

УДК 550.34

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПОРОД – ОДНА ИЗ ПРИЧИН НАКОПЛЕНИЯ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В НЕДРАХ ЗЕМЛИ

Великанов А.Е.

Институт геофизических исследований, Курчатов, Казахстан

Для объяснения причин появления тектонических разломов, возникновения землетрясений и горообразования предлагается ещё один механизм накопления сейсмоструктурных напряжений в земной коре и верхней мантии. Этот механизм основан на многократной кристаллизации и перекристаллизации пород и минералов на глубине, вызываемых периодическим гравитационным смещением вышележащих локализованных избыточных масс при периодических лунно-солнечно-земных приливных взаимодействиях.

В подавляющем большинстве случаев причиной горообразования и землетрясений являются вертикальные смещения блоков пород в земной коре и верхней мантии, которые происходят во время сброса накопившихся упругих напряжений в породах при переходе их предела прочности и превышении силы трения между породами по образовавшимся или ранее имевшимся трещинам и разломам. Магматизм и вулканизм – это процессы, которые уже сопровождают горообразование с нагреванием и плавлением пород при их перекристаллизации и трении в локальных зонах активных тектонических подвижек на глубине и в приповерхностных условиях.

В геологии давно является аксиомой представление, что образование гор происходит на месте бывших, часто вытянутых впадин, заполненных мощной толщей уплотнённых осадков. Многие исследователи, такие как Вернадский В.И., Коржинский Д.С., Рязанов И.А., Белоусов В.В., Мауленов А.М., Белов Н.В., Лебедев В.И., Синицин В.М. и др. прямо указывают причину горообразования - увеличение объёма пород на глубине, вызванное их разуплотнением, чаще всего по причине глубинного метаморфизма. Некоторые из них к процессам глубинного метаморфизма относят раскристаллизацию осадочных пород, перекристаллизацию уже раскристаллизованных метаморфических пород, гранитизацию [1 - 3]. Ближе всех к объяснению глубинных процессов кристаллизации и перекристаллизации осадочных пород с обломочной структурой, при которых происходит рост кристаллов с увеличением объёма пород и уменьшением плотности вещества, подошёл Дуничев В.М. [4], хотя сам он не признаёт рост гор по причине преобладающего действия гравитационных сил тяжести Земли. Дуничев В.М. считает, что при кристаллизации осадочных пород и их последующей перекристаллизации, а также при гранитизации происходит высвобождение энергии, т.е. выделяется тепло, а также удаляются оксиды железа, магния, кальция и алюминия.

Можно недоумевать: какое разуплотнение? - ведь с глубиной под действием давления породы должны уплотняться с уменьшением объёма и поглощением энергии. Действительно, например,

кварц SiO_2 с возрастанием давления на глубинах до 100 км переходит в более плотные модификации - коэсит, затем в стишовит. Сложные минералы с увеличением давления разлагаются на более простые. Но процесс перемещения вещества на большие глубины по мере накопления вышележащих осадков и его уплотнение является очень длительным и медленным, происходящим многие десятки и сотни лет. А разуплотнение и увеличение объёма вещества при периодической кристаллизации и перекристаллизации пород в геодинамических активных зонах может происходить каждые сутки, месяцы и годы.

Итак, возникновение и накопление сейсмоструктурных напряжений в недрах Земли, ведущее к горообразованию и землетрясениям, вызвано глубинными метаморфическими процессами, которые связаны с кристаллизацией и перекристаллизацией пород. Огромные плотные массы осадочных пород с обломочной структурой, скопившиеся в глубоких впадинах, под действием внешних сил приливного гравитационного взаимодействия растягиваются по вертикали и подвергаются многократной кристаллизации и перекристаллизации. При кристаллизации и перекристаллизации происходит разуплотнение пород и рост их объёма. Возникающие в породах поры и пустоты по трещинам заполняются перенасыщенными растворами (флюидами). В них начинается рост кристаллов и возникает *кристаллизационное давление*. «...При кристаллизации выделяется избыточная энергия в виде скрытой теплоты. Часть этой теплоты может превращаться в механическую работу; например, растущий кристалл может поднимать положенный на него груз, развивая кристаллизационное давление порядка десятков кг/см^2 . В частности, кристаллы солей, образующиеся в порах бетонных плотин в морской воде, могут вызывать разрушение бетона... В перенасыщенных средах может происходить спонтанная кристаллизация, когда почти мгновенно возникает множество мелких кристалликов-зародышей...» [5]. «...В случае больших перенасыщений среды кристаллизационное давление велико и может проявляться в возникновении заметных усилий, которые растущий кристалл оказывает на препятствие, ограничивающее его рост; в резуль-

тате кристалл отодвигает это препятствие. Такими препятствиями могут служить другие (соседние) кристаллы той же твердой фазы при значительной их разориентировке... Если кристаллы ориентированы одинаково, то кристаллы срстаются... Ограничение подвижности возникающих кристалликов может определяться не только наличием замкнутого объема, но и первоначально возникшей пространственной сеткой. Тогда частицы получают возможность расти друг другу навстречу, зазор между ними постепенно уменьшается и достигаются условия, при которых становится уже достаточно вероятным перекидывание мостика-зародыша. Но в таком случае кристаллизационное давление должно привести к появлению упругих напряжений в растущих кристалликах и в тех участках ранее сформированного скелета, на которые опираются эти растущие кристаллики...» [6].

Изменяющиеся породы начинают давить во все стороны, что приводит к росту упругого напряжения в них, а затем и к их постепенному или скачкообразному выпиранию наверх, начиная с самых глубоких горизонтов. Увеличивающиеся в объеме породы с ростом выпирающего напряжения приподнимают вышележащие осадочные породы. Так начинается орогенный процесс и, в конце концов, бывшие впадины превращаются в огромные горные массивы и горные хребты. При этом края впадин ещё сохраняются в виде так называемых «предгорных краевых прогибов». На поверхности в центральной части таких хребтов преобладают вертикальные подвижки блоков пород, а по бортам поднявшиеся блоки за счёт сил гравитации наклоняются и заваливаются в сторону предгорных и межгорных впадин, часто возникают надвиговые структуры.

В тех же местах на ещё больших глубинах под впадинами с плотными осадками и под образовавшимися горными массивами с увеличенным объемом горной массы также происходит *перекристаллизация пород кристаллического фундамента земной коры и верхней мантии*. Перекристаллизация пород в земной коре и верхней мантии также вызывается преимущественно повышенной амплитудой приливных гравитационных (от Солнца и Луны) смещений вышележащих локализованных избыточных масс в виде неоднородностей геологической среды с повышенной плотностью или увеличенным объемом. Эти весомые неоднородности, с большей приливной силой притягиваясь к небесным телам, периодически растягивают нижележащую геологическую среду земной коры и верхней мантии. Тем самым они способствуют образованию и раскрытию в породах новых трещин, пустот и пор, которые тут же заполняются флюидами, вновь образованными минералами и веществом растущих кристаллов. Глубинный процесс периодической перекристаллизации в низах земной коры и в верхней мантии, вызываемый периодическим гравитационным смеще-

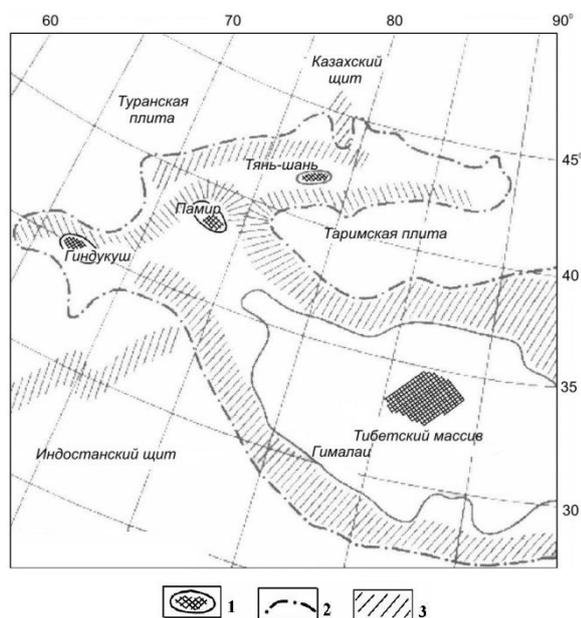
нием вышележащих избыточных масс, также носит экзотермический характер, сопровождается разуплотнением пород и увеличением их объема с последующим возникновением выпирающего напряжения и вертикальных подвижек. Таким образом, и в этом случае породы разуплотняются и увеличиваются в объеме, что ведёт к накоплению сейсмотектонических напряжений в недрах Земли и последующему горообразованию на дневной поверхности. Экзотермический характер процесса кристаллизации и перекристаллизации пород в мощных геодинамических зонах с постоянным периодическим подогреванием, в конце концов, приводит к такому нагреванию геологической среды, что она приближается к состоянию расплавления. В низах земной коры и в верхней мантии образуются локализованные объёмы разогретого подземного пространства геологической среды, называемые многими исследователями астенолитами или горячими плюмами. И, как только возникают условия быстрого падения давления из-за образующихся трещин и разломов, геологическая среда в данном локализованном месте переходит в расплавленное состояние – магму, что ведёт к магматизму и вулканизму уже в верхней части земной коры.

Последствиями глубинной перекристаллизации пород под локальными впадинами с плотными терригенными осадками могут быть многие землетрясения со взбросовой составляющей подвижек в очаге типа Баканаского 25.09.1979 с магнитудой 5,9 и Кызылкумского 7.02.2009 с магнитудой 4,9 в Казахстане на глубинах 40 и 10 км, соответственно. Размеры Баканаской впадины 80×120 км с глубиной до 2 км. Размеры Северокызылкумской впадины 130×150 км с глубиной до 1,8 км.

Последствиями глубинной перекристаллизации пород *под горными массивами с увеличенным объемом горной массы* являются землетрясения со взбросовым типом механизма очага, происходящие как в земной коре, так и в пределах верхней мантии на глубинах от первых до первых десятков и первых сотен километров. Такие землетрясения характерны для многих горных массивов как небольших, так и громадных, слагающих часто горные цепи. К ним могут быть отнесены горные поднятия в Центральном Казахстане и горные цепи Тянь-Шаня. Особенно сильно такой процесс могут характеризовать довольно частые глубокофокусные землетрясения, происходящие на глубинах до 200 - 300 км в пределах высокогорной области Памира и Гиндукуша.

Факт обширного разуплотнения пород под горными массивами может быть подтвержден двумя гигантскими региональными отрицательными гравитационными аномалиями в центральной части Евразийского континента. Первая из них, широко известная под названием Центрально-Казахстанский гравитационный минимум (ЦКГМ), расположена в центральной части Казахского щита (куда входят

горные массивы с отметками до 1000 - 1200 м над уровнем моря), вторая – Центрально-Азиатский гравитационный минимум (ЦАГМ) - в пределах области Высокой Азии, куда входят горные системы Тянь-Шаня, Тибета, Гималаев и Памира (рисунок 1). Интерпретация Центрально-Казахстанского и Центрально-Азиатского гравитационных минимумов позволила выделить региональные разуплотненные объекты в верхней мантии, пространственно совпадающие с зонами пониженных скоростей, низких электрических сопротивлений и повышенных тепловых параметров, геологическая природа которых увязывается с наличием глубинных мантийных астенолитов. Размеры и интенсивность отрицательной гравитационной аномалии области Высокой Азии намного превышают таковые Центрально-Казахстанского гравитационного минимума [7].



1 – локальные минимумы силы тяжести; 2 – контуры Центрально-Азиатского минимума силы тяжести; 3 – зоны высоких горизонтальных градиентов гравитационного поля

Рисунок 1. Схема регионального гравитационного поля Высокой Азии (по Юдахину Ф.Н. 2002 [7])

С геологической точки зрения можно охарактеризовать основные метаморфические процессы, происходящие с осадочными породами на большой глубине по мере их длительного накопления и уплотнения. Осадочные породы обломочной структуры начинают кристаллизоваться и превращаться в метаморфические породы, а затем в полнокристаллические, напоминающие по структуре магматические породы. Следует отметить, что истинно магматические породы образуются при остывании локализованных магматических расплавов. Часто процессу кристаллизации осадочных пород предшествует начальная стадия раскристаллизации, выраженная в появлении первых кристаллов в порфирировых выделениях. Этот процесс уместно назвать *порфиризацией*

ей. Такие породы по своей структуре похожи на эффузивные. Континентальные осадки или терригенные отложения, представленные преимущественно песчаниками, алевропесчаниками, алевролитами, после динамометаморфизма через сланцы, гнейсы и другие разновидности метаморфических пород превращаются чаще в гранитоидные породы - гранитогнейсы, граниты, гранодиориты, образуя гранитный слой. Этот процесс уместно назвать *гранитизацией*. Перекристаллизация пород на большой глубине, ведущая к гранитизации, сопровождается ионной диффузией металлов в кристаллах, когда ионы металлов перемещаются сначала к краям кристаллических решеток, а затем выходят из них в растворы восходящих флюидов в виде оксидов преимущественно Fe, Mg и Ca, а также Al. При гранитизации породы увеличиваются в объеме и разуплотняются. В гравитационном поле они отмечаются отрицательными гравитационными аномалиями.

Озёрные и морские осадки (преимущественно снесённые мелкообломочные терригенные и глинистые, а также органогенные) по мере накопления уплотняются и превращаются в песчаники, алевролиты, аргиллиты, мергели, доломиты и известняки. Постепенно, оказавшись на большой глубине в земной коре, они также подвергаются порфиризации, кристаллизации. Часть из них превращается в мрамор, кальцифир. Богатые кремнезёмом осадочные породы при кристаллизации превращаются в кварциты. Подавляющая часть морских осадочных пород при кристаллизации и перекристаллизации с привнесением оксидов железа, магния, а также кальция и алюминия из восходящих флюидов с мантийных глубин превращаются в базальтоидные породы (андезиты, андезитобазальты, базальты). Этот процесс уместно назвать *базификацией*. Оказавшись на ещё больших глубинах, базальтоидные породы перекристаллизовываются и превращаются в более крупнокристаллические габброидориты, габбро и габброперидотиты. Все эти метаморфические процессы ведут к увеличению объёма пород и их последующему выпиранию наверх. При базификации породы, увеличиваясь в объёме, практически не разуплотняются за счёт привноса в их состав железа, магния, кальция, алюминия и других элементов. В гравитационном поле они часто отмечаются положительными аномалиями силы тяжести. Процесс базификации морских осадков в основании осадочной толщи наблюдается практически во всех крупных впадинах (Прикаспийской, Тургайской и др.). По вертикальному геологическому разрезу через Прикаспийскую впадину (рисунок 2) видно, как с глубиной осадочные терригенные отложения меняются (через порфиризацию) сначала на эффузивно-терригенные, затем на базальтоиды. С привнесением оксидов железа, магния в базальтоидах образуются ферромагнитные минералы, которые под действием магнитного поля Земли намагничиваются.

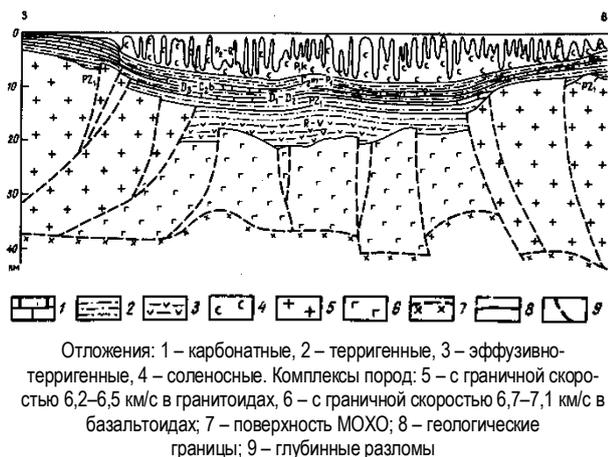
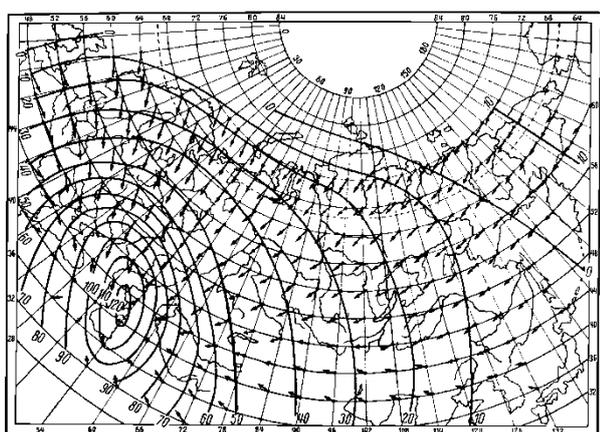


Рисунок 2. Геологический профиль через Прикаспийскую впадину (по Б. А. Соловьёву [8])

Общая намагниченность геологической среды района Прикаспийской впадины, а также всей впадины Каспийского моря, где происходят те же процессы, увеличивается (рисунок 3) - изопоры вертикальной составляющей вековой вариации магнитного поля Земли в районе Каспийского моря имеют наибольшие значения [9]. Такая динамика изменения магнитного поля в районе Каспия, свидетельствует о том, что в настоящее время процессы кристаллизации и перекристаллизации осадочных пород на глубине идут, что ведёт к увеличению их объёма и приподниманию вышележащих осадочных толщ. Этими процессами можно объяснить подъём уровня воды Каспийского моря в последнее время почти на 2 м - приподнимание осадочных толщ поднимает и ложе Каспийского моря.



Стрелки указывают величину и направление горизонтальной составляющей вектора вековой вариации магнитного поля

Рисунок 3. Изопоры вертикальной составляющей магнитного поля Земли (в гаммах) на территории СССР эпохи 1932,5 г. (по Б.Н. Яновскому [9])

Процессы метаморфизма с перекристаллизацией пород проходят повсеместно на больших региональных площадях, где действуют лунно-солнечные приливные силы. Следовательно, повсеместно при

периодической перекристаллизации породы в недрах Земли в какой-то мере находятся в напряжённом состоянии. Разрядка такого напряжённого состояния, по всей видимости, должна осуществляться в виде медленных восходящих подвижек всех частей региональных тектонических блоков в пределах всей тектоносферы от нижней границы верхней мантии до поверхности Земли. Это и есть *общий механизм прирастания недр Земли по объёму и массе* с учётом поступающих извне большого количества солнечной энергии, космического излучения и менее значительной массы космической пыли и метеоритного вещества. При самых грубых расчётах повсеместно на региональных площадях средняя величина приращения геологической среды по вертикали (или величина увеличения радиуса Земли) должна составить около 0,001 см в год (или 1 км за 100 млн. лет). *Расчёт приращения радиуса Земли с течением времени* опирается на явление постепенного удаления планет от Солнца [10, 11] с примерной скоростью в 5 - 10 см в год и на две эмпирически установленные зависимости: зависимость периодов вращения небесных тел вокруг своей оси от их размеров и зависимость орбитальной скорости планет от расстояния до центра Солнечной системы [12, 13]. Похожие значения увеличения мощности осадочных толщ с течением времени в больших морских и океанических впадинах, где подавляющую силу приливного взаимодействия забирает гидросфера, приводятся в трёхтомнике английского геолога Ч. Лайель (1797 - 1875) «Основы геологии», в котором показано, что 5 км слоистых толщ накапливаются на дне морей за 500 млн. лет [14].

В геодинамических активных зонах, включающих неоднородности геологической среды с повышенной плотностью под впадинами с плотными осадками или увеличенным объёмом пород под образовавшимися горными массивами, средняя величина вертикальных приращений при сеймотектонических подвижках, вызванных глубинной перекристаллизацией пород с увеличением их объёма, может варьировать от первых сантиметров до первых десятков сантиметров в год. Правда, для горных областей это приращение серьёзно уменьшается одновременным процессом их разрушения и суммарный эффект приращения остаётся только в пределах первых сантиметров.

Периодичность многократной кристаллизации и перекристаллизации пород на глубине в недрах Земли может быть суточной, месячной, годовой. *Суточная перекристаллизация* связана с приливными действиями Луны на поверхность и недра Земли, когда они приподнимаются в приливном горбу и немного оттягиваются от ядерной части Земли. Общая амплитуда подъёма твёрдой геосферы в приливном горбу у поверхности Земли не превышает 0,5 м [15, 16]. В геодинамических активных зонах в местах нахождения локализованных избыточных масс, связанных

с неоднородностями геологической среды с повышенной плотностью или увеличенным объёмом, амплитуда приподнимания частей твёрдой геосферы может быть гораздо больше (до первых метров). При этом создаются условия для возникновения дополнительных расширяющихся пространств внутри блоков пород, которые тут же заполняются поступающими из глубин флюидами и растущими кристаллами. Блоки пород увеличиваются в объёме, а плотность пород в них уменьшается. Затем после ослабления гравитационного приливного воздействия Луны блоки пород сжимаются, выдавливая вверх из созданных пространств флюиды. Но до первоначального состояния они сжаться не могут, так как часть пространства уже заполнена растущими кристаллами пород. Возникают напряжения давления (или выталкивания) на вышележащие породы. При повторении этого процесса со следующими лунными приливами напряжения выталкивания накапливаются и при переходе предела прочности происходит выпирание отдельных блоков пород и рост гор. Поэтому процесс периодической перекристаллизации пород на глубине является *сутью орогенного процесса*. Суточная перекристаллизация происходит два раза в сутки с ощутимым действием в течение примерно шести часов (в соответствии со временем прилива). *Месячная перекристаллизация* связана с периодическими местонахождениями Луны на дневном небосклоне, когда возрастает суммарная гравитационная притягивающая сила взаимодействия Луны и Солнца на недра Земли. При этом происходит тот же процесс оттягивания недр от ядерной части и возникновения дополнительного расширяющегося пространства. Такой период суммарного воздействия гравитации Луны и Солнца длится половину месяца. Нередко, именно в этот период срабатывает *спусковой механизм быстрого сбрасывания скопившихся сейсмотектонических напряжений*, приводящий к землетрясениям вплоть до катастрофических. Такими были катастрофическое Великое Японское землетрясение 11.03.2011 с магнитудой $M_w=9,0$ близ острова Хонсю, где за два дня до основного толчка произошло более слабое землетрясение с магнитудой 7,2 и где в последующие три дня произошло более 30 афтершоков с магнитудой более 6 [17], а также ощутимое Капчагайское землетрясение 01.05.2011 с магнитудой 5,9 близ Алматы.

Период годовой активизации процесса перекристаллизации недр связан с периодом приближения Земли к Солнцу и увеличением его гравитационного воздействия на недра Земли при движении по эллипсоидальной орбите вокруг Солнца. Такой период совпадает с периодом зимы (вернее с началом зимнего сезона) для северного полушария Земли. В этот период усиленного гравитационного воздействия Солнца, локализованные избыточные массы в недрах Земли дополнительно оттягиваются от ядерной части и растягивают геологическую среду, активи-

зируя процесс перекристаллизации пород в земной коре и в верхней мантии, что ведет к дополнительному накоплению в них упругих выпирающих напряжений. Следует отметить, что возникающая сейсмичность возрастает практически сразу с началом приближения Земли к Солнцу. Это можно видеть на диаграмме сезонной сейсмичности, построенной для территории Центральной Азии (рисунок 4).



Рисунок 4. Сезонная сейсмичность на территории Центральной Азии по месяцам года за исторический период по 2009 г.

В расчёт было принято 34 682 землетрясения, произошедшие за период с исторических времен до 2009 г., имеющие даты по месяцам года. Первый всплеск годовой сейсмичности (3 111 землетрясений) после небольшого затишья в июле происходит в августе месяце, когда планета Земля начинает отходить от точки летнего солнцестояния и заметно приближаться к Солнцу. Второй – большой всплеск сейсмичности (3 956 землетрясений), - приходится на октябрь месяц, когда скорость приближения Земли к Солнцу увеличивается и становится максимальной. В последующие зимние месяцы, с уменьшением скорости приближения к Солнцу, сейсмичность Земли уменьшается и выравнивается около средних значений по месяцам года.

Кроме вышеотмеченных периодов, влияющих на перекристаллизацию пород, могут быть и другие, например, 11-летние периоды солнечной активности, вызванные приближением Юпитера к Солнцу, а заодно и к Земле, при его движении по эллипсоидальной орбите. Периоды активизации процессов перекристаллизации пород на глубине, связанные с внешними факторами гравитационного воздействия небесных тел, в значительной степени объясняют, так называемую, *широтную сейсмичность Земли* [18], когда распространение и количество эпицентров землетрясений убывает от экватора к полюсам. Это связано с тем, что вращение небесных тел и их максимальное гравитационное воздействие друг на друга осуществляется в орбитальной плоскости, практически совпадающей с экваториальной плоскостью Земли.

В наше время следует принимать во внимание также техногенные периоды активизации процесса перекристаллизации пород в недрах Земли, приводящие к сейсмотектонической активизации. Они могут

быть связаны с быстрым и заметным уменьшением гравитационного воздействия вышележащих приповерхностных толщ Земли или искусственно созданных избыточных масс на поверхности земли (быстрое откачивание углеводородов в нефтяных пластах, сброс и быстрый расход запасов воды в водохранилищах и др.). Это вызывает уменьшение давления пород на глубине, появление пористости и раскрытие трещин, что активизирует процесс перекристаллизации пород в недрах. Явления заметного уменьшения гравитационного воздействия вышележащих приповерхностных толщ Земли могут быть и природными (например, при быстрой регрессии моря, быстрое таяние ледников).

Выводы

Накопление сейсмоструктурных напряжений в недрах Земли и последующее горообразование обусловлено в значительной степени многократной кристаллизацией и перекристаллизацией пород на глубине в геодинамических активных зонах с локализованной избыточной массой при периодических лунно-солнечно-земных приливных взаимодействиях. Чем контрастнее избыток массы на общем региональном фоне геологической среды, тем сильнее он

подвержен приливным воздействиям. Это ведёт к большему периодическому растягиванию глубинных участков недр в нижних частях земной коры и верхней мантии под избыточной массой, что способствует более активной и масштабной перекристаллизации пород. Породы при этом разогреваются и увеличиваются в объёме с уменьшением их плотности. В блоках изменяющихся пород скапливаются упругие напряжения. Связанные с ними землетрясения были, есть и будут. В одних местах эти процессы с изменением избыточных масс будут усиливаться, в других - ослабевать, но в обозримом периоде времени человеческой жизни и нескольких поколений это не будет заметно. Так Уральские горы стареют, в них процессы разрушения опережают рост гор. Соответственно ослабевает процесс накопления сейсмоструктурных напряжений в недрах Земли, связанный с перекристаллизацией пород. Сила, глубина и масштабы землетрясений будут зависеть от размеров активных геодинамических зон и от геофизических параметров геологической среды, т.е. от размеров локализованных впадин и от плотности осадков в них, а также и от размеров горных массивов с увеличенным объёмом горной массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резанов, И.А. Образование гор / И.А. Резанов.– М. : Наука, 1977. – 176 с.
2. Белоусов, В.В. Тектоносфера Земли: Взаимодействие верхней мантии и коры / В.В. Белоусов.–М. : Междуведомственный геофизический комитет при Президиуме АН СССР, 1991. – 72 с.
3. Мауленов, А.М. Введение в учение о Земле XXI века с новой (научной) минерацией алмазов / А.М. Мауленов . - Алматы: Онер, 2001. –598 с.
4. Дуничев, В.М. Геология XXII века / В.М. Дуничев.– Южно-Сахалинск : Издат. дом "Welcome", 2002. – 162 с.
5. БСЭ / под ред. А.А. Чернова, 1969-1978. [Электронный ресурс] – Кристаллизация. – Режим доступа: <<http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Кристаллизация/>>– загл. с экрана.
6. Шукин, Е.Д. О срастании кристаллов при образовании дисперсных кристаллизационных структур / Е.Д. Шукин, Е.А. Амелина, П.А. Ребиндер //Юридическая библиотека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bookzie.com/book_420_glava_30_SRASTANII_KRISTALLOV_PRI_OBRAZ.html>, свободный– загл. с экрана в названии главы 3.
7. Истекова, С.А. Сопоставление особенностей гравитационного поля Центрального Казахстана и области Высокой Азии / С.А. Истекова // Электронная библиотека Каз. НТУ [Электронный ресурс], 19.06.2007. – Режим доступа:http://e-lib.kazntu.kz/sites...articles/istekova_2007_6.pdf, свободный – загл. с экрана.
8. Соловьев, Б.А. Этапы эволюции и нефтегазоносность осадочного чехла Прикаспийской впадины / Б.А. Соловьев // Геология нефти и газа, 1992. – № 8. – С. 13–18.
9. Яновский, Б.М. Земной магнетизм / Б.М. Яновский. – М.: Гос. изд-во тех.-теорет. лит., 1953. – 592 с.
10. Паршаков, Е.А. Глава 5. Эволюция Солнечной системы / Е.А. Паршаков // Происхождение и развитие Солнечной системы. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.parshakov.com/index.php?Lev=glava5#m1>, свободный – загл. с экрана.
11. Родионов, В.Н. Механическое взаимодействие планет и Солнца / В.Н. Родионов,. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rwpbb.ru/geo/mv2/>– загл. с экрана.
12. Великанов, А.Е. О природе магнитного поля Земли и передвижении магнитных и географических полюсов / А.Е. Великанов // Геофизика XXI столетия: 2005 год. Сборник трудов Седьмых геофизических чтений имени В.В. Федынского (3 – 5 марта 2005 г., Москва). – М.: Научный мир, 2006.– С.459–466.
13. Великанов, А.Е. О природе солнечных пятен или нам ещё предстоит открытие новых планет (протопланет) / А.Е. Великанов // Геофизика XXI столетия: 2006 год: Сб. трудов Восьмых геофизических чтений имени В.В. Федынского (2 – 4 марта 2006 г., Москва). – Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2007. – С. 458–464.
14. Дуничев, В. М. Вымыслы и реалии в естествознании. / В.М. Дуничев //.– 138 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.science.sachalin.ru/Geography/DVM/2003/Index.html– загл. с экрана.
15. Попов, П.И. Астрономия / П.И. Попов, К.Л. Баев, Б.А. Воронцов-Вельяминов, Р.В. Куницкий – М.: Гос. уч.-пед. изд-во наркомпроса РСФСР, 1940. - 572 с.
16. Солнечная система. Земля – Луна //Материалы школы Келдыша (школа 1260) . - [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://schools.keldysh.ru/sch1216/materials/sun_sys_do/moon_3.html, архивный – загл. с экрана.

17. Михайлова, Н.Н., Японское землетрясение 11.03.2011 г. и его афтершоки по записям станций НЯЦ РК / Н.Н. Михайлова, Н.А. Сейнасинов // Вестник НЯЦ РК, 2011. – Вып. 3. – С. 154 – 158.
18. Хачикян, Г.Я. Пространственное распределение максимальных глубин и максимальных магнитуд землетрясений в зависимости от X и H компонент геомагнитного поля / Г.Я. Хачикян, Г.Г. Стихарная, А.П. Стихарный, Н.Ф. Солоницына // Журнал проблем эволюции открытых систем.– Алматы. :Эверо, 2004. – Вып. 6. - Т.2. – С. 90–97.

ШОҒЫРЛАНУДЫҢ БІР СЕБЕБІ – ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ КРИСТАЛДАНУЫ МЕН ҚАЙТА КРИСТАЛДАНУЫ

Великанов А.Е.

Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

Тектоникалық жарылымдар, жерсілкінулер және таужаралымдары пайда болудың себептерін түсіндіру үшін жер қойнауы мен жоғарыдағы мантияда сейсмодектоникалық кернеулері шоғырланудың тағы бір механизмі ұсынылады. Бұл механизм кезеңділік айлық-күндік-жерлік лықсуларда жоғарыдағы шектелген артық массалардың кезеңділік гравитациялық жылжуымен тудырылатын тереңдегі таужыныстар мен минералдардың көп реттік кристалдану мен қайта кристалдануында негізделген.

CRYSTALLIZATION AND RECRYSTALLIZATION OF ROCKS – ONE OF THE REASONS OF SEISMOTECTONIC STRESS ACCUMULATION IN THE EARTH INTERIOR

A.E. Velikanov

Institute of Geophysical Research Kurchatov, Kazakhstan

To explain the causes of the tectonic faults appearance, the occurrence of earthquakes and mountain forming, another mechanism of seismotectonic stresses accumulation in the earth's crust and upper mantle is proposed. This mechanism is based on repeated crystallization and recrystallization of rocks and minerals at depth caused by the periodic gravitational displacement of the overlying localized excess mass at periodic lunar-solar-terrestrial tidal interactions.