



Характеристики фаз тектонической активности вдоль зоны разлома Цхао Банг – Ти Иен, разрез Ти Иен – Ланг Сон, северо-восточная часть, Вьетнам

Чон Тхань Фи¹

Р. Б. Шакиров^{*2}

Н. С. Сырбу^{**2}

¹Ханойский университет природных ресурсов и окружающей среды, Вьетнам

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

^{*}E-mail: ren@poi.dvo.ru

^{**}E-mail: syrbu@poi.dvo.ru

Реферат (расширенный) [Abstract PDF](#)

Разлом Цхао-Банг – Ти-Иен, разрез Ти-Иен – Ланг-Сон имеет длину около 100 км, он простирается в северо-западном – юго-восточном направлении в северо-восточной части разломной зоны Красной Реки. Полевые исследования проводились на 21-м участке. Они включали описание литологических характеристик, измерение ориентации трещин, стратиграфическое смещение и оценку признаков движения на поверхности разлома. Результаты анализа 59 полос скольжения на поверхности разлома вдоль зоны Цхао-Банг – Ти-Иен, разреза Ти-Иен – Ланг-Сон показали, что боковое ударно-скользящее напряжение находится в состоянии сжатия по четырем фазам в направлениях В-З, СВ-ЮЗ, СЗ-ЮВ, С-Ю. По полученным данным в сравнении с предыдущими исследованиями были выделены основные направления тектонических движений: 1) СЗ-ЮВ; 2) В-З; 3) СВ-ЮЗ и 4) С-Ю. В частности, первая фаза сжатия СЗ-ЮВ простирает значительно нарушила древние породы эпохи юрского периода и более ранних. Такие участки встречаются во многих местах обследования вдоль зоны разлома Цхао-Банг – Ти-Иен, разреза Ти-Иен – Ланг-Сон. Вторая фаза сжатия В-З простирает произошла в кайнозойский период, вызвала левое смещение разломной зоны Красной Реки в олигоцен-миоценовом периоде и образовала осадочные неогеновые Цхао Банг, Тат Кхе, Ланг Сон, На Дуонг вдоль зоны разлома Цхао-Банг – Ти-Иен. Третья фаза сжатия СВ-ЮЗ простирает произошла во время среднего–позднего миоцена, вызвала тектоническую инверсию разломов СЗ-ЮВ направления в северной части бассейна Красной Реки, которые расположены в юго-восточной зоне разлома Цхао-Банг – Ти-Иен. Заключительная фаза сжатия С-Ю простирает, происходившая в плиоцен-четвертичный период, обусловила правое движение вдоль зоны разлома Цхао-Банг – Ти-Иен и разломной зоны Красной Реки.

В районе исследований на участке разлома Цхао-Банг – Ти-Иен и разломной зоны Красной Реки за период 2017–2019 гг. было опробовано 28 термальных источников, взято более 50 проб воды для газогеохимического и изотопного анализа. Пробы анализировали на содержание углеводородных газов (УВГ), N₂, O₂, CO₂, He и H₂, проводили расчет потока метана в атмосферу с поверхности источников. Наиболее важным результатом исследований стало установление взаимосвязи режима термальных источников, термогенной газовой компоненты с геологической структурой Северного Вьетнама.

Основываясь на тектонических данных и результатах анализов химического состава природных газов, можно утверждать, что выходы термальных вод в районе северо-западного Вьетнама приурочены к активным зонам разломов. Смещения вдоль основных разломных зон способствуют увеличению проницаемости, облегчают продвижение тепла и термогенных газов к поверхности. Во всех исследованных термальных источниках, расположенных в зоне влияния рифта Красной Реки и разлома Цхао-Банг – Ти-Иен, обнаружены повышенные концентрации водорода (5900 нл/л), гелия (до 4252 нл/л), углекислого газа (до 72 %), метана (до 137 776 нл/л),

что свидетельствует о геодинамической активности в районе исследований и о возможной поставке глубинного флюида по сверхглубоким проницаемым зонам.

Выходы термальных вод на северо-западе приурочены к системам разломов СЗ-ЮВ простираения: Сонг Да, Тхуан Чау, Сонг Хонг и Сонг Чау. Источники, расположенные в провинции Лао Кай, находятся в гранитном массиве Фансипан. Исследуемые источники в районе Северной Вьетнамской низменности (Ба Ви и Ким Бой) были обнаружены при разведочном бурении. В провинции Хоа Бинх (дельта Красной Реки), находящейся в отдаленных пригородах Ханоя к юго-востоку от его центра, зафиксированы концентрации углекислого газа в воде до 42 %. Рассчитан поток метана с поверхности источника в атмосферу – 593 мкмоль/сутки. В соседней провинции Фу То также зафиксированы высокие концентрации углекислого газа в воде – до 50 %. Концентрации метана повышены и достигают 2150 нл/л. Поток метана в атмосферу составляет 100–400 мкмоль/сутки. Температура воды одного из источника доходила до 43 °С.

Проблема газогеохимического режима термальных, карстовых и подземных вод Северного Вьетнама тесно связана с комплексной оценкой углеводородного потенциала и геоэкологической обстановки района рифта Красной Реки. В районе исследований распространены термальные источники, газовый состав которых известен в самых общих чертах. Между тем макро- и микрогазовые компоненты (углеводородные газы, кислород, азот, водород, гелий, углекислый газ и др.) содержат информацию о генезисе проницаемых систем земной коры, глубинных источниках газов, их влиянии на геохимию окружающих ландшафтов и других особенностях связи сквозных процессов литосфера–гидросфера–атмосфера.

Ключевые слова

разлом Цхао Банг – Ти Иен, разломная зона Красной Реки, бассейн Цхао Банг, бассейн На Дуонг, разрез Ти Иен – Ланг Сон, термальные источники

Для цитирования: Чон Тхань Фи, Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С. Характеристики фаз тектонической активности вдоль зоны разлома Цхао Банг – Ти Иен, разрез Ти Иен – Ланг Сон, северо-восточная часть, Вьетнам. *Геосистемы переходных зон*. 2019. Т. 3, № 4. С. 345–363. (На англ. языке, реферат на русском) <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.345-363>

For citation: Truong Thanh Phi, Shakirov R.B., Syrbu N.S. Characteristics of tectonic activity phases along The Cao Bang – Tien Yen fault zone, Tien Yen – Lang Son section, Northeastern part, Vietnam. *Geosystems of Transition Zones*, 2019, vol. 3, no. 4, pp. 345–363. (In English, abstract in Russian) <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.345-363>

Список литературы

1. Böhme M., Prieto J., Schneider S., Nguyen Viet Hung, Do Duc Quang, Dang Ngoc Tran. **2011**. The Cenozoic on-shore basins of Northern Vietnam: Biostratigraphy, vertebrate and invertebrate faunas. *Journal of Asian Earth Sciences*. 40(2): 672–687. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.11.002>
2. Böhme M., Aiglstorfer M., Antoine Pierre-Olivier, Appel E., Havlik Ph., Metais G., Laq The Phuc, Schneider S., Setzer F., Tapper R., Dang Ngoc Tran, Uhl D., Prieto J. **2013**. Na Duong (northern Vietnam) – an exceptional window into Eocene ecosystems from Southeast Asia. *Zitteliana*. A 53: 120–167.
3. Drogue C., Cat N.N., Dazy J. **2000**. Geological factors affecting the chemical characteristics of the thermal waters of the carbonate karstified aquifers of Northern Vietnam. *Hydrology and Earth System Sciences*. 4(2): 332–340. <https://doi.org/10.5194/hess-4-332-2000>
4. Huchon P., Le Pishon X., Rangin C. **1994**. Indochina Peninsula and the collision of India and Eurasia. *Geology*. 22(1): 27–30. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1994\)022<0027:ipatco>2.3.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1994)022<0027:ipatco>2.3.co;2)
5. Kasatkin S.A., Golozubov V.V., Phung Van Phach, Le Duc Anh. **2014**. Evidences of Cenozoic strike-slip dislocations of the Red River Fault System in Paleozoic Carbonate Strata of Cat Ba Island (Northern Vietnam). *Russian Journal of Pacific Geology*. 8(3): 163–176.
6. Lacassin P., Tapponnier H., Leloup Ph., Phan Trong Trinh, Nguyen Trong Yem. **1994**. Morphotectonic evidence for active movement along the Red River Fault System. In: *Proceed. Inter. Seis. Haz. South. Asia*, p. 66–71.

7. Le Trieu Viet. **2004**. Structural characteristics and evolution history of Cenozoic basins along Cao Bang-Tien Yen Fault Zone. *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 26: 633–641.
8. Leloup P.H., Lacassin R., Tapponnier P., Schärer U., Dalai Z., Xiaohan L., Liangshang Z., Trinh P.T. **1995**. The Ailao Shan-Red River shear zone (Yunnan, China), Tertiary transform boundary of Indochina. *Tectonophysics*. 251(1–4): 3–84. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(95\)00070-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(95)00070-4)
9. Marett R.E., Allmendinger R.W. **1990**. Kinematic analysis of fault-slip data. *Journal of Structural Geology*. 12: 973–986. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(90\)90093-e](https://doi.org/10.1016/0191-8141(90)90093-e)
10. Michael B.W.F., Phung Van Phach. **2015**. Late Neogene structural inversion around the northern Gulf of Tonkin, Vietnam: Effects from right-lateral displacement across the Red River fault zone. *Tectonics*. 34(2): 290–212. <https://doi.org/10.1002/2014TC003674>
11. Nguyen Giang Vu. **2003**. Structural evolution of the block 102 and 106 Song Hong basin-implication for hydrocarbon potential. In: *Proceedings of conference on “Vietnam petroleum institute: 25 years of development and achievements”*, p. 284–309. (In Vietnamese)
12. Nguyen Thac Cuong, Giang Cao Duy, Thang Tran Trong. **2005**. General evaluation of the geothermal potential in Vietnam and the prospect of development in the near future. In: *Proceedings World Geothermal Congress*. Antalya, Turkey.
13. Nguyen Quoc Cuong, Tokarski A.K., S’wierczewska A., Zuchiewicz W.A., Yêm Nguyen Trong. **2013**. Late Tertiary tectonics of the Red River Fault Zone: Structural evolution of sedimentary rocks. *Journal of Geodynamics*. 69: 31–53. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.05.002>
14. Phan Dong Pha, Geptner A.R., Nguyen Xuan Huyen, Petrova V.V., Le Thi Nghing, Nguyen Minh Quang. **2011**. A new discovery of stromatolite fossil in sediments of the Rinh Chua formation, Na Duong basin, Lạng Sơn, Vietnam. *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 33(1): 94–96. <https://doi.org/10.15625/0866-7187/33/1/282>
15. Phan Trong Trinh, Ngo Van Liem, Nguyen Van Huong, Hoang Quang Vinh, Bui Van Thom, Bui Thi Thao, Mai Thanh Tan, Nguyen Hoang. **2012**. Late Quaternary tectonics and seismotectonics along the Red River Fault System, North Vietnam. *Earth-Science Reviews*. 114(3–4): 224–235. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.06.008>
16. Pubellier M., Rangin C., Phach P.V., Que B.C., Hung D.T., Lung Sang C.L. **2003**. The Cao Bang-Tien Yen Fault: implications on the relationships between the Red River Fault and the south China Coastal Belt. *Advances in Natural Sciences*. 4(4): 347–361.
17. Rangin C., Klein M., Roques D., Le Pishon X., Trong L.V. **1995**. The Red River Fault System in the Tonkin Gulf, Vietnam. *Tectonophysics*. 243(3–4): 209–222. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)00207-p](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)00207-p)
18. Sun Z., Zhou D., Zhong Z., Zeng Z., Wu S. **2003**. Experimental evidence for the dynamics of the formation of the Yinggehai basin, NW South China Sea. *Tectonophysics*. 372(1–2): 41–58. [https://doi.org/10.1016/s0040-1951\(03\)00230-0](https://doi.org/10.1016/s0040-1951(03)00230-0)
19. Tapponnier P., Peltzer G., Armijo R. **1986**. On the mechanics of the collision between India and Asia. *Geological Society of London, Special Publications*. 19(1): 113–157. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1986.019.01.07>
20. Tapponnier P., Lacassin R., Leloup P.H., Schärer U., Dalai Z., Xiaohan L., Liangshang Z., Jiayou Z. **1990**. The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left-lateral shear between Indochina and South China. *Nature*. 343(6257): 431–437. <https://doi.org/10.1038/343431a0>
21. Vu Van Chinh. **2002**. Neotectonic development phases and mechanism of the Cao Bang-Tien Yen Fault. *Journal of Earth Sciences*. 22(3): 181–187. (In Vietnamese).
22. Wysocka A. **2009**. Sedimentary environments of the Neogene basins associated with the Cao Bang-Tien Yen Fault, NE Vietnam. *Acta Geologica Polonica*. 59: 45–69.
23. Zuchiewicz W., Cuong Nguyen Quoc, Zasadni J., Yêm Nguyen Trong. **2013**. Late Cenozoic tectonics of the Red River Fault System, Vietnam, in the light of geomorphic studies. *Journal of Geodynamics*. 69: 11–30. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2011.10.008>