

УДК 551.2.03  
DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art32

## **УГЛЕВОДОРОДНАЯ ВЕТВЬ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ: МАНТИЙНО-КОРОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССАХ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ НЕФТЕГАЗОАКОПЛЕНИЯ**

Валяев Б.М., Дрёмин И.С., ИПНГ РАН  
E-mail: valyb@mail.ru

**Аннотация.** Изложены результаты мультирегионального обобщения углерод-гелиевых и изотопно-гелиевых данных по углекислоте вулканов и гидротерм и метану нефтегазовых месторождений. Анализом суммарных диаграмм подтверждается глубинная мантийно-коровая природа (с участием рециклинга корового материала) не только углекислоты вулканов и гидротерм, но и метана нефтегазовых месторождений, которым соответствуют две ветви дегазации Земли. Эти же построения позволили выделить два типа нефтегазоносных регионов с умеренными (менее  $0,1R_a$ ) и повышенными ( $0,1R_a - 6,5R_a$ ) значениями изотопно-гелиевых отношений  $^3\text{He}/^4\text{He}$ . Процессы формирования углеводородных скоплений в нефтегазоносных регионах коррелируются с двумя типами углеводородной ветви дегазации Земли.

**Ключевые слова:** нефтегазоносные регионы, нефтегазовые месторождения, метан, углекислота, вулканы, гидротермы, изотопно-геохимическая система,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^3\text{He}/^4\text{He}$ , изотопно-гелиевые отношения,  $C_{\text{CO}_2}/^3\text{He}$ ,  $C_{\text{CH}_4}/^3\text{He}$ , углерод-гелиевые отношения.

## **HYDROCARBON BRANCH OF EARTH DEGASSING: MANTLE-CRUST INTERACTION IN PROCESSES AND REGULARITIES OF OIL AND GAS ACCUMULATION**

Valyaev B.M., Dremin I.S., OGRI RAS  
E-mail: valyb@mail.ru

**Abstract.** The results of multiregional generalization of hydrotherms carbon-helium and isotope-helium data on volcanic carbon dioxide and methane from oil and gas fields are presented. The analysis of the total sum diagrams confirms the deep mantle-crustal nature (with the participation of crustal material recycling) not only carbon dioxide from volcanoes and hydrotherms, but also methane from oil and gas deposits, which correspond to two branches of Earth degassing. The same constructions allowed us to distinguish two types of oil and gas regions with moderate (less than  $0,1R_a$ ) and increased ( $0,1R_a - 6,5R_a$ ) values of isotope-helium

ratios  $^3\text{He}/^4\text{He}$ . The processes of hydrocarbon accumulations forming in the oil and gas regions are correlated with two types of hydrocarbon branches of the Earth degassing.

**Keywords:** oil and gas bearing regions, oil and gas fields, methane, carbon dioxide, volcanos, hydrotherms, isotopic geochemical system,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^3\text{He}/^4\text{He}$ , isotope-helium relations,  $\text{C}_{\text{CO}_2}/^3\text{He}$ ,  $\text{C}_{\text{CH}_4}/^3\text{He}$ , carbon-helium relations.

В современных геодинамических построениях по изучению механизмов и особенностей рециклинга корового вещества, процессам мантийно-корового взаимодействия посвящены исследования ведущих специалистов по петрологии, геодинамике и изотопной геохимии (Н.Л. Добрецов, В.В. Ярмолук, Л.И. Лобковский, Ю.А. Костицын и др.). Изотопно-гелиевые  $^3\text{He}/^4\text{He}$  и углерод-гелиевые  $\text{C}/^3\text{He}$  отношения используются в качестве основных индикаторов при оценках мантийно-корового взаимодействия, масштабов и характера рециклинга корового материала [1,2,3 и др.]. Высокие значения отношения  $^3\text{He}/^4\text{He} \approx 8R_a$  оказались характерными для магматических (мантийных) процессов (Б.Г. Поляк, Э.М. Прасолов). Использование изотопно-гелиевых и углерод-гелиевых показателей и раньше [4] и в последние годы [5] укрепляло представления о том, что в формировании нефтегазовых месторождений участие мантийных (абиогенных) углеводородов незначительно.

Однако в гигантских масштабах и неравномерностях традиционного и нетрадиционного нефтегазонакопления, в сверхвысоких аномалиях пластовых флюидных давлений и температур отчетливо проявляется энергетика глубинных флюидно-нефтяных систем. Связь распространения этих систем и нефтегазовых месторождений с глубинными разломами и корово-мантийными неоднородностями вступает в противоречие с результатами традиционной интерпретации изотопно-геохимических (включая изотопно-гелиевые) данных. Необходимость альтернативной интерпретации этих данных для согласования с данными новейших геодинамических и петрологических исследований, исследований по глубинному генезису углеводородов (углеводородной ветви дегазации Земли) стала очевидной.

Подобного рода альтернативная интерпретация данных в рамках углерод-гелиевой  $\text{C}/^3\text{He}$ – $^3\text{He}/^4\text{He}$  и изотопно-гелиевой  $^3\text{He}$ – $^4\text{He}$  систем нами продолжает выполняться, а полученные уже результаты были изложены в ряде статей и докладов [6-11 и др.].

Для метана нефтегазовых месторождений наше обобщение охватило 13 нефтегазоносных регионов России, Китая, США, Японии, Новой Зеландии и других стран (рис. 1). Нами впервые было выполнено мультирегиональное обобщение для углекислоты вулканов, фумарол и гидротерм. Оно охватило 16 регионов активных окраин Северо-Тихоокеанского региона, зон субдукции Центральной и Южной Америки, геодинамически активных регионов Западного Тетиса. На суммарной диаграмме  $C_{CO_2}/^3He-^3He/^4He$  и  $C_{CH_4}/^3He-^3He/^4He$  выявилась близость углерод-гелиевого отношения для метана и углекислоты в широком интервале значений от  $10^8$  до  $10^{13}$  (рис. 2). Общее согласие исследователей о глубинной мантийно-коровой (с участием рециклинга корового материала) природе углекислоты вулканов и гидротерм позволяет сделать вывод о такой же (глубинной мантийно-коровой) природе метана.

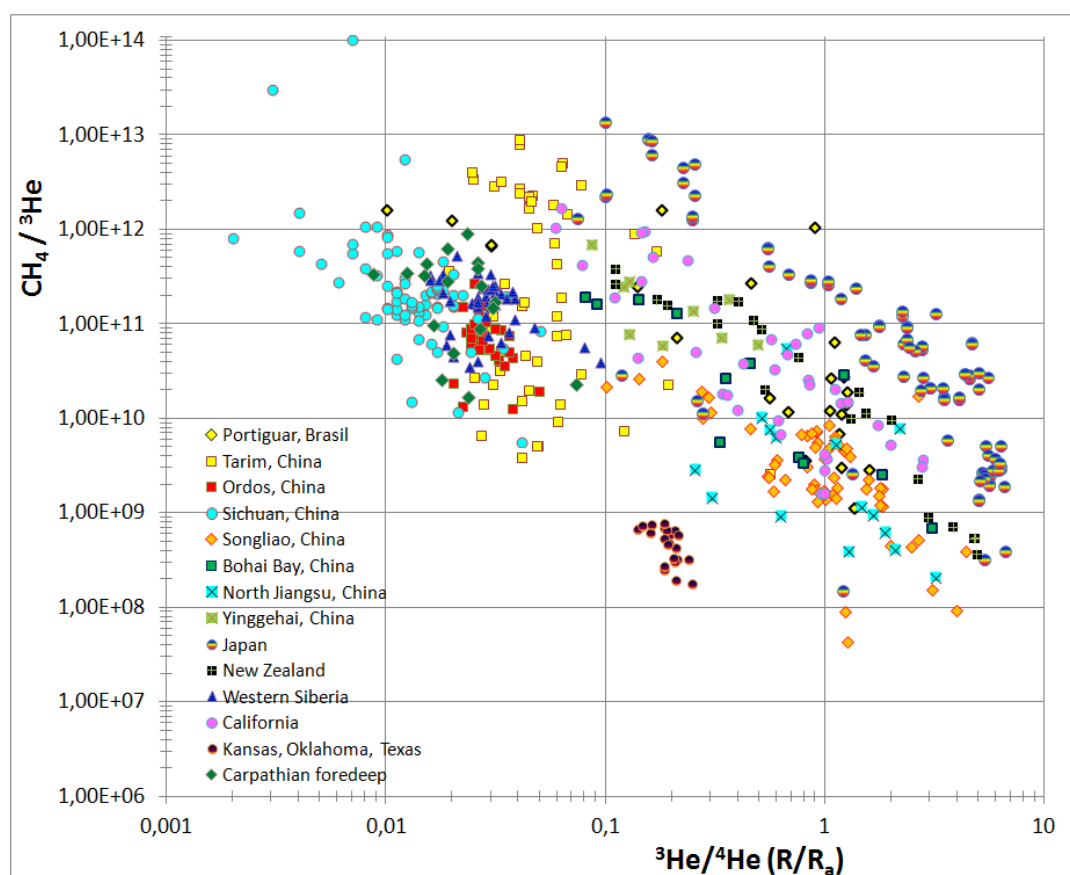


Рис. 1. Корреляция соотношений  $CH_4/^3He$  и  $^3He/^4He$  для метана месторождений нефтегазоносных бассейнов различных регионов. Первичные данные приведены на рис. 4 в статье [7].

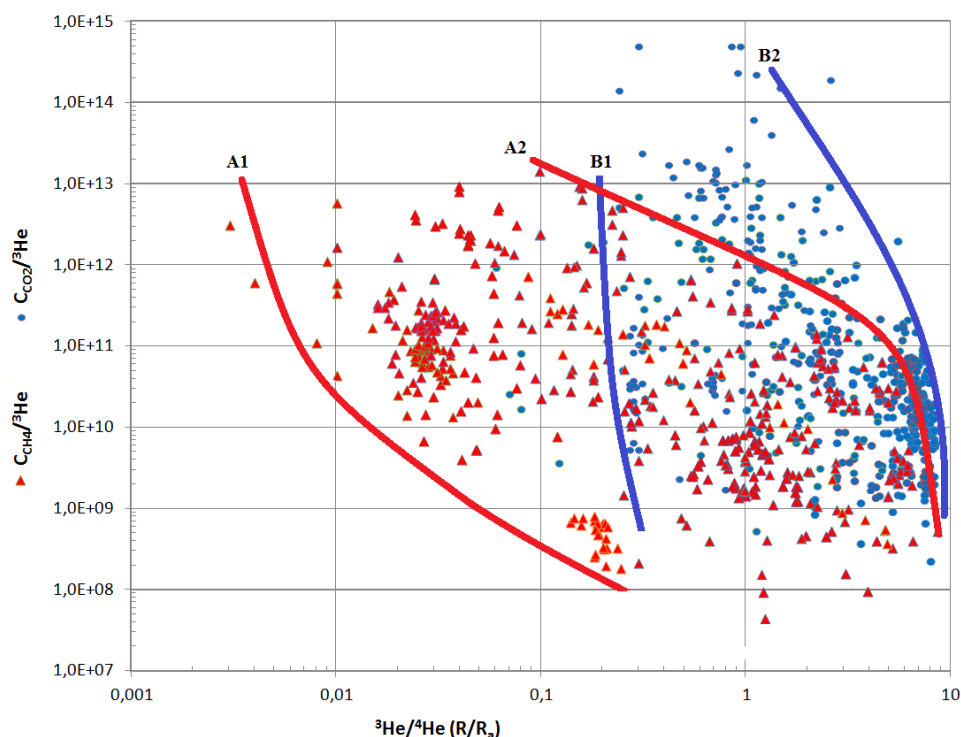


Рис. 2. Объединение суммарных диаграмм изотопно-гелиевых ( $^3\text{He}/^4\text{He}$ ) и изотопно-геохимических углерод-гелиевых соотношений для метана ( $\text{C}_{\text{CH}_4}/^3\text{He}$ ) и углекислоты ( $\text{C}_{\text{CO}_2}/^3\text{He}$ ), красные значки и линии отражают суммарное поле метана для нефтегазовых месторождений; синие значки и линии отражают суммарное поле углекислоты для флюидов вулканов, фумарол и гидротерм.

На представленной суммарной диаграмме отражаются две глобальные разновидности, два типа глубинной дегазации Земли, связанных с восстановительными (для метана нефтегазовых месторождений) и окислительными (для углекислоты вулканов, фумарол и гидротерм) обстановками, что соответствует двум типам – «холодной и горячей» дегазациям Земли по П.Н. Кропоткину.

Изотопно-гелиевая система позволила проанализировать разнообразие изотопно-гелиевых отношений на диаграмме  $^3\text{He}$ – $^4\text{He}$  в связи с разнообразием содержаний каждого из изотопов гелия –  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$ . Этот анализ был выполнен по данным для метана рассматриваемых нами 13 нефтегазоносных регионов (рис. 3). На суммарной диаграмме  $^3\text{He}$ – $^4\text{He}$  обособилось две совокупности (два типа) нефтегазоносных регионов с умеренными (менее  $0,1R_a$ ) и высокими ( $0,1R_a - 6,5R_a$ ) значениями изотопно-гелиевых отношений (рис. 4). Первый тип объединяет месторождения современных внутриконтинентальных нефтегазоносных регионов, а второй тип – месторождения современных регионов континентальных окраин и островных дуг. Как оказалось, эти два типа изотопно-гелиевых отношений позволяют дифференцировать углеводородную ветвь

дегазации Земли (по П.Н. Кропоткину – «холодную») на два типа. В различии изотопно-гелиевых отношений этих типов (рис.3, 4) отражается разнообразие региональных и внутрирегиональных геодинамических обстановок, процессов мантийно-корового взаимодействия, рециклической переработки корового материала и процессов формирования углеводородных скоплений в нефтегазоносных регионах.

В докладе будет представлен дополнительный анализ взаимосвязи разнообразия значений отношений  $^3\text{He}$ – $^4\text{He}$  и  $\text{C}_{\text{CH}_4}/^3\text{He}$ – $^3\text{He}/^4\text{He}$  для нефтегазовых месторождений с характером переработки корового материала в процессах мантийно-корового взаимодействия.

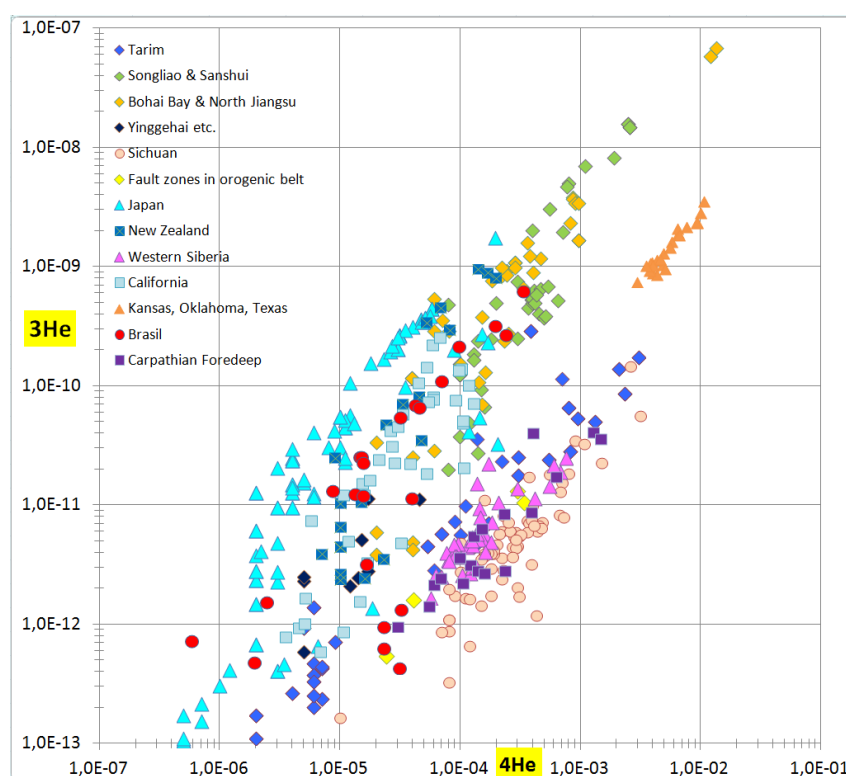


Рис. 3. Мультирегиональная изотопно-гелиевая диаграмма для метана нефтегазовых месторождений. Первичные данные приведены на рис. 4 в статье [7].

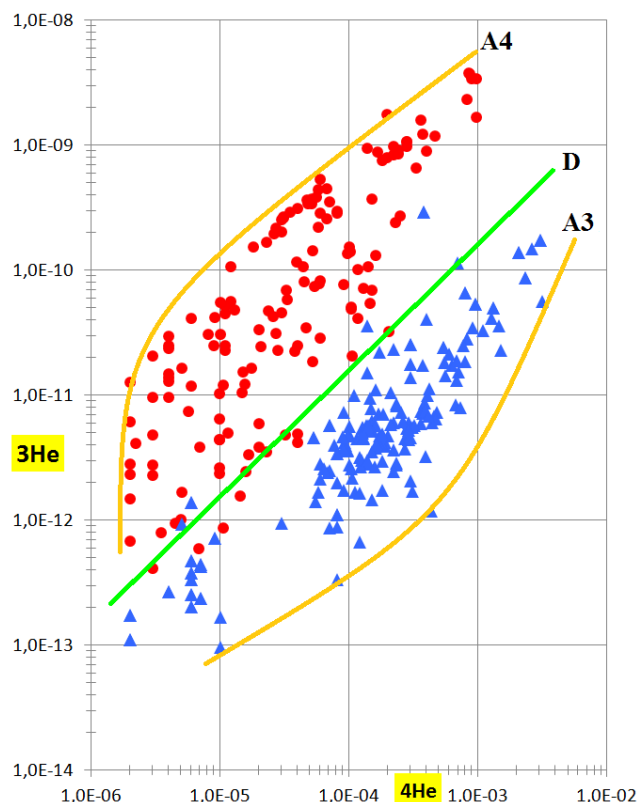


Рис. 4. Изотопно-гелиевая диаграмма для метана месторождений: сопоставление нефтегазоносных регионов с умеренными (менее  $0,1R_a$ , синие значки) и с высокими (от  $0,1R_a$  до  $6,5R_a$ , красные значки) значениями отношений  $^3\text{He}/^4\text{He}$ . Кривые A3 и A4 обрамляют изотопное поле метана нефтегазовых месторождений. (Модификация рис. 3)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Marty B., Jambon A.  $\text{C}^3\text{He}$  in volatile fluxes from the solid Earth: implications for carbon geodynamics // *Earth and Planetary Science Letters*. 1987. Vol. 83. P. 16–26.
2. Taran Y.A. Geochemistry of volcanic and hydrothermal fluids and volatile budget of the Kamchatka-Kuril subduction zone // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2009. Vol. 73. P. 1067–1094.
3. Ray M.C., Hilton D.R., Munoz J. et al. The effects of volatile recycling, degassing and crustal contamination on the helium and carbon geochemistry of hydrothermal fluids from the Southern Volcanic Zone of Chile // *Chemical Geology*. 2009. Vol. 266. P. 38–49.
4. Jenden P.D., Hilton D.R., Kaplan J.R., Craig H. Abiogenic hydrocarbons and Mantle Helium in Oil and Gas Fields // *The Future of Energy Gases*. U.S. Geological survey professional paper. 1993. № 1570. P. 31–56.

5. *Zhijun Jin, Liuping Zhang, Yang Wang et. al.* Using carbon, hydrogen and helium isotopes to unravel the origin of hydrocarbons in the Wujiaweizi area of the Songliao Basin, China // *Episodes*. 2009. Vol. 32, № 3. P. 167–176.
6. *Валяев Б.М.* Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (развитие идей П.Н. Кропоткина). – В кн.: Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения П.Н. Кропоткина). Отв. ред. акад. А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев. –М.: ГЕОС, 2011. С. 10–32.
7. *Валяев Б.М., Дрёмин И.С.* Дегазация земли и природа процессов нефтегазонакопления (изотопно-геохимические и геодинамические аспекты) // *Геология и полезные ископаемые мирового океана*, №2, 2015. С. 33-49.
8. *Валяев Б.М., Дрёмин И.С.* Конвекционный рециклинг и мантийно-коровое взаимодействие в процессах Дегазации Земли и генезиса углеводородных флюидов и месторождений // *Материалы XXII Международной научной конференции (школы) по морской геологии*, ИО РАН, г. Москва. 20-24 ноября 2017 г. Т. II. С. 39–42.
9. *Valyaev B.M., Dremine I.S.* Deep Roots of the Fluid Systems and Oil-Gas Fields (Isotope Geochemical and Geodynamic Aspects) // *Abstracts of the International Conference Goldschmidt2015. Prague (Czech Republic)*, 2015. P. 3221.
10. *Valyaev B.M., Dremine I.S.* Origin of Mud Volcano Gases and Gas Fields (Isotope-geochemical and Geodynamic Aspects) // *Abstracts of the International Conference on Gas Geochemistry 2015 (ICGG-13), Chengdu (China)*, 2015. P. 29–30.
11. *Valyaev B.M., Dremine I.S.* Hydrocarbon degassing of the earth and origin of oil-gas fields (isotope-geochemical and geodynamic aspects) // *Abstracts of the International Conference EGU General Assembly 2016. Vienna (Austria)*, 2016. P. 921.