

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ НОВЕЙШИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ Ю. КАЛИФОРНИИ ПО ДАННЫМ GPS И МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА.

Д.А. Симонов.

Южная Калифорния – часть протяженной границы между Тихоокеанской и Североамериканской плитами. Доминирующая структура этой границы представлена разломной системой Сан-Андреас, представляющей собой простирающуюся в северо-западном направлении сеть разломов преимущественно правосдвиговой кинематики, вдоль которой в целом и осуществляется относительное движение Тихоокеанской и Североамериканской плит. Разлом Сан-Андреас, соединяющий северный конец Восточно-Тихоокеанского поднятия на юге и хребты Хуан-де-Фука и Горда на севере, является особым элементом Тихоокеанско-Североамериканской границы плит и представляет собой, по мнению ряда исследователей, правосторонний трансформный разлом типа хребет–хребет[2].

Зарождение системы относится к середине–концу олигоцена, и суммарные правосдвиговые смещения за последние 30 млн лет оцениваются в несколько сотен километров. Так, В.Е. Хаин [4] дает оценку сдвига в 315 км. Однако отметим, что в действительности зона контакта Тихоокеанской и Североамериканской тектонических плит представляет собой пояс шириной около 100 км и протяженностью ~1300 км, четкие границы которого не определены. Более того, по данным GPS видно, что сдвиговые смещения, характерные для границы между Североамериканской и Тихоокеанской плитами, затухая, фиксируются значительно восточнее разлома Сан-Андреас. Пояс представлен серией движущихся параллельно блоков, конфигурация которых отличается по данным разных авторов.

Скорость современных абсолютных смещений в целом составляет 30–80 мм/год и более. Однако смещения по различным сдвигам и в разных местах происходят с неодинаковой скоростью, причем она в разные периоды времени также меняется. Кроме того, может изменяться и направление перемещения, но суммарно это правый сдвиг. На одних участках смещение происходит непрерывно, на других – скачкообразно [4]. Последнее делает задачу определения границ блоков и их кинематики более актуальной в свете возможности прогнозирования сильных землетрясений. В этом отношении особый интерес представляет область так называемого «Большого изгиба» разлома Сан-Андреас, расположенная в Поперечных хребтах, и находящаяся в современной обстановке транспрессии.

Основные разрывные нарушения, определяющие современный структурный план в данном сегменте системы Сан-Андреас, представлены в первую очередь сегментом Мохаве разлома Сан-Андреас, а также крупными, ответвляющимися или субпараллельными разломами, такими как Сан-Габриел, Сан-Джасинто и Эльсинор. В пустыне Мохаве необходимо отметить

крупные правые сдвиги Хелендейл и Локхарт. Из крупных разломов, пересекающих Сан-Андреас, отметим имеющий по геологическим данным левосдвиговую кинематику разлом Гарлок, разлом Биг Пайн, субпараллельный Гарлоку левый сдвиг Пинто Маунтин, пересекающий Сан-Андреас южнее хребтов Мохаве. Также отмечаются надвиги и взбросы разного масштаба, например, правый взбросо-сдвиг Санта-Моника, надвиговая зона Сьерра-Мадре, система разлома Сан-Каetano. Следует отметить, что различные сегменты этих разломов активизировались в разное время в течении четвертичного периода.

В ходе проводимых ранее исследований [1] на основании анализа данных GPS в данном сегменте системы Сан-Андреас была выделена система кинематически однородных, вытянутых практически в крест простирания системы Поперечных хребтов, блоков, границы которых не всегда совпадают с известными разломами четвертичного возраста. В связи с этим возникла необходимость проследить взаимоотношение горизонтальных движений выделенных блоков и вертикальных движений, за счет которых была сформирована система Поперечных хребтов (Санта-Инез, Сан-Габриэль, Сан-Бернандино, Санта-Моника и др.)

Для этого был проведен морфоструктурный анализ по методу Философова [3] на основе ЦМР SRTM3. Гидросеть для анализа была рассчитана по той же цифровой модели. За водотоки первого порядка были приняты водотоки с минимальным водосборным бассейном 250-300 тыс. м². Всего, в результате расчета было выделено 7 порядков водотоков, причем водотоков 6-го и 7-го порядков очень мало, и они представляют собой преимущественно транзитные водотоки, проходящие по впадинам. Наиболее распространенными являются водотоки 1-3-го порядков, широко распространенные в пределах поднятий.

По водотокам 5-го и более низких порядков была построена серия монобазисных поверхностей и серия разностных поверхностей, что, наряду с комплексным анализом геологического строения, позволило проследить историю развития рельефа и взаимоотношение вертикальных и горизонтальных движений.

Наиболее древний рельеф прослеживается по базисной поверхности, построенной по водотокам 5-го порядка, и, вероятнее всего сформировался в конце олигоцена, то есть приблизительно в то же время, когда начала формироваться сдвиговая система Сан-Андреас. На основании анализа данной поверхности можно сказать, что система Поперечных хребтов в это время еще не начала формироваться. В то же время, уже существовала возвышенность севернее хребта Топатопа, и горы Сан-Бернандино. Связь этой базисной поверхности с разломами четвертичного возраста не прослеживается, за исключением основного сместителя разлома Сан-Андреас. Базисная поверхность, построенная по долинам 4-го порядка отражает рельеф, существовавший, ориентировочно, в миоцене — начале плейстоцена, о чем можно судить по распространению

отложений этого возраста. В это время начали формироваться горы Сан-Габриэль. Связь данного рельефа с четвертичными разломами также не прослеживается. Базисная поверхность, построенная по долинам 3-го порядка, отражает рельеф, который начал формироваться приблизительно с плиоцена. Для того рельефа уже можно отметить частичную корреляцию с четвертичными разломами. В это время продолжали воздыматься горы Сан-Габриэль, начали формироваться хребты Топатопа, Санта-Инез, Санта-Моника. Базисная поверхность, построенная по водотокам 2-го порядка демонстрирует уже довольно отчетливую связь с разломами четвертичного возраста, и, местами, с блоковым строением, выявленным на основании анализа данных GPS. Базисная поверхность, построенная по водотокам 1-го порядка, так же, как и современный рельеф, демонстрирует хорошую корреляцию и с четвертичными разломами, и с блоками, выделенными по данным GPS, причем хорошо видно, что наиболее интенсивно поднятия развиваются там, где характер взаимодействия блоков, выделяемых по данным GPS, носит транспрессионный характер. Причем можно видеть, что структурный план перестраивался.

Таким образом, современный структурный план Ю. Калифорнии начал формироваться в плейстоцене, и с перестройками развивался голоцене и до настоящего времени. Современные вертикальные и горизонтальные движения согласуются, и наибольший рост поднятий отмечается в областях транспресии, исходя из чего можно сделать предположение о том, что система Поперечных хребтов сформировалась в результате сложного сдвигового взаимодействия.

Литература:

1. Симонов Д.А., Захаров В.С., Блоковое строение Южной Калифорнии по результатам анализа данных GPS // *Вестник Московского университета. Серия 4: Геология, (М.), № 3*, с. 21-30
2. Тевелев А.В. Сдвиговая тектоника. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 254 с.
3. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. //Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975.232 с.
4. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000), М.: Научный мир, 2001. 606