ПРИРОДА СЕЙСМИЧНОСТИ ВОСТОЧНОЙ ЧУКОТКИ И ПРИЛЕГАЮЩЕГО ШЕЛЬФА

¹Курткин С.В., ^{1,2}Седов Б.М., ³Мяки К.Д.

¹Магаданский филиал Геофизической Службы РАН, г. Магадан 685000, ул. Скуридина 6 б,

e-mail: kurs@memsd.ru,

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, г. Магадан 685000, ул. Портовая 16, *e-mail: sedov@neisri.ru*

³Университет штата Мичиган (Ист-Лансинг), США

Восточная Чукотка и прилегающий шельф Берингового и Чукотского морей характеризуются более высокой сейсмичностью по сравнению с соседними территориями северо-востока Азии и западной Аляски. До конца XX в. о природе сейсмичности не было каких-либо представлений, прежде всего, из-за отсутствия специальных исследований природы землетрясений. Началом изучения сейсмотектоники Чукотского п-ова и прилегающего шельфа является проведение ГСЗ по профилю Алеутская дуга - Берингов пролив, когда были поставлены несколько цифровых станций на Чукотском п-ове. В результате были получены первые представления о сейсмотектонике и геодинамике этого региона. В первом десятилетии XXI в. российскими и американскими геофизиками были проведены специальные полевые исследования, данные которых совместно с материалами региональных геофизических съемок и космоснимков позволили выяснить природу сейсмичности, которая обусловлена развитием рифтогенной области растяжения и вероятно, постгляциальным изостатическим выравниванием поверхности после таяния покровного льда.

Ключевые слова: сейсмичность, рифт, геодинамика, Чукотка, Аляска, шельф

NATURE ON SEISMICITY IN EASTERN CHUKOTKA AND NEIGHBORING SHELF

¹Sergey V. Kurtkin, ^{1,2}Boris M. Sedov, ³Kevin G. Mackey

*¹Magadan branch of Geophysical Survey of RAS, Magadan, 6b Skouridina Str.,
e-mail: kurs@memsd.ru,*

*²North-East Interdisciplinary Science Research Institute n. a. N. A. Shilo, Far East
Branch,*

Russian Academy of Sciences, Magadan, 16 Portovaya Str., e-mail: sedov@neisri.ru

³Michigan State University, East Lansing, USA

Seismicity in Eastern Chukotka and neighboring shelf of Bering and Chukchi Seas is defined by higher activity in comparison with territories of North-East Asia and Western Alaska. Until 20th century, there was no any conception of seismicity origin due to the absence of the earthquakes' nature researches. The beginning of the Chukotka seismotectonics and the neighboring shelf studying was initiate by deep seismic sounding of profile the Aleutian bow – Bering channel, after few temporal digital stations were placed on Chukchi Peninsula. As a result, concept of seismotectonics and geodynamics of given region's seismicity was obtained. During the first decade of 21st century Russian and American geophysicists have held special field researches. The obtained data as well as the result of regional geophysical and cosmic survey allowed to clarify the origin of seismicity, which is due to the evolution of the rift dilatation zone, and probably, post-glaciation isostatic flattening of the surface after melting of ice.

Keywords: seismicity, rift, geodynamic, shelf, Chukotka, Alaska

Введение

Первые данные о природе сейсмичности восточной Чукотки были получены при комплексной интерпретацией материалов морского ГСЗ-ОГТ, проведенного в 1994г. по профилю Алеутские острова - Берингов пролив - Канадская котловина. В пос. Провидения и Лаврентия, а также на западной Аляске работали временные цифровые сейсмостанции, которые использовались для наблюдений по методу широкого угла, позволившего определить скорости в земной коре, исследовать её структуру и идентифицировать по преломленным волнам поверхности Конрада и Мохоровичича. Этими станциями был зарегистрирован ряд местных землетрясений. В этих международных исследованиях участвовали и учёные СВКНИИ [10]. Используя телесеismicкие данные о сильных землетрясениях северо-восточной Азии, а также вновь полученные материалы, впервые сейсмичность Чукотского полуострова была рассмотрена с позиции тектоники плит [9].

В декабре 2002г. вблизи пос. Нешкан, расположенного на побережье Чукотского моря, произошло сильное землетрясение, сопровождавшееся многочисленными ощутимыми афтершоками. Их количество в отдельные дни превышало 5 ощутимых событий, при нескольких десятках слабых афтершоков, фиксировавшихся инструментально. По заданию МЧС Чукотского автономного округа в следующем году были проведены детальные полевые сейсмологические исследования в эпицентральной зоне главного землетрясения. Одновременно временной локальной сетью цифровых сейсмостанций велась регистрация продолжавшихся афтершоков

Более чем десятилетний период исследований (1994-2006гг), позволил установить природу землетрясений, их тектоническую позицию. При этом

использовались новые материалы, в частности данные космической съёмки и грави-магнитных полей на суше и акваториях, где по существу они являются единственными носителями информации о верхней структуре Земли [2]. Результаты исследований были заверены полевыми работами на наиболее интересных и ключевых участках, среди которых в частности к ним отнесены, впервые выделенные достоверно сейсмоактивные разломы, к которым приурочены наиболее сильные землетрясения (Рис. 1).

Геодинамика и сейсмичность

История тектонического развития Чукотского полуострова и прилегающего шельфа морей восстановлены, начиная с раннего докембрия (более 2,6 млрд. лет). Для понимания современной тектоники ограничимся палеотектонической реконструкцией для периода с плиоцена (4 млн. лет) по настоящее время (0 лет). В этот период продолжается развитие окраинно-континентальных дуг и субдукционных зон, обрамляющих с северо-запада и севера Тихий океан. Одновременно в задуговых бассейнах, происходило накопление осадков. Североазиатская континентальная дуга оставалась активной. Частями этой дуги являлись Восточно-Японский вулканно-плутонический пояс, Курильская дуга, Центрально - Камчатский вулканический и осадочные бассейны и Восточно-Камчатский вулканический пояс. Связанная с дугой зона субдукции образовала Курило-Камчатский террейн, отделенный от Тихоокеанской плиты Кенгельдинским меганадвигом. Примечательным структурным элементом северо-западной пачифики является ортогональное сочленение Камчатской и Алеутско-Врангелевской дуг. В Ледовитом океане продолжалось рифтообразование вдоль хребта Гаккеля. Последний разграничивает плиты Северной Америки и Евразии.

Рис. 1. Схема лениаментов и положение эпицентров землетрясений

Начинает развиваться Берингоморский блок, вращение которого на Чукотке приводит к растяжению, сопровождаемому землетрясениями (Рис. 2). Характер сейсмичности (механизм очагов землетрясений, распределение эпицентров и другие признаки) позволяют предполагать, что на востоке Чукотского полуострова в настоящее время развивается внутриплитный рифт (см. Рис. 2). Геодинамика растяжения, в частности, подтверждается многочисленными (около 40) термальными источниками, с температурой воды до 98° С. В меньшем количестве они известны и на п-ове Сьюард. На Чукотском п-ове известны структуры растяжения аналогичные оз. Байкал. Например, оз. Коолен является уменьшенной копией последнего (Рис. 3). Оба они имеют идентичную форму противоположных берегов и характеризуются одинаковым соотношением длины к ширине. К сожалению, в настоящее время, из-за недостатка данных, указать точно границу рифтовой зоны, невозможно.

В районе Берингова пролива, на суше, полуостровах Сьюард и Чукотском, а также вблизи них на островах в Беринговом море известны щелочные базальты. На Чукотке вулканизм развит на значительно меньших площадях чем на Аляске. Тем не менее, на южном побережье Чукотки закартированы потоки лав Энмелеского вулкана. По данным определений абсолютного возраста вулканитов, их извержения происходили в четвертичное и современное время. Как предполагается, они связаны с разломами, по которым происходят растяжения. Структурно Энмеленский вулкан приурочен к тектонической зоне, в которой находится оз. Коолен. В рифтовой зоне Чукотки, как и на Байкале, вулканиты располагаются лишь по одну сторону озер; с юго-запада и не известны по другую сторону большой оси. В обоих случаях рифт развивается в направлении северо-востока. К северо-востоку от оз. Коолен, по данным дешифрирования космоснимков, выявлена протяженная зона линеаментов, в пределах которой протекает единственная вытекающая из озера река Кооленваам. Вдоль ее левого берега следится цепочка вытянутых озер. Отметим, что на Чукотском п-ове, как и на Байкале, эпицентры располагаются

преимущественно вне акватории рифтогенных озер. По геологическим данным, оз. Коолен расположено в пределах купола, выраженного зоной «эксгумации» древних пород. Тектоническая активность террейнов подтверждается правосторонними разломами на Аляске: Денали, Никсон, Форк и Калтаг, которые возможно продолжают и на шельфе Берингова моря. Центральная (внутренняя) и южная части Аляски смещаются друг относительно друга по правостороннему сдвигу Денали. Вращение Берингоморского блока, вероятно, сопровождается возникновением растягивающих напряжений на полуостровах Чукотка и Сьюард. Не исключено, что Берингоморский блок возник как задуговая структура в тылу Алеутско-Врангелевской островной дуги.

Рис. 2. Схема современной геодинамики Берингоморского региона

1 – рифт Берингова моря; 2 – центры кайнозойского вулканизма; 3 – источники гидро- и газотермальной деятельности; 4 – полюс вращения Берингоморского блока относительно Северо-Американской плиты; 5 – активные разломы и межплитные границы: сдвиги (Дн – Денали, Кл – Калтаг), взбросы и надвиги (Х-В – Хатырско-Вывенский) и неуставленного типа движения; 6 – направление движения плит и блоков; 7 – фокальные механизмы землетрясений; рядом указан их год.

Рис. 3. Рифтогенная структура оз. Коолен

Тихоокеанская плита продолжает движение в северо-западном направлении. Вдоль южного склона Аляски восточная часть Алеутско-Врангелевской дуги остается активной. Проявлением воздействия Алеутско-Врангелевской дуги на Аляску является гранитный магматизм. Коллаж аккреционных террейнов, в том числе и Чукотки на севере-северо-востоке ограничен Канадским бассейном. Полнос вращения Евразийской и Северо-Американской плит в настоящее время располагается вблизи или южнее побережья моря Лаптевых (см. Рис. 2).

Фанерозойская история развития крайнего северо-востока Азии и Аляски, связанная с взаимодействием кратонов и их блоков, океанических плит, субдукционных зон, завершилась к настоящему времени возникновением аккреционных террейнов, находящихся в зоне взаимодействия континентальных плит Евразии и Северной Америки, а также и океанической Тихоокеанской.

Анализ расположения эпицентров землетрясений Чукотского п-ва и прилегающего шельфа морей показывает, что наряду с линейными зонами землетрясений, субпараллельными морским берегам, часть событий размещается «рассеянно». Эти землетрясения, вероятно вызваны изостатическим выравниванием поверхности полуострова и шельфа Чукотского

моря, находившихся в период последнего гляциального максимума под сплошным покровом льда мощностью более 2,5-2,6 км [6]. Этот процесс, как и в Скандинавии сопровождается землетрясениями.

Заключение

В результате проведенных исследований выявлены линейные сейсмогенерирующие зоны, характеризующиеся высокой плотностью эпицентров и максимальными значениями их магнитуд. Другой тип сейсмичности – рассеянной, характеризуется отдельными разрозненными эпицентрами, расстояние между которыми составляет десятки километров, при существенно более меньших энергетических классах землетрясений.

Список литературы

1. Белый В. Ф. Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, кайнозойский вулканизм и магматизм. Тектоника Северо-Востока СССР. Геология СССР т. XXX, ч.2, М.: Недра, 1970. С. 225 - 226.
2. Ганов А.П., Седов Б.М. Сейсмичность Восточной Чукотки в естественных геофизических полях, //Вестник СМУ, 2006, № 6. - С.26-32.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России /Под ред А.И.Ханчука. - Владивосток; Дальнаука, в 2кн. 2006. -981с.
4. Геология СССР Северо - Восток СССР т. XXX, ч. 1 М.: Недра,1970. -350с.
5. Натальин Б.А. Позднемеловые третичные деформации Чукотского полуострова и продолжения бассейна Хоуп и надвигового пояса Геральд (Чукотское море). Геотектоника, 1999 № 6. С.78-93.
6. Седов Б.М., Курткин С.В., Мяки К.Д. Макросейсмические исследования Восточной Чукотки. //Вестник Северного международного университета//. Магадан, 2005, выпуск 4. С. 53-60.
7. Седов Б.М., Курткин С.В. Сейсмичность Нешканской зоны // Вестник СМУ, 2005, № 5. С. 21-33.
8. Седов Б. М., Ганов А.П. Изостатическое неравновесие Восточной Чукотки и характер плейстоценового оледенения. // Геология, география и биологическое разнообразие Северо - Востока России: Мат. Дальневосточной региональной конференции, посвященной памяти А.П. Васильковского и в честь его 95 - летия (Магадан, 28 – 30 ноября 2006 года) – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. - С.33-35.
9. Fujita, K., Mackey, K. G., McCaleb, R. C., Gunbina, L. V., Kovalev, V. N., Imaev, V. S., and Smirnov, V. N. Seismicity of Chukotka, northeastern Russia: Geological Society of America, Special Paper 360, 2002, -P.p. 259-272.
10. Tectonic Evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and Adjacent Landmasses //Ed.E.L. Miller, A.Grantz and S.Klemperer. Special Paper 360, Boulder, 2002.- 388 p.