8.Дельво Д., Тениссен К., Ван-дер-Мейер Р., Берзин Н.А. Динамика формирования и палеостресс при образовании Чуйско-Курайской депресс Горного Алтая. // Геология и геофизика, 1995.т.36, N10, С.31-51.

9. Панин В.Е., Елсукова Т.Ф., Панин А.В., Кузина О.Ю. и др. Мезоскопические структурные уровни деформации в поверхностных слоях и характер усталостного разрушения поликристаллов при знакопеременном изгибе. // Физтческая мезомеханика, 2004, Т.7, N 2, С.5-17.

10. Гольдин С.В., Кучай О.А. Сейсмотектонические деформации в окрестности сильных землетрясений Алтая. // Физическая мезомеханика, т.11, №1, 2008, с.5-13.

11.Ребецкий Ю.Л. Методы реконструкции тектонических напряжений и сейсмотектонических деформаций на основе современной теории пластичности // Докл. РАН, 1999, т.365, № 3, с.392-395.

СТРОЕНИЕ СРЕДЫ И МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Кучай О.А., Бушенкова Н.А.

ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, KuchayOA@ipgg.nsc.ru, BushenkovaNA@ipgg.nsc.ru

В работе анализируются особенности параметров механизмов очагов землетрясений, произошедших в разных геодинамических условиях. Район исследования включает в себя Тянь-Шань, Таримский массив, Тибет, Памиро-Каракорум, Куньлунь, Алтай, Саяны. Для территории Центральной Азии был создан каталог механизмов очагов коровых землетрясений по материалам [1-9] с M>4.5 (1950-2006гг.), основу которого составили данные Гарвадского центра (CMT catalog).

По геологичеким данным [10] со стороны поднятий Памиро-Карокорума и Западного Куньлуня Таримский массив испытывает косое давление с надвиганием горных массивов и их сдвиговым смещением в северном направлении. По геоморфологическим признакам во внутренних частях Памиро-Каракорумских и Западно-Куньлунских цепей большое значение приобретают правосторонние сдвиги СЗ простирания. Таримский массив смещается на ССВ, пододвигаясь под Тянь-Шань и сдвигаясь относительно его на восток. В полосе контакта Тянь-Шаня и Тарима наблюдаются взбросо-надвиговые (подвиговые) и левосторонние сдвиги. Зона контакта Таримского массива с системой поднятий Восточного Куньлуня-Алтынтага определяется как взбросо-сдвиговая, Алтынтагский левый сдвиг считается северной границей тибетского плато. В движении на восток Тибет опережает Таримский массив. По данным Милановского [11] в западной части Тибета происходит развитие рифтогенных грабенов, входящих в единый парагенез структур сжатия и ориентированных соответственно в направлении сжатия на ССВ. Милановский также подчеркивает, что под южной частью Тибета существует крупный мантийный диапир, что сопровождается развитием субмеридиональных грабенов и растяжением верхних горизонтов коры. Существование Тибетского плюма подтверждается работой [12].

В соответствии с геодинамикой района исследования возникают и очаги сильных землетрясений (M = 4.5-8.0). На Тянь-Шане, в полосе контакта Тарима с Тянь-Шанем, в зоне Дарваз-Каракульского разлома, ограничивающего Памир, в Восточном Куньлуне, в Гималаях землетрясения имеют преимущественно надвиговую и взбросовую подвижку. Одна из двух возможных плоскостей разрыва в очагах этих землетрясенй совпадает с положением разломов. Преимущественный азимут простирания плоскостей меняется в пределах 60-130 градусов. Очаги сдвигового типа зафиксированы южнее Цайдамской впадины (Тибет), в Алтае-Саянском регионе, на Памире, на западе Таримского массива. Землетрясения, со сдвиговой подвижкой реализованные в зонах крупных разломов, как правило, имеют тот же азимут простирания, что и разлом. Но на Тибете в некоторых очагах плоскости характеризуются СВ или СЗ простиранием. Что касается землетрясений сбросового типа, то проявление их на юго-востоке Китая, в Западном и Южном Тибете, а также на Памире вдоль 73 меридиана установлено по многочисленным определениям механизмов очагов. Нодальные плоскости этих землетрясений – субмеридиональны. При сдвиго-сбросовых подвижках в очагах простирание их меняется от СЗ до СВ.

В статье [12] было показано, что очаговые зоны сильных землетрясений располагаются в областях высоких градиентов скорости P-волн, приуроченных к поверхности инверсионного слоя на глубинах 25-35км и к глубоким граничным разломам, отделяющим впадины от горных сооружений, вдоль раздела сред с различными физическими свойствами. Абдрахматовым и др. [13] приводятся данные, что для центральной части Тянь-Шаня при преобладающем сокращении вкрест геологических структур деформации локализовались в зонах, которые ограничивают самые крупные и глубокие третичные впадины, наиболее четко выраженные в рельефе и нарушенные наиболее активными современными разломами. Таким образом, логично вытекает вывод о том, что сильнейшие коровые землетрясения Центральной Азии в большинстве случаев возникают в зонах разломов, ограничивающих впадины, в местах, где краевые части впадин вовлекаются в поднятия (подвиг под горное сооружение-северная граница Тарима) , т.е. в местах локализации наибольших деформаций.

Логично предположить, что в распределении этих деформаций не последнюю роль играют глубинные процессы и сама структура литосферной мантии. Полученные закономерности строения скоростного поля верхней

мантии (использовалась сейсмотомографическая методика на отраженных волнах (PP-P), детально описанная в работах [14,15]) позволили оценить картину распределения мощностей литосферы. Модель построена путем осреднения полученных сейсмических аномалий в верхней части скоростной модели с учетом размывания горизонтальных границ (по результатам проведенного тестирования) и с дальнейшим пересчетом осредненных аномалий Р-скорости в вариации мощности литосферы. Отправными точками при этом послужили территории, где мощность литосферы имеет достаточно надежные оценки [16]. В качестве стандартной мощности континентальной литосферы было выбрано значение в 130 км. Для тех областей, где средняя по глубинам до 250 км аномалия скоростей Р-волн в томографической модели равна нулю, мощность литосферы равняется ее стандартному значению. Таким образом, положительная аномалия скорости маркирует утолщенную литосферу (в нашем случае со значениями до 200-230 км), а отрицательная – более тонкую, где, в соответствии с амплитудой скоростных аномалий, наблюдается сокращение мощности до 80-100 км. Интересные данные получаются и при сопоставлении полученной карты мощности литосферы с распределением сильных коровых очагов землетрясений Центральной Азии, которые концентрируются в местах, где мощность литосферы не превышает 170км.

Ориентация осей тензоров сейсмических моментов (Р и Т) сильных коровых землетрясений (с M> 4.9) такова: от горизонтальных субмеридиональных осей укорочения (Р) – на западе района до СВ – на востоке, что отмечалось в многочисленных публикациях. При более детальном анализе распределения осей удлинения и укорочения наблюдаются следующие особенности. Близгоризонтальные оси укорочения оконтуривают Таримский массив с севера, распределяясь вкрест линии контакта Тарима с Тянь-Шанем, как бы по эпюре напряжений. В большинстве очагов они полого (0-30 градусов) погружаются на юг, также как в Гималаях и на Тянь- Шане. С противоположной стороны Тарима и вдоль южной границы Цайдамской впадины оси укорочения погружаются к северу. Алтае-Саянскую область характеризует веерообразное распределение близгоризонтальных осей укорочение от СЗ на западе до СВ на востоке, условная граница разделяющая области на западную и восточную проходит через эпицентр Алтайского землетрясения 2003г. Оси укорочения западной части Памира (Дарваз-Каракульский разлом) лежат в секторе 100-160 градусов.

Наибольший интерес вызывает распределение близгоризонтальных осей удлинения в центральной части Памира и в Тибете. Субширотное простирание этих осей на Памире, меняется на юго-восточное в Куньлуне в соответствии с геологическими структурами, в южной и центральной частях Тибетского массива оси вновь становится субширотным. Таким образом, эти территории характеризуются условиями близгоризонтального растяжения, сопровождающего сбросовыми подвижками в очагах. Возникновение таких зон в земной коре может быть объяснено с позиций Е.В.Артюшкова[17], полагающего, что в местах с наиболее мощной земной корой должны возникать растягивающие напряжения, обусловленные своеобразным гравитационным «растеканием» земной коры. Заключение делается на том основании, что очаги коровых землетрясений со сбросовыми подвижками сосредоточены в объемах земной коры, обладающими наибольшей мощностью [18].

В районах, где Индийская плита глубоко внедрилась в Азиатский континент возникают глубокофокусные землетрясения до глубин 250км на Памире и Гиндукуше и в районе второго выступа Индийской плиты до глубин 150км. Эти сейсмические события формируют зону которая погружается в Гиндукуше к югу, а вторая зона занимает район, вытянутый с СВ на ЮЗ и сужается с глубиной с западной стороны.

Очаги гиндукушских и землетрясений района хребта Ракхайн происходят в районах с повышенными значениями скоростей Р-волн на разных глубинах [19]. Для Гиндукуша характерны следующие особенности, полученные по данным механизмов очагов землетрясений. В центральной части Памира, по данным механизмов коровых землетрясений выделяется область широтного близгоризонтального растяжения, которая соответствует области резкого изменения скоростей Р-волн. В западной части Памира укорочение объемов земной коры субмеридиональное, в Таджикской депрессии и в Гиндукуше – укорочения северо-западные, близгоризонтальные. Следующий слой, глубиной 56-90км – характеризуется субмеридиональным укорочением вдоль 73 меридиана и СЗ-ЮВ укорочением в остальной части района. Для слоя 91-150км наблюдается в основном СЗ-ЮВ сокращением объемов горных масс с меридиональным укорочением по западной окраине. Слой 151-200км сохраняет СЗ-ЮВ укорочение практически для всего района и меридиональное укорочение вдоль 70 меридиана. Для самого глубокого слоя 201-250км оси укорочения на западе исследуемой территории поворачиваются на СВ, в тоже время область с укорочением осей СЗ простирания уменьшается.

В области восточного выступа Индийской плиты сейсмотектонические деформации, рассчитанные по коровым землетрясениям характеризуются субмеридиональным близгоризонтальным простиранием оси укорочения в области между 21 и 23 широтой и преимущественно СВ простиранием для остальной территории, в пределах территории расположены небольшие участки широтного растяжения. В слое глубиной 56-90км характерной чертой является дугообразное изменение осей укорочения от СЗ на юге до СВ на севере. В пределах этого слоя присутсвует область близгоризонтального растяжения. Такое же дугообразное изменение осей укорочения характерно и для объемов горных пород на глубине 91-150км. Оси удлинения для всех трех слоев – близгоризонтальны, но в последнем слое, на севере района, становятся близвертикальными. Оба выступа, имеющие участки, с повышенными

скоростями Р-волн смещаясь к северу (Памир) и к северо-востоку, создают условия для изменения поля напряжений впереди лежащие объемов горных пород.

Таким образом, одним из факторов влияющих на распределение напряжений является взаимодействия блоков с разной мощностью коры и литосферы и аномалиями скоростей Р-волн (Тарим – Тянь-Шань, Памир – Тянь-Шаня, район хребта Ракхайн и Тибета, Тибета и Гималаев).

Работа была выполнена в рамках Программы 16.3 РАН, Интеграционного проекта СО РАН 116 и при поддержке РФФИ, гранд № 07-05-00986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широкова Е.И О напряжениях, действующих в очагах землетрясений Средней Азии. Известия АН СССР, серия геофизическая, 1961, N 6, с. 876-881.
2. Широкова Е.И. Особенности механизмов очагов землетрясений Средней Азии. Известия АН СССР, Физика Земли, N 10, 1979, с. 44-57.
3. Широкова Е.И. Детальное изучение напряжений и разрывов в очагах землетрясений Средней Азии. Известия АН СССР, Физика Земли,N 11, 1974, с.22-36.
4. Е.И.Широкова Общие закономерности в ориентации главных напряжений в очагах землетрясений Средиземноморского-Азиатского сейсмического. Известия АН СССР, Физика Земли, N1,1967, с.22-36.
5. P.Molnar and P.Tapponnier Active Tectonics of Tibet. J. Geophysical Research, Vol. 83, NB11, November 10, 1978, pp. 5361-5375.
6. R.K.Verma and Chandra Sekhar Seismotectonics and focal mechanisms of Earthquakes from Pfmir – Hindukush Regions, Tectonophysics, 112 (1985), pp. 297-324.
7. Солоненко А.В., Солоненко Н.В., Мельникова В.И., Козьмин Б.М., Кучай О.А., Суханова С.С. Напряжения и подвижки в очагах землетрясений Сибири и Монголии. Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии, Выпуск1, М., 1993, С.113-122.
8. Соболева О.В., Кучай О.А., Шкляр Г.П., Благовещенская Е.Е.Blagovezhenskaya Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана и Северного Афганистана за 1959-1979гг., М., ВИНИТИ, Деп. 2243, 1980, 25 с.
9. HARVARD CATALOG CMT (1976-2001)
10. Современная геодинамика областей внутриконтинентального коллизионного горообразования (Центральная Азия). М. Научный Мир. 2005. 399с.
11. Милановский Е.Е. Основные этапы рифтогенеза на территории Китая. М. Недра. 1991, 148с.
12. В.Н.Погребной, Т.М.Сабитова Отражение структуры Тибетского плюма и сейсмичности высокой Азии в региональных геофизических полях // Геология и Геофизика, 2001, т.42, № 10, с.1532-1542.
13. Абдрахматов К.Е., Уэлдон Р., Томпсон С., Бурбанк Д., Рубин Ч., Миллер М., Молнар П. Происхождение, направление и скорость современного сжатия Центрального Тянь-Шаня // Геология и Геофизика, 2001, т.42, № 10, с.1585-1609.
14. Bushenkova N., Koulakov I., Tychkov S. Investigation of the upper mantle in southern Siberia using the RR-R scheme // Geophys. Res. Abstr. 25th General Assembly EGS. Nice, France, 2000. Vol. 2. P. 753.
15. Бушенкова Н.А., Тычков С.А., Кулаков И.Ю. Исследование структуры верхней мантии Центральной Сибири и прилегающих районов на PP–P волнах // Геология и геофизика. – 2003. Т. 44. – № 5. – С. 474-490.
16. Zorin Yu. A., Novoselova M.R., Turutanov E.H., Kojevnikov M.V. Lithospheric Structure of the Mongolian-Siberia mountainous province // J. Geodynam. – 1990. – № 11. – P. 327-342.
17. Артюшков Е.В. Происхождение больших напряжений в земной коре//Известия АН СССР, Физика Земли, N8,1972, с.22-36.
18. Кулагина М.В., Лукк А.А., Кулагин В.К. Блоковое строение земной коры Таджикистана. Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах, М., Наука, 1974.
19. Koulakov I. and S.V. Sobolev, A Tomographic Image of Indian Lithosphere Break-off beneath the Pamir Hindukush Region // Geophys. Journ. Int., 2006, v.164, p.425-440.

ВЗАИМОСВЯЗЬ АНОМАЛИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ПЛИТОВЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВОЛЫНО-ПОДОЛЬСКОЙ ПЛИТЫ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Кушнир А.Н., Зайцев Г.Н.

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАНУ, г. Киев, Antonn@ukr.net, georgez2001@mail.ru

В проблеме исследования зон повышенной сейсмической активности существенное место принадлежит электромагнитным методам, основанным на изучении естественного электромагнитного поля Земли, источником которого являются электрические процессы, протекающие в ионосфере и магнитосфере Земли. В результате индукции в Земле возникают магнитотеллурические поля различной частоты и интенсивности. Наблюдая их на земной поверхности, можно контролировать изменение электропроводности среды.