

4. Жижерин В.С., Серов М.А. Кинематика современных тектонических движений в восточной части Монголо-Охотского складчатого пояса // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 12. С. 2143–2152.

5. Жижерин В.С., Серов М.А. Современная тектоника западной части Джугджуро-Станового террейна юго-восточного обрамления Северо-Азиатского кратона // Геотектоника. 2017. № 6. С. 66–71.

6. Жижерин В.С., Серов М.А., Сорокин А.П. Современная кинематика северной окраины Аргунского континентального массива (восточная часть Центрально-Азиатского складчатого пояса) // ДАН. 2018. Т. 479. №1. С. 41–43.

7. Ашуурков С.В., Серов М.А., Жижерин В.С., Имаев В.С. Современные деформации Верхнего Приамурья по данным GPS измерений // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 5. С. 86–96.

Л.А. Сим¹

О влиянии тектонических процессов в структурах обрамления на тектонические напряжения платформ Северной Евразии

Комплексом тектонофизических методов восстановлены неотектонические напряжения платформ Северной Евразии, а также в орогенных структурах Северного–Полярного Урала, Пай-Хоя, Чукотки, Кавказа, Северного Тянь-Шаня, Сахалина.

Установлено, что региональное сдвиговое поле тектонических напряжений характерно для всех крупных платформенных структур: Западно-Европейской, Скифской, Тимано-Печорской плит на палеозойском основании, для древней Восточно-Европейской (ВЕП) и отдельных структур Сибирской платформ. На западе и юге ВЕП выделены две зоны неустойчивых тектонических напряжений; западная зона служит границей между *западным типом напряженного состояния* с ЗСЗ-широтной ориентацией оси сжатия и меридиональной – растяжения и *восточным типом* – с субмеридионально ориентированной осью сжатия и широтной – растяжения; южная зона является границей между областями с неупорядоченными ориентировками осей сжатия и с восточным типом напряженного состояния (рисунок). Западная зона контролирует сейсмичность на Русской плите и служит барьером для распространения

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, Москва, Россия; sim@ifz.ru

Рисунок. Слева: Схема районирования тектонических напряжений ВЕП и структур обрамления, по [4].

1 – крупнейшие разломы; 2–4 – границы: 2 – структур ВЕП I-го ранга, 3 – орогенных структур обрамления ВЕП, 4 – областей с разными ориентировками осей сжатия и растяжения – зоны неустойчивых тектонических напряжений; 5–8 – области с разными типами тектонических напряжений: 5 – западного, 6 – восточного типа, 7 – с неупорядоченными ориентировками осей сжатия и растяжения; 8 – с неустойчивым типом с одновременным существованием как меридиональных, так и широтных осей сжатия. Справа: Зоны неустойчивых тектонических напряжений как границы распространения сейсмичности на территории ВЕП, по [5]

очагов землетрясений с запада на восток; распространение очагов землетрясений Карпат и Кавказа на Русскую плиту «сдерживает» южная зона [6].

В центральной части западной границы неустойчивых тектонических напряжений ранее [4, 5] была выделена целая область с неустойчивыми тектоническими напряжениями, в пределах которой по крупным разломам восстанавливаются как субмеридиональные, так и субширотные ориентации осей сжатия. Эта область расположена на побережье Балтийского моря и Финского залива. Предположительно такая неустойчивость вызвана формированием в новейший этап меридионального Ботнического и широтного Финского заливов, развитие которых «поочередно» влияет на активизацию разломов на прилегающей суше. Неустойчивость современных тектонических напряжений и их сдвиговый характер подтверждается механизмами очагов Осмуссаарского с «осью сжатия», ориентированной широтно и Калининградских землетрясений 2004 г. с меридиональными ориентировками «осей сжатия», произошедших, соответственно, в Финском заливе и на побережье Балтийского моря. Недавние реконструкции тектонических напряжений в зоне Вуоксинского разлома на Карельском перешейке подтвердили правомочность отнесения этой части Балтийского щита к области неустойчивых напряжений по аналогии с южным побережьем Финского залива. ЛСС, восстановленные всего в 7 точках наблюдения в зоне указанного разлома, показали широкий разброс ориентировок осей сжатия и растяжения, не дающий возможности однозначного определения общего поля напряжений для исследованного участка [3]. ЛСС в этой зоне восстанавливались по методике катакластического анализа векторов перемещений на зеркалах скольжения Ю.Л. Ребецкого [1, 2]. Сдвиговое поле неотектонических напряжений в северной половине Западно-Сибирской плиты и на Норильском месторождении полиметаллов также характеризуется (по аналогии с Русской и Тимано-Печорской плитами) субмеридиональными осями сжатия. Такое же неотектоническое поле

напряжений восстановлено и на Пай-Хое, а также на западном и восточном склонах Полярного Урала. Эти данные позволяют полагать, что весь север Евразии, начиная от палеозойской Мезенской синеклизы до севера Сибирской платформы до долготы Норильска, деформируется в неотектонический этап под воздействием процессов спрединга в Арктическом бассейне [5].

Региональные неотектонические напряжения, восстановленные на Кавказе, Карпатах и Северном Тянь-Шане, в целом согласуются с концепцией тектоники плит, согласно которой ближайšie к орогенам платформенные структуры должны испытывать субгоризонтальное пологое сжатие. На востоке Сибирской платформы в пределах Оленекского поднятия и Вилуйской синеклизы были выделены ориентировки горизонтальных осей сжатия, нормальные к границам Верхоянского орогена и отражающих влияние последнего на деформирование восточной окраины Сибирской платформы. Субмеридиональные региональные оси сжатия неотектонического сдвигового поля в пределах Байкитской антеклизы и Иркинеево-Чадобецкого прогиба, вероятнее всего, связаны с развитием орогенных структур Саян [5].

В пределах Центральной Чукотки со сложной историей развития неотектоническое сдвиговое поле напряжений с СВ ориентировками осей сжатия восстановлено в пределах Южно-Ануйской сутуры – следа закрывшегося в середине мезозоя протоарктического океана; сдвиговое поле напряжений с меридиональными ориентировками осей сжатия восстановлены вдоль Кони-Мургальской сутуры и на востоке Чукотки в пределах Центрально-Чукотского новейшего горного сооружения. Предположительно такие тектонические напряжения объясняются движениями континентальных плит в кайнозой на северо-востоке Азии.

Неотектоническое напряженно-деформированное состояние Сахалина с субширотным сжатием и субмеридиональным растяжением целиком обусловлено движением Охотской и Амурской микроплит и подтверждается GPS измерениями [5].

На Балтийском щите на рудниках Хибинского и Ковдорского массивов восстановлены горизонтальные оси сжатия; инструментальные измерения современного напряженного состояния показывают на этих массивах избыточные напряжения горизонтального сжатия, преобладающие над литостатическими. Их источником могут служить консервированные повышенные остаточные субгоризонтальные напряжения, возникающие при залегании пород на глубине. В ходе быстрого поднятия происходит разгрузка этих напряжений, создавая избыточные горизонтальные напряжения. Рассчитав величины эрозионного среза для Фенноскандии за мезо-кайнозой, была произведена оценка величин остаточных гравитационных напряжений, сопоставленных с данными

инструментальных измерений горизонтальных напряжений на Хибинском, Ковдорском и Ловозерском массивах. Соизмеримость сопоставляемых величин позволяет рассматривать механизм формирования остаточных горизонтальных напряжений, вызываемых денудацией, как один из возможных, методологически обоснованных, для объяснения высокого уровня напряжений горизонтального сжатия [2]. На Приполярном Урале в пределах Кожимской кольцевой структуры были восстановлены ориентировки осей сжатия, которые радиально расходились к периферии структуры, приобретая субгоризонтальное положение. В этой структуре находится самая высокая вершина всех Уральских гор – г. Народная, свидетельствующая о значительных скоростях эксгумации. На востоке Сибирской платформы восстановленные неотектонические напряжения также показывают радиальное расхождение горизонтальных ориентировок осей сжатия на Оленекском и Мунском поднятиях [5]. Такая ориентация субгоризонтальных осей сжатия на кольцевых структурах позволяет высказать предположение, что в структурах северной Евразии выявлен новый внутриплитный источник тектонических напряжений.

Выводы

1. Все платформенные структуры Северной Евразии формируются в неотектонический этап в сдвиговом поле напряжений.

2. Подтверждено высказывавшееся ранее влияние глобальных процессов (спрединг в океанах, коллизия при столкновении плит с формированием Альпийско-Гималайского складчатого пояса) на тектонические напряжения внутри крупных литосферных плит.

3. Установлены границы между областями влияния спрединга в Северной Атлантике и в Арктике и орогенеза в Карпатах и Кавказе на формирование неотектонических структур на Западно-Европейской и Восточно-Европейской платформ. Вблизи границ влияния разных глобальных процессов формируются области с неустойчивыми и неупорядоченными ориентировками тектонических напряжений. Эти границы контролируют распространение сейсмичности.

4. Влияние орогенеза субмеридиональных орогенов Урала и Верхоянья на пограничные платформы на неотектоническом этапе меньше, чем влияние таких же процессов на юге Восточно-Европейской, Скифской и Западно-Сибирской платформ.

5. Возможные внутриплитные источники тектонических напряжений – остаточные гравитационные напряжения характерны для длительно однонаправленно воздымающихся кольцевых структур, когда скорость эрозии и денудации не успевает разрядить горизонтальные гравитационные напряжения, накопившиеся при пребывании (формировании) структур на значительной глубине в условиях стеснения.

Литература

1. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методики и алгоритмы. М.: ГЕОС, 2017. 233 с.
2. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Козырев А.А. О возможном механизме генерации избыточного горизонтального сжатия рудных узлов Кольского полуострова // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 4. С. 263–280.
3. Маринин А.В., Сим Л.А., Бондарь И.В. Тектодинамика Вуоксинской разломной зоны (Карельский перешеек) // Тр. Ферсмановской научн. сессии ГИ КНЦ РАН, 2019. Вып. 16. С. 364–368.
4. Сим Л.А. Влияние глобального тектогенеза на новейшее напряженное состояние платформ Европы // М.В. Гзовский и развитие тектонофизики. М.: Наука, 2000. С. 326–350.
5. Сим Л.А., Маринин А.В., Брянцева Г.В., Гордеев Н.А. Результаты изучения тектонических напряжений в регионах Северной Евразии // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9, № 3. С.771–800. Doi:10.5800/GT-2018-9-3-0371.
6. Сим Л.А. О границе между западным и восточным типами напряженного состояния платформ Европы // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2018. № 15. С. 335–337. <https://doi.org/10.31241/FNS.2018.15.033>

Д.А. Симонов¹, В.С. Захаров¹, Г.З. Гильманова²,
А.Н. Диденко^{2,3}

Сопоставление новейших вертикальных движений Южного Сихоеэ-Алиня с характеристиками самоподобия гидросети

Введение. Хорошо известно, что новейшие тектонические движения тесно связаны с формированием рельефа. В настоящее время разработаны и широко применяются различные методы выявления новейших движений, в том числе методы структурной геоморфологии. Недостат-

¹ Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия; dsim_0@mail.ru, zakharov@geol.msu.ru

² Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия; gigulya@yandex.ru

³ Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия