута

1 — линии простирания в горизонтальной флексуре; *2* — границы зоны сдвигообразования; *3* — трещины скалывания *I* генерации; *4*—трещины скалывания *II* генерации; *5* — трещины отрыва; *6* — милонитизированная зона сместителя сдвига. Складки волочения: *7* — антиклинальная; *8* — синклинальная

Процесс формирования сдвигов на этом этапе часто заканчивается из-за ограниченности энергетических возможностей порождающих их сил. Указанные соотношения трещин необходимо выделять в качестве

самостоятельной категории структур, назвав ее недоразвитым или зачаточным сдвигом [15]. Особенно велика роль зачаточных сдвигов в металлогении и гидрогеологии, поскольку трещины, фиксирующие собой зону такого сдвига, увеличивают проницаемость земной коры для различного рода флюидов мантии, дериватов магматических очагов, пластовых и ювенильных вод [18].

Степень проникновения на глубину трещин зачаточного сдвига находится в пропорциональной зависимости от протяженности зоны сдвигообразования: чем длиннее такая зона, тем больше породившие ее тектонические напряжения и, следовательно, тем на большую глубину проникают трещины. Поэтому, как отмечалось ранее [15], зачаточные сдвиги хорошо объясняют, например, генезис алмазоносных трубок взрыва, генетически связанных с системами линейно эшелонированных и вертикально ориентированных трещин кристаллического фундамента древних платформ, достигающих до очагов кимберлитовой магмы. Высокотемпературная, находящаяся под давлением не менее 10—12 *кбар*, кимберлитовая магма подымается по этим трещинам с глубин 30—40 *км* и легко преодолевает кумулятивным взрывом сопротивление перекрывающего систему трещин-проводников более пластичного и менее затронутого сдвигообразованием осадочного чехла. Именно так [12, 15, 18], вероятно, и возникло большинство трубок взрыва Сибирской и других древних платформ. Современные данные все больше это подтверждают.

Системы трещин зачаточных сдвигов могут служить путями проникновения и для многих других жильных полезных ископаемых. Повышение на больших глубинах пластических свойств вещества не препятствует образованию трещин сдвиговой генерации: их раскрытие могло быть очень кратковременным, а повышение скорости деформации всегда способствует увеличению хрупкости вещества и разрушению его именно путем отрыва [2].

При дальнейшем развитии напряжений в зоне сдвигообразования возникшие в ней трещины отрыва и скалывания постепенно поворачиваются, приобретают S-образный облик, а углы между их направлением и направлением зоны сдвигообразования все больше приближаются к прямым. Наряду с этим в указанной зоне появляется и приобретает все большее значение новая генерация трещин скалывания с ориентировкой сместителей параллельно простиранию всей зоны. Полное развитие данной генерации означает вступление процесса формирования сдвига во вторую, заключительную фазу, поскольку эта новая генерация трещин быстро ликвидирует целостность перемычек между трещинами предыдущей генерации, в результате чего возникает единая плоскость сместителя истинного или полного сдвига. С этого момента оба крыла сдвига начинают свободнее перемещаться друг относительно друга. Образующиеся на первых порах за счет обломков упомянутых перемычек брекчии истираются до состояния катаклазитов, милонитов и даже ультрамилонитов, которые вдавливаются в стенки сместителя и начинают затем нести на себе горизонтальную штриховку, специфическую для сдвигов. Мощность зон милонитизации вдоль полных сдвигов достигает иногда 1,5 *км* — сдвиг Грейт-Глен в Шотландии [26].

Часть трещин отрыва и скалывания (особенно залеченных гидротермальным или пневматолитовым материалом до формирования единой трещины сместителя сдвига) сохраняется по обе стороны от сместителя в виде трещин оперения, обладающих вполне определенной ориентировкой. Анализ ее с учетом вышеизложенного может оказать существенную помощь в выяснении направления движения крыльев сдвига и

ориентировки векторов палеотектонических тангенциальных напряжений изучаемого участка поверхности Земли (рис. 2, *б*).

В связи с различиями пластических свойств пород на разных структурных этажах (например, в фундаменте и чехле платформ) разрывные деформации по мере продвижения снизу вверх по зоне сдвигообразования могут запаздывать. Так, если в фундаменте платформ уже на первых этапах развития сдвига возникают рассмотренные выше серии трещин, то более пластичные осадки чехла могут в это же время сминаться в серию брахиантиклиналей (чаще), или линейных антиклиналей (реже), или, наконец, других им гомологичных структур, кулисообразно ориентированных относительно общего простирания всей зоны сдвигообразования (рис. 2, *в*). Нетрудно заметить, что оси всех этих структур чехла платформ будут располагаться параллельно трещинам скалывания зачаточных сдвигов в фундаменте, т. е. угол между осями и простиранием зоны сдвигообразования всегда будет острым, указывая своей вершиной направление движения крыльев зарождающегося сдвига [15]. Величина такого угла чаще всего равна 15° [23, 32].

Из сказанного вытекает два важных вывода: 1) кулисообразность в расположении пликативных дислокаций чаще всего бывает генетически связана со сдвиговыми перемещениями более глубоко залегающих блоков земной коры, фиксируя собой проекцию глубинных сдвиговых зон на земную поверхность; 2) по пространственной ориентировке осей таких пликативных дислокаций всегда можно сказать, с правым или левым сдвигом мы имеем дело.

Рассмотренный механизм сдвигообразования на платформах хорошо объясняет и случаи обнаружения надвигов в их чехле. Надвиги, особенно если они наблюдаются в зоне предполагаемого по морфоструктурным признакам сдвигообразования, представлены своеобразными чешуйчатыми срывами пород над развивающимся под ними в фундаменте платформы полным сдвигом. Простирание плоскостей скалывания этих чешуйчатых срывов обычно совпадает с простираниями складок волочения или трещин скалывания первой генерации, а углы падения обычно не превышают 30—40°.

Таким образом, кулисообразность расположения различных тектонических и магматических структур всегда должна наводить на мысль о том, что участок, где эта кулисообразность была встречена, подвергался воздействию пары сил и был некогда зоной сдвигообразования. Подобного рода структурные соотношения наблюдаются чаще всего по периферии различного рода жестких масс литосферы, расположенных в пределах ее более мобильных в вертикальном и особенно в горизонтальном направлении областей. Анализ (рис. 3) с позиций сдвиговой тектоники позволяет определить общую картину генерального тангенциального сжатия местных масс литосферы и построить общую схему тангенциальных стрессов для этой области. Другим, более экзотичным примером, является опыт выявления направления тангенциального перемещения масс литосферы Луны [14] в случае кулисообразного соотношения ряда пликативных структур (нервюр) в районе моря Дождей (рис. 4). Для земных условий такого рода примеры неоднократно рассматривались для районов Калифорнии, побережья Мексиканского залива и многих других областей [12, 18, 21, 23, 24, 26].

Наконец, проявления сдвиговой тектоники широко распространены в пределах различного рода ледяных полей и знание изложенных принципов особенно важно для проблем судоходства среди морских льдов,

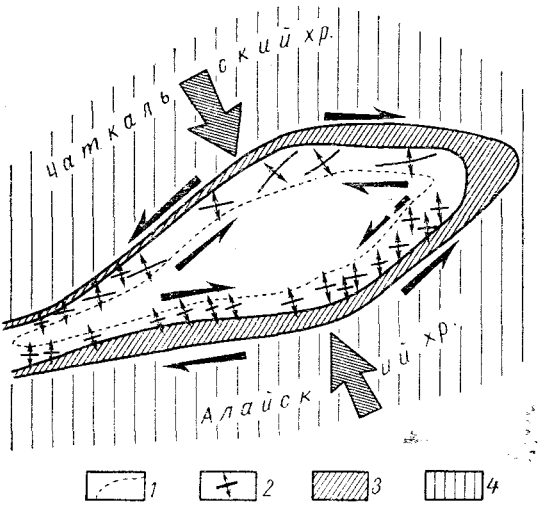


Рис. 3. Схема пространственной ориентировки складок волочения адырной зоны Ферганской долины по О. С. Вялову (1943 г.) и предполагаемая ориентировка векторов тангенциальных напряжений на основе принципов сдвиговой тектоники

1 — приадырная и внутренние зоны; *2* — внутреннее кольцо складок (адырная зона); *3* — внешнее кольцо складок (зона открытых складок); *4* — палеозойское обрамление структур Ферганской долины

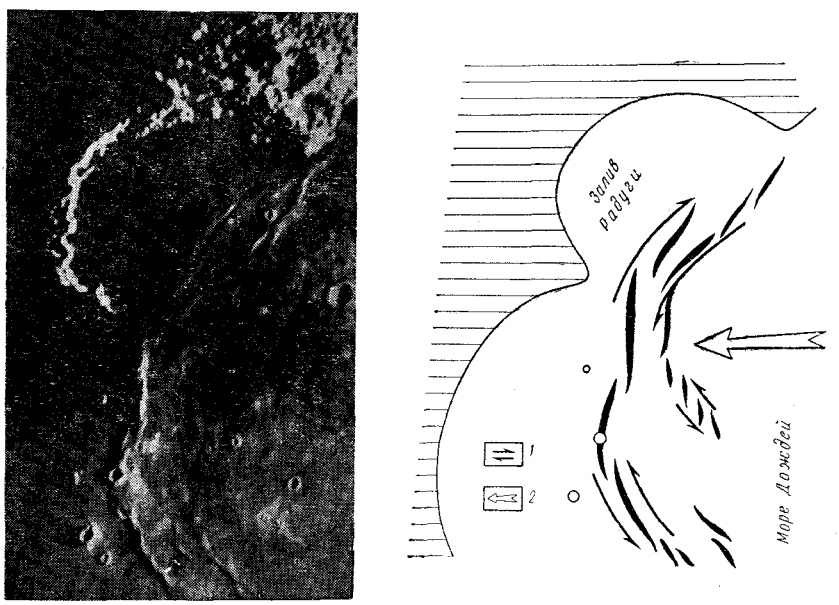


Рис. 4. Ориентировка векторов тангенциальных напряжений литосферы Луны для северо-западной части моря Дождей на основе анализа кулисообразно ориентированных складок (нервюр) лавовых покровов [14]

1 — ориентировка динамопар, генерирующих складки волочения; *2* — главный вектор горизонтального движения масс лавовых покровов

а также возведения инженерных сооружений на, внутри и под ледяными покровами. В частности, по периферии ледяных полей, обычно наиболее подверженных воздействию пар тангенциальных сил, можно всегда обнаружить всю гамму рассмотренных нами этапов сдвигообразования и здесь соответствующий раздел ледоведения — криотектоника может оказать существенную помощь геотектонике в излагаемом направлении исследования [5, 12].

Генезис сдвигов в значительной степени зависит от их величины. Так, сдвиги небольших амплитуд (локальные) могут быть, прежде всего, генетически связаны со смятием слоев в складки. Подобные сдвиги обычно имеют косое по отношению к линейным складкам простирание сместителей. При этом если крылья таких сдвигов нарушены системой надвигов, параллельных простиранию складчатости, косые сдвиги нарушают и складки и надвиги [2]. Иногда, как отмечалось, сдвиги наблюдаются также по краям надвиговых чешуй, будучи тесно с ними связаны.

Сдвиги больших амплитуд также генетически связаны с надвигами, поскольку ими, чаще всего, разрешаются сдвиговые напряжения перед фронтом продвигающихся вперед сдвиговых блоков. В этом случае поверхность сместителя сдвига постепенно поворачивается и переходит по простиранию в одну или несколько надвиговых поверхностей. Однако сдвиги больших амплитуд скорее всего имеют принципиально иное происхождение по сравнению с мелкими сдвигами. С одной стороны, крупные сдвиги могут быть предопределены поступательно-вращательными тангенциальными движениями крупных глыб земной коры, вплоть до древних платформ (региональные сдвиги), с другой — тангенциальным поступательным движением масс континентальной коры в масштабе целых материков (глобальные сдвиговые зоны).

Первый (поступательно-вращательный) тип тангенциальных напряжений литосферы образуется в ее более жестких массивах под напором окружающих их более мобильных масс. Вращательные движения возникают потому, что равнодействующая всех векторов тангенциальных стрессов обычно бывает приложена не к центру, а к периферии глыбы, в результате чего на нее начинает действовать динамопара или пара сил. При тенденции к вращению таких жестких массивов по часовой стрелке по их краям возникают левые сдвиги, а при вращении против часовой стрелки — правые. В частности, подобные структурные соотношения могут наблюдаться по окраинам Сибирской платформы, которая по ряду морфометрических и палеомагнитных [7, 12] данных испытала на последних этапах своего развития поворот по часовой стрелке. В этом случае мы встречаемся с одним из наиболее ярких проявлений так называемых вихревых структур [19,20].

Второй тип тангенциальных движений (поступательный) коровых масс в материковых масштабах развивается, вероятно, под воздействием полюсобежных сил, приводящих к процессам тангенциальной ползучести вещества литосферы на протяжении многих десятков миллионов лет в эпохи стационарного положения географических полюсов. В результате этих процессов по периферии материков возникают краевые глобальные сдвиговые зоны, а в центральных областях континентов — диагонально ориентированные сдвиговые зоны того же масштаба (рис. 5). Примером первых являются зоны правых сдвигов по западному побережью Азии, а вторых — зона северо-западных правых сдвигов Средней Азии и Восточного Казахстана и зона северо-восточных левых сдвигов Забайкалья и Северного Китая [10, 12].

Указанное явление тангенциального смещения оплывания в сторону экватора твердых коровых масс подвижных поясов и молодых платформ крупных материков может быть охарактеризовано термином геофлюкция, а структурные результаты такого процесса — термином геофлюкт [13]. Наиболее типичным примером проявления геофлюкции

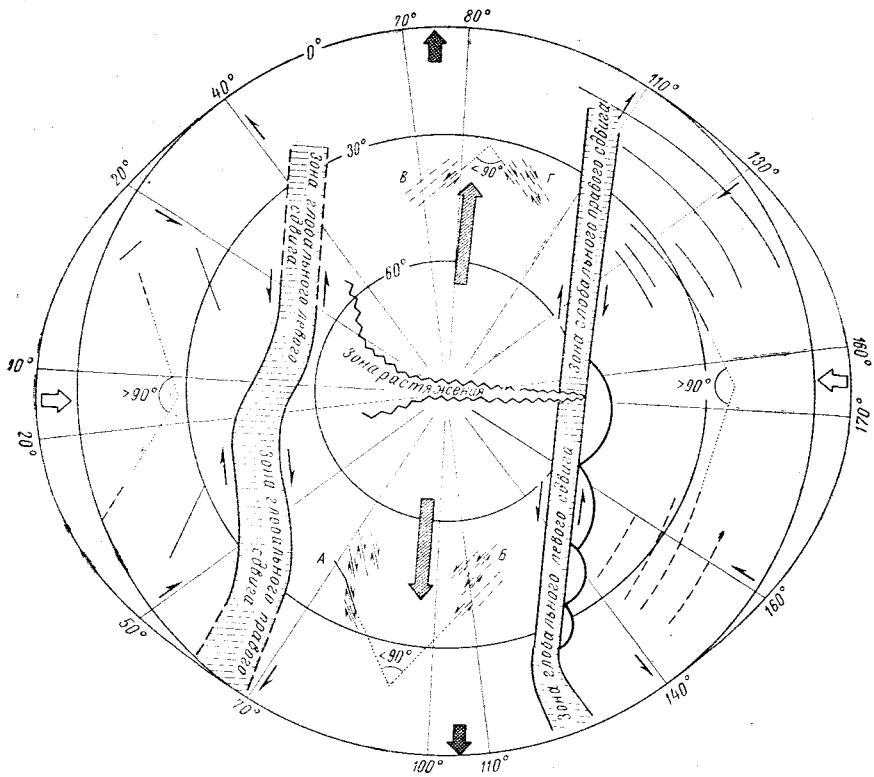


Рис. 5. Схема соотношения глобальных сдвиговых зон континентальной коры северного полушария. *А* — система правых глобальных сдвигов Казахстана и Средней Азии; *Б* — система левых глобальных сдвигов Забайкалья и Северного Китая; *В* — система предполагаемых левых сдвигов Аппалачей; *Г* — система предполагаемых правых сдвигов складчатых систем Вичита [12]

является азиатский геофлюкт (точнее, эпейрофлюкт) с осевой линией, проходящей через Центральный Таймыр, Иркутский амфитеатр и долину реки Меког, в сторону петлевидной островной дуги. В теле Азиатского материка относительно упомянутой линии наблюдается закономерное (елочное) распределение разломов северо-западной и северо-восточной ориентировки, являющейся, соответственно, в большинстве случаев правыми и левыми сдвигами. Это соотношение разломов, вместе с языковидной чешуей континентальной коры, намечающейся по глубокофокусным землетрясениям в Индонезийском архипелаге, у южного конца упомянутой осевой линии и образует структуру азиатского геофлюкта. Аналогичное явление в несколько менее выраженной степени свойственно также и Североамериканскому континенту [10, 12].

Несколько особняком стоят глобальные сдвиги и глобальные сдвиговые зоны на океанической коре, недавно установленные американскими исследователями. Сюда относятся сдвиги срединноокеанических подводных хребтов, а также сдвиги вдоль гигантских разломов дна

восточной части Тихого океана — Мендосино, Пайонир, Меррей и др. Так амплитуда левого сдвига вдоль разлома Мендосино достигает 1200 *км*, а суммарная амплитуда целой серии субширотных левых сдвигов, рассекающих между 2° ю. ш. и 15° с. ш. осевую часть подводного Срединно-Атлантического хребта, составляет даже 3500 *км* [31]. К сожалению, природа столь грандиозных сдвиговых смещений блоков океанической коры пока не ясна, однако по аналогии с данными криотектоники [5] имеются некоторые основания полагать, что эти смещения также в значительной степени предопределены одной из производных ротационных сил Земли [12]. В связи с этим необходимо вспомнить указания А. Л. Яншина [35] о том, что «вдоль многих глубинных разломов достоверно установлены сдвиговые смещения блоков земной коры, обычно развивающиеся длительно в одинаковом направлении. Суммарная амплитуда смещения по таким сдвигам в некоторых случаях измеряется десятками километров. Во фронтальных частях сдвигающихся блоков нередко развиваются смещения по поверхностям, близким к горизонтальным, пологие надвиги и шарьяжи. Тангенциальные напряжения и движения в земной коре, которые многими отрицаются, на самом деле являются реальностью. Вероятно, они возникают в конечном счете как механическая реакция земной коры на вращение Земли и положение оси вращения. Эти тангенциальные напряжения и движения свойственны земной коре как в пределах материков, так и в пределах океанов». Таким образом, согласно представлениям А. Л. Яншина, одним из основных источников тангенциальных напряжений литосферы могут быть ротационные силы Земли, а значит, и их производные типа полюсобежных сил. Далее крупные сдвиги непосредственно связываются с глубинными разломами, исключительная роль которых в развитии литосферы сейчас, кажется, никем больше не отрицается.

Планетарная трещиноватость не только тесно связана с проблемой глубинных разломов, но также генетически предопределена тангенциальными стрессами ротационных сил Земли [9—12, 16]. Планетарной трещиноватостью следует называть такого рода диаклазы литосферы, которые образуют на поверхности Земли сетку, закономерно ориентированную относительно оси вращения нашей планеты и, следовательно, обладающую глобальным масштабом распространения. Трещины, образующие правильную геометрическую сеть планетарной трещиноватости, называют линеаментами. Изучением проблемы линеаментов и планетарной трещиноватости занимались В. Гоббс, Р. Зондер, Г. Клоос, Ф. Венинг Мейнец и ряд других исследователей [3, 6, 8—12, 16, 23, 27, 33, 34]. Особое практическое значение она начала приобретать с тех пор, когда после появления работ Р. Зондера ее стали связывать с проблемой так называемых глубинных разломов, зарождение и развитие которых по представлениям многих авторов происходило на структурной основе сети планетарной трещиноватости или линеаментов.

На основании общего визуального анализа пространственного распределения геоструктурных проявлений планетарной трещиноватости [6, 8, 9], а также по данным статистического анализа методом построения диаграмм-роз по десяткам тысяч замеров линеаментов [11, 12, 16] нами показано, что среди кажущегося хаоса ориентировки линеаментов статистически четко выделяются шесть главных систем, определяемых на розах-диаграммах следующими средними значениями азимутов: 270° (90°), 305°, 325°, 360° (0°), 35° и 55°. Нетрудно заметить, что системы 305° и 55°, а также 325° и 35° попарно симметричны относительно меридиана и, поскольку меридианы являются проекциями оси вращения Земли на ее поверхность, то, следовательно, эти системы симметричны

и относительно оси вращения. Тем самым указанные системы, диагональные относительно градусной сети, ставятся в причинную зависимость от упомянутой оси, а значит и от глобальных ротационных сил. Углы между двумя парами систем планетарной трещиноватости составляют 70 и 110°, т. е. меньше и больше 90°. Автор видит в них аналогию с характером изменения углов между трещинами скалывания, возникающими перед разрушением на поверхности твердых образцов и также имеющими значения меньше 90° при сжатии и больше 90° при растяжении [2, 4 и др.].

Возможность такой аналогии обосновывается установленными в настоящее время неоднократными в течение года скачкообразными изменениями скорости вращения Земли, порождающими в литосфере меридионально направленные тангенциальные напряжения сжатия при убыстрении скорости вращения и такие же напряжения растяжения при уменьшении этой скорости. Эти напряжения возникают в результате стремления планеты к сплющиванию у полюсов при более быстром ее вращении и возвращению к прежней форме при вращении более медленном. За счет того же процесса, очевидно, возникают и ортогональные относительно градусной сети системы планетарной трещиноватости 270° (90°) и 360° (0°).

Конечно, каждое из скачкообразных изменений угловой скорости Земли само по себе не в состоянии привести к заметным деструктивным результатам, но указанные напряжения, повторяясь сотни миллионов раз на протяжении эпох стабильного положения географических полюсов, приводили в конечном счете к явлениям усталости в пределах каменных толщ литосферы и ее соответствующему растрескиванию. По мнению автора [9, 11, 12, 16], только так и могли возникнуть те системы линеаментов, которые мы наблюдаем ныне наиболее отчетливо выраженными в кайнозойском рельефе Земли.

Предпринятый недавно статистический анализ ориентировки медианных линий срединноокеанических хребтов и плановой конфигурации их рифтовых долин обнаружил существование вышеперечисленных систем планетарной трещиноватости и на океанической коре [17]. Тем самым эти системы полностью обретают глобальный характер и их ротационное происхождение следует, очевидно, в настоящее время считать доказанным.

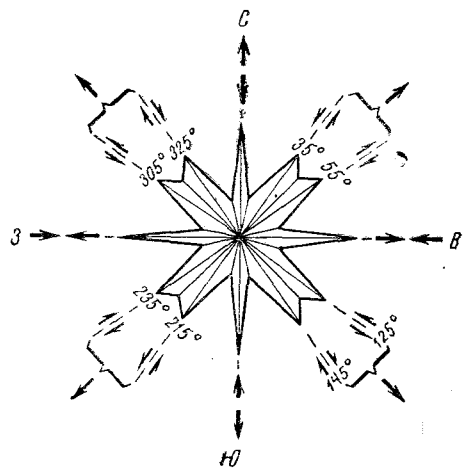


Рис. 6. Сводная идеализированная роза-диаграмма планетарной трещиноватости, отражающая основные закономерности региональных роз-диаграмм [11, 12, 16], главные системы сети планетарной трещиноватости и ориентировку векторов их касательных напряжений

Из сказанного наибольший интерес представляет анализ характера векторной направленности касательных напряжений в стенках трещин, соответствующих диагонально ориентированным относительно градусной сети общепланетарным системам. На рис. 6 видно, что системы с азимутами 305 и 35° соответствуют ориентировке пар сил при левом сдвиге, а системы азимутов 325 и 55° — при правом. Посмотрим,

насколько приведенное правило удовлетворяет пространственной ориентировке известных глобальных сдвигов.

Наиболее протяженный и с наибольшей амплитудой смещения правый сдвиг Сан-Андреас обладает средним азимутом смещения 320° и хорошо удовлетворяет вышеприведенному правилу. То же самое надо сказать и в отношении правого сдвига Фэруэтер с тем же азимутом простирания, левого сдвига Грейт-Глен с азимутом 35°, правого Новозеландского с азимутом 55°, Тяньшань-Куеньлунского и Памиро-Каракорумского правых сдвигов с азимутами 320—330° и т. п. [12, 21, 23,24, 26]. Поскольку этот перечень можно значительно продолжить, то вряд ли здесь можно говорить о случайном совпадении. Скорее наоборот, учитывая глобальную значимость упомянутых сдвигов, мы встречаемся на данном примере с достаточно очевидным проявлением общепланетарных сил, к которым ротационные силы безусловно относятся. Ведь кроме разительного совпадения азимутальной ориентировки сместителей и направленности смещения крыльев этих сдвигов, следует подчеркнуть, что для них исследователи указывают и на меридиональную ориентировку напряжений, породивших данные сдвиги [21, 23, 26]. А это также хорошо соответствует развиваемой нами гипотезе. Следовательно, имеется достаточно оснований говорить о том, что источником напряжений, порождающих глобальные сдвиги, скорее всего действием являются ротационные силы планеты. Настала пора, когда объективному исследованию значения ротационных сил в формировании геоструктурных форм литосферы надо уделить самое серьезное внимание [30]. В обилии возникающих таким образом вопросов и проблем соотношение глобальных сдвигов и сети планетарной трещиноватости несомненно относится к разряду главнейших. Привлечение к ней внимания исследователей — одна из основных целей данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгирей Г. Д. Структурная геология. Изд. МГУ, 1966.
2. Белоусов В. В. Структурная геология. Изд. МГУ, 1961.
3. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, 1962.
4. Биллингс М. П. Структурная геология. ИЛ, 1949.
5. Волков Н. А., Воронов П. С. Исследования криотектоники морского льда для целей гляциологии и геологии. В сб. «Проблемы Арктики и Антарктики», вып. 27. Гидрометеоиздат, 1967.
6. Воронов П. С. Симметричная секториальность распределения главных форм макрорельефа Арктики и Антарктики в связи с глыбовой неотектоникой Земли. Инф. бюлл. Инст. геол. Арктики, вып. 16, 1959.
7. Воронов П. С. Тангенциальные напряжения и региональные сдвиговые деформации земной коры на севере Средней Сибири. Информ. бюлл. Инст. геол. Арктики, вып. 17, 1959.
8. Воронов П. С. О зависимости морфоструктурного плана Арктики и Антарктики от ротационных сил Земли. Географический сб., т. XV, 1962.
9. Воронов П. С. О ротационных тангенциальных напряжениях литосферы Земли (на примере морфоструктурных закономерностей Арктики и Антарктики). Информ. сб. Инст. геол. Арктики, вып. 28, 1962.
10. Воронов П. С. О проблеме структуры Арктического бассейна и о глобальных сдвиговых зонах Земли. В сб. «Проблемы Арктики и Антарктики», вып. 18. Гидрометеоиздат, 1964.
11. Воронов П. С. Общие закономерности ротационных региональных диаклаз Арктики и Антарктики. Учен. зап. Инст. геол. Арктики. «Региональн. геология», вып. 4, 1964.
12. Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Наука, 1968.
13. Воронов П. С. О глобальных формах горизонтально направленного тектонического течения масс литосферы — геофлюкции. Тезисы VI совещания по проблемам планетологии. Изд. ГО СССР, 1968.

14. Воронов П. С. О векторной направленности тангенциальных напряжений литосферы Луны. Тезисы VI совещания по проблемам планетологии. Изд. ГО СССР, 1968.

15. Воронов П. С., Эрлих Э. Н. О сдвиговых деформациях в северо-восточной части Сибирской платформы. Информ. сб. Инст. геол. Арктики, вып. 28, Л., 1962.

16. Воронов П. С., Полканова В. Б. О проблеме основной делимости земной коры сетью планетарной трещиноватости. Тезисы V совещания по проблемам планетологии. Изд. ГО СССР, 1965.

17. Воронов П. С., Незаметдинова С. С. Опыт исследования линеаментов рифтогенеза на океанической коре. Тезисы VI совещания по проблемам планетологии. Изд. ГО СССР, 1968.

18. Кудрявцев Н. А., Воронов П. С., Дерпгольц В. Ф. Некоторые аспекты проницаемости континентальной коры для флюидов мантии. Тезисы V совещания по проблемам планетологии. Изд. ГО СССР, 1963.

19. Ли Сы-Гуан. Геология Китая. ИЛ, 1952.

20. Ли Сы-Гуан. Вихревые структуры и другие проблемы, относящиеся к сочетанию геотектонических систем северо-западного Китая. Госгеолтехиздат, 1958.

21. Лукьянов А. В. Структурные проявления горизонтальных движений земной коры. Наука, 1965.

22. Михайлов А. Е. Основы структурной геологии и геологического картирования. Недра, 1967.

23. Муди Дж. Д., Хилл М. Дж. Сдвиговая тектоника. В кн. «Вопросы современной зарубежной тектоники». ИЛ, 1960.

24. Пейве А. В. (Ред.). Разломы и горизонтальные движения земной коры. Тр. Геол. инст. АН СССР, вып. 80, 1963.

25. Пейве А. В. Разломы и тектонические движения. «Геотектоника» № 5, 1967.

26. Ситтер Де Л. У. Структурная геология. ИЛ, 1960.

27. Стовас М. В. О роли неравномерности вращения Земли в образовании планетарных глубинных разломов земной коры. Географический сб. т. XV, 1962.

28. Тетяев М. М. Основы геотектоники. Госгеолиздат, 1941.

29. Усов М. А. Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.

30. Хаин В. Е. Общая геотектоника. Недра, 1964.

31. Хизен Б. К. Ложе океанов. В. кн. «Дрейф континентов. Горизонтальные движения земной коры». «Мир», 1966.

32. Хиллс Е. Очерки структурной геологии. ИЛ, 1954.

33. Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры и ее проблемы. Изд-во АН УССР, 1963.

34. Шульц С. С. О разных масштабах планетарной трещиноватости. «Геотектоника» № 2, 1966.

35. Яншин А. Л. Тектоническое строение Евразии. «Геотектоника» № 5, 1965.