

Академик НАН Украины **Е. Ф. Шнюков**, академик НАН Украины
П. Ф. Гожик, В. А. Краюшкин, В. П. Клочко, Э. Е. Гусева,
Р. М. Морозова

Ванадий и никель в природных нефтях Азии, Африки, Европы, Северной и Южной Америки

In Africa, America, Asia, and Europe, many crude oils contain vanadium and nickel. Their concentrations are diverse, but the geochemically identical V/Ni ratios allow one to evidence the abyssal non-biotic origin of those crudes.

Микроэлементный состав природных нефтей и битумов — это база для разработки мероприятий по защите окружающей среды от высокотоксичных (As, Cd, Hg, Ni, S, V, Zn и др.) отходов нефтепереработки и дымовых газов тепловых электростанций, работающих на мазуте; по промышленной добыче ванадия или других металлов из нефти и по оценке геохимических условий естественного нефтеобразования.

В Венесуэле, Канаде и США уже добывают ванадий, никель и уран из тяжелых нефтей, битумов и отходов нефтепереработки. Канаде и США это дает более 15 % пентаоксида ванадия, считая от его общего производства, а ванадий, добываемый из золы нефти сверхгигантских месторождений Бачакеро, Кабимас, Лягунильяс, Тиа Хуана и Оринокский нефтяной пояс, экспортируется Венесуэлой в США, удовлетворяя свыше 50% спроса на этот металл. В виде бойлерного топлива “Оримульсии” (искусственная смесь из 70% нефти и 30% воды) оринокская нефть поставляется для тепловых электростанций и в Европу, где один из германских заводов перерабатывает ежегодно 6000 т оринокской нефтяной золы, извлекая из нее 1150 т пентаоксида ванадия (в пентаоксиде — 56% этого металла), 700 т магния и 130 т никеля [1–3].

Отметим исследования концентраций ванадия и никеля в нефти и для фундаментальных научных разработок в области ее происхождения, так как, согласно работам [1, 4, 5], геохимически тождественное отношение V/Ni (например, от 0,1 до 1,0 или от 1,0 до 10,0) — это единственное достоверное свидетельство генетического родства природных нефтей, т. е. их происхождение только из одного и того же источника. В самом деле, нефть, например, азербайджанского морского месторождения Азери (им. 26 Бакинских комиссаров) имеет V/Ni = 0,6, а фракции этой же нефти, кипящие при 342 °С, 369 и 509 °С, — 0,3; 0,2 и 0,1 соответственно [6]. Отношение V/Ni = 0,1 выявлено и в нефти, и в ее фракции, кипящей при 538 °С, в нигерийском месторождении Бонга [7]. У нефти из среднего девона Ромашкинского месторождения (Татарстан) V/Ni = 2,5, а у ее же фракций, кипящих при 360 °С, 360–538 и выше 538 °С — 2,5; 1,2 и 2,4 соответственно [8]. Геохимически тождественными бывают отношения V/Ni в нефтяной золе или нефти не только из одного и того же месторождения, но даже из разных месторождений, нефтедобывающих районов и нефтегазоносных провинций [1, 4, 5].

Как видно из данных, представленных в табл. 1, геохимически тождественным отношением V/Ni, определяемым величинами от 1,0 до 10,0, характеризуются природные нефти из пород кембрия и ордовика Прибалтики, девона Притиманья и Татарстана, карбона Западной Канады и Приднепровья, пермокарбона Западной Канады и Притиманья, нижней

Таблица 1. Ванадий и никель в природных нефтях [3, 6–15] и их золе [1, 2, 4, 5]

| Возраст нефтеносной толщи | V/Ni | Содержание, г/т | | Наименование нефти |
|---------------------------|------|-----------------|-----------|---|
| | | V | Ni | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PR | — | 0,00 | 0,00 | Днепроовско-Донецкая (КФ) [9] |
| | — | 0,00 | 2,00 | То же (КВФ-1) |
| | — | 0,00 | 6,00 | ” (КВФ-2) |
| PR-Є ₁ | — | — | 0,03 | Иркутская [3] |
| Є ₂ | 1,0 | 110000,00 | 107000,00 | Калининградская [1] |
| Є-P ₁ | — | 140,00 | — | Оленекская [3] |
| O | 1,0 | 82000,00 | 80000,00 | Калининградская [1] |
| D | 1,5 | 115,27 | 76,50 | Тимано-Печорская [3] |
| D ₂ | 2,5 | 53,70 | 21,25 | Татарская [8] |
| D ₃ | 0,1 | 25500,00 | 189000,00 | Белорусская [1] |
| | 0,5 | 2,42 | 4,46 | Западноканадская [4] |
| C ₁ | 1,0 | 28000,00 | 27600,00 | Днепроовско-Донецкая [1] |
| | 1,7 | 11,35 | 6,48 | Западноканадская [4] |
| C ₁₋₂ | 5,0 | 500,08 | 100,00 | Татарская [3] |
| C ₂₋₃ | 4,8 | 71,68 | 15,00 | Паудер-Риверская, США [3] |
| C ₃ | 2,3 | 30000,00 | 13000,00 | Днепроовско-Донецкая [1] |
| P/C | 1,4 | 79,60 | 56,70 | Западноканадская [4] |
| | 1,1 | 76,16 | 66,50 | Тимано-Печорская [3] |
| P ₁ | 2,0 | 29000,00 | 14400,00 | Днепроовско-Донецкая [1] |
| P ₂ | 0,4 | 50,96 | 125,00 | Озурийская [3] |
| PZ | 6,7 | 7,26 | 1,08 | Нижневожская [3] |
| | 2,2 | 148,65 | 66,88 | Центральноповолжская [3] |
| MZ | 0,6 | 0,45 | 0,74 | Бухаро-Хивинская [3] |
| | 1,1 | 4,06 | 3,69 | Дагестанская [3] |
| | 2,5 | 3,44 | 11,10 | Западношотландская, Великобритания [11] |
| | 0,5 | 0,14 | 0,26 | Краснодарская [3] |
| | 0,02 | 0,35 | 15,10 | Мангышлакская [3] |
| | 1,2 | 0,49 | 0,40 | Прикумско-Сухокумская [3] |
| | 0,2 | 0,14 | 0,70 | Ферганская [3] |
| T | 1,3 | 3,94 | 2,93 | Эмбенская [3] |
| | 4,0 | 106,12 | 26,50 | Бигхорнская, США [3] |
| | 3,8 | 180,88 | 47,00 | Венгерская [3] |
| | 2,4 | 98,60 | 41,35 | Западноканадская [4] |
| T ₂ | — | 0,00 | 5,00 | Ниньюганьская, КНР [9] |
| J ₂₋₃ | 2,5 | 77,70 | 31,50 | Западноканадская [4] |
| J | 3,2 | 124,04 | 39,00 | Бузачинская [3] |
| | 2,0 | — | — | Североморская, Норвегия [10] |
| | 3,6 | 37,92 | 10,50 | Саудовско-Аравийская морская [8] |
| | 6,9 | 48,72 | 7,00 | Саудовско-Аравийская неморская [8] |
| | 4,3 | 94,00 | 22,00 | Аравийская легкая [8] |
| J-K | 3,0 | 96,00 | 32,00 | То же средняя [8] |
| | 3,2 | 171,00 | 53,00 | ” тяжелая [8] |
| | 3,7 | 168,28 | 45,00 | Бузачинская [3] |
| | 5,6 | 119,28 | 21,00 | Западносибирская [3] |
| | 2,9 | 72,00 | 25,00 | Иранская морская [8] |
| | 2,9 | 88,00 | 30,00 | Иранская тяжелая [8] |
| | 4,5 | 249,00 | 55,00 | Саудовско-Аравийская, морская [8] |

Таблица 1. Продолжение

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------------------|----------------|-----------|-----------|---|--------------------|
| K ₁ | 0,04 | 1,00 | 28,00 | Дацинская, КНР [8, 15] | |
| | 2,8 | 138,20 | 49,05 | Западноканадская [4] | |
| | 3,8 | 150,64 | 39,00 | Иранская морская [8] | |
| | — | 0,00 | 38,00 | Северокорейская [9] | |
| | 2,9 | 56,56 | 19,00 | Сирийская [3] | |
| | 0,99 | 119,28 | 120,00 | Тюленевская, Болгария [3] | |
| | — | 0,00 | 9,00 | Чадская [12] | |
| K ₂ | 0,5 | 0,58 | 1,24 | Западноканадская [4] | |
| | 0,6 | 13000,00 | 22000,00 | Карпатская [1] | |
| | 0,9 | 30000,00 | 34000,00 | Предкарпатская [1] | |
| | 3,2 | 72,24 | 22,5 | Сирийская [3] | |
| K, P, N ₁ | 0,1 | 0,30 | 3,00 | Нигерийская глубоководно-морская [7] | |
| K, P ₃ /N ₁ | 2,7 | 35,00 | 13,00 | Иранская легкая [8] | |
| K-N ₂ | 3,7 | 166,32 | 45,00 | Венгерская [3] | |
| K ₂ -P ₂ | 1,1 | 39,50 | 35,25 | Северокубинская [9] | |
| KZ | 0,7 | 5000,00 | 6500,00 | Грозненская, по [5] | |
| | 0,1 | 0,87 | 7,40 | То же, по [3] | |
| | 0,7 | 7200,00 | 9700,00 | Дагестанская, по [5] | |
| | 0,8 | 5,27 | 6,02 | То же, по [3] | |
| | 0,8 | 4,31 | 5,07 | Краснодарская [3] | |
| | 1,3 | 112000,00 | 83400,00 | Южнодагестанская, по [5] | |
| | 3,3 | 184,33 | 55,33 | То же, по [3] | |
| | P ₁ | 0,8 | 13000,00 | 16000,00 | Карпатская [1] |
| | | 1,0 | 27000,00 | 26000,00 | Предкарпатская [1] |
| | P ₂ | 1,4 | 171,36 | 124,00 | Амударьинская [3] |
| 0,4 | | 11000,00 | 27600,00 | Карпатская [1] | |
| 0,7 | | 12000,00 | 17200,00 | Предкарпатская [1] | |
| 0,00 | | 0,00 | 0,00 | Северокорейская [9] | |
| P ₂ -P ₃ | 7,8 | 934,08 | 119,00 | Маракайбская [3] | |
| P ₃ | 8,7 | 190000,00 | 21700,00 | Оринонская, Венесуэла [2] | |
| | 0,6 | 16000,00 | 26700,00 | Предкарпатская [1] | |
| P ₃ -N ₁ | 3,5 | 147,47 | 42,00 | Восточновенесуэльская [3] | |
| | 0,9 | 10900,00 | 11000,00 | Предкарпатская [1] | |
| P | 8,1 | 178,64 | 22,00 | Маракайбская [3] | |
| | 3,2 | 204,40 | 63,00 | Баринас-Апурская, Венесуэла [3] | |
| N ₁ | 0,5 | 8,20 | 15,17 | Ангольская глубоководноморская [13, 14] | |
| | 3,7 | 122,64 | 33,0 | Иранская [3] | |
| | 10,0 | 313,32 | 31,15 | Маракайбская [3] | |
| | 0,7 | 20000,00 | 28700,00 | Предкарпатская [1] | |
| | 0,6 | 98,28 | 168,00 | Калифорнийская, США [3] | |
| | 1,4 | 96,88 | 70,00 | Сирийская [3] | |
| | 1,9 | 85,76 | 45,00 | Суэцкая, Египет [3] | |
| | 5,6 | 101,36 | 18,00 | Восточновенесуэльская [3] | |
| N ₁ -N ₂ | 0,1 | 0,83 | 6,40 | Сахалинская [3] | |
| | 0,06 | 2205,00 | 38 905,00 | Азербайджанская морская, по [5] | |
| N ₂ | 0,06 | 0,60 | 10,30 | То же, по [3] | |
| | 0,6 | 2,00 | 3,00 | Азери, Азербайджан [6] | |
| | 0,5 | 800,00 | 1600,00 | Апшеронская, Азербайджан, по [5] | |
| | 0,04 | 0,60 | 14,00 | То же, по [3] | |
| | 0,6 | 500,00 | 800,00 | Западнотуркменская, по [5] | |
| | 0,2 | 1,70 | 7,40 | Западнотуркменская, по [3] | |
| N ₂ | 0,99 | 82,32 | 83,00 | Калифорнийская, США [3] | |

Примечание. Прочерк — отсутствие данных; КФ и КВФ — кристаллический фундамент и его кора выветривания.

перми Приднепровья, палеозоя Нижнего и Центрального Поволжья, мезозоя Дагестана, Северной Атлантики, Прикумско-Сухокумского и Эмбенского районов, триаса Венгрии, Западной Канады и Скалистых гор США, юры Западной Канады, п-ова Бузачи, Северного моря и Среднего Востока, юры/мела Западной Сибири, п-ова Бузачи и Среднего Востока, мела Болгарии, Западной Канады, Ближнего и Среднего Востока, кайнозоя Таджикистана, палеогена Амударьинской области, Восточной и Северной Венесуэлы, а также Предкарпатя, миоцена и плиоцена Ближнего и Среднего Востока, Восточной и Северной Венесуэлы, Калифорнии и Суэцкого грабена.

Геохимически тождественное отношение V/Ni , т. е. его значение в интервале от 0,1 до 1,0, присуще природным нефтям из верхнего девона Белорусского Полесья и Западной Канады, верхней перми Габона, мезозоя Бухаро-Хивинской области, Кубани и Ферганы, верхнего мела Западной Канады, Карпат и Предкарпатя, мезозоя/кайнозоя дельты Нигера, кайнозоя Дагестана, Грозненского региона и Кубани, палеогена Карпат и Предкарпатя, неогена Анголы, Апшеронского п-ова, Западной Туркмении, Калифорнии, Предкарпатя и Сахалина. Природные же нефти из отложений мезозоя Мангышлака, нижнего мела Северного Китая, а также плиоцена Апшеронского п-ова и Бакинского архипелага отличаются отношением V/Ni в пределах от 0,01 до 0,1 (см. табл. 1).

Как видно из приведенного выше, имеются три группы природных нефтей, характеризующихся тремя разными (1,0–10,0; 0,1–1,0 и 0,01–0,1) группами значений V/Ni и, следовательно, происходящих из трех источников нефтеобразования. В группе нефтей с V/Ni от 1,0 до 10,0 их источник — это очаги глубинного, небиотического нефтегазообразования с присутствием только им способностью продуцировать генетически родственные нефти на протяжении почти 500 млн лет (со среднего кембрия по миоцен) при континентальном и при морском осадконакоплении в Азии, Америке, Африке и Европе. Природные нефти с V/Ni от 0,1 до 1,0 и от 0,01 до 0,1 также не коррелируются естественно с нефтематеринской свитой, которая изменялась в течение 290–300 млн лет (с верхнего девона по плиоцен) в осадочных бассейнах Анголы, Белоруссии, Бухаро-Хивинской области, Габона, Грозненского района, Дагестана, Западной Канады, Западной Туркмении, Ирана, Калифорнии, Карпат, Кубани, Нигерии, Предкарпатя, Сахалина и Ферганы или 200–210 млн лет (с триаса до плейстоцена) в осадочных бассейнах Апшеронского п-ова, Мангышлака, Северного Китая и Южного Каспия.

Вышеизложенное является результатом атомно-спектрального, нейтронно-активационного, рентгенфлюоресцентного и других исследований около 1420 образцов нефтяной золы и природных нефтей из более 550 их месторождений [1–15]. Они находятся в 40 осадочных бассейнах (Амударьинском, Аньчжу, Аравийско-Иранском, Баринас-Апурском, Биг Хорн, Варненском, Волго-Уральском, Восточновенесуэльском, Грэйт Вэлли, Днепровско-Донецком, Западноканадском, Западносибирском, Западношотландском, Карпатском, Конголезском, Лено-Тунгусском, Маракаибском, Нигерском, Огуэ, Паннонском, Паудер Ривер, Польско-Литовском (Прибалтийском), Предкавказском, Предкарпатском, Прикаспийском, Припятском, Санта-Мария, Северокубинском, Североморском, Северосахалинском, Сохэ, Сунляо, Суэцком, Сычуаньском, Тимано-Печорском, Ферганском, Чадском, Южнокаспийском, Южномангышлакском и Южнотаджикском). Эти осадочные бассейны располагаются в границах 26 стран Азии, Африки, Европы, Северной, Центральной и Южной Америки — в Азербайджане, Анголе, Белорусии, Болгарии, Венгрии, Венесуэле, Габоне, Египте, Иране, Казахстане, Канаде, КНР, КНДР, Кубе, Нигерии, Норвегии, России, Саудовской Аравии, Сирии, Соединенном Королевстве, США, Таджикистане, Туркменистане, Узбекистане, Украине и Чаде.

1. Шнюков Е. Ф., Краюшкин В. А., Клочко В. П. и др. Ванадиеносность нефтей Украины, Белоруси и Прибалтики // Геол. журн. – 2005. – № 1. – С. 23–28.
2. *Venezuela details Ostimulsion expansion program* // Oil and Gas J. – 1995. – **93**, No 14. – P. 32–34.
3. Нукенов Д. Н., Пуранова С. А., Агафонова З. Г. Металлы в нефтях, их концентрация и методы извлечения. – Москва: Геос, 2001. – 77 с.
4. *Hodgson G. W. Vanadium, nickel and iron trace metals in crude oils of Western Canada* // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1954. – **38**, No 12. – P. 2537–2554.
5. Багир-Заде Ф. М., Нариманов А. А., Бабаев Ф. Р. Геолого-геохимические особенности месторождений Каспийского моря. – Москва: Недра, 1988. – 208 с.
6. *BP assays Azeri crude* // Oil and Gas J. – 2006. – **104**, No 23. – P. 44–46.
7. *ExxonMobil assays Bonga crude* // Ibid. – No 13. – P. 59–61.
8. *International Petroleum Encyclopedia* / Ed. J. C. MacCaslin. – Tulsa (OK): Petrol. Publish. Co., 1976. – 456 p.
9. Шнюков Е. Ф., Краюшкин В. А., Гусева Э. Е. и др. Небиогенные природные нефти Украины, Китая, Кубы и Северной Кореи // Доп. НАН України. – 2001. – № 1. – С. 23–28.
10. *Braer crude oil tanker splits as weather hinders containment* // Oil and Gas J. – 1993. – **91**, No 3. – P. 26–27.
11. *Chevron assays Clair crude* // Ibid. – 2006. – **104**, No 23. – P. 48–49.
12. *ChevronTexaco assays Doba crude* // Ibid. – 2004. – **102**, No 13. – P. 54–57.
13. *ExxonMobil assays Kissanje blend crude* // Ibid. – 2006. – **104**, No 23. – P. 50–52.
14. *Kizomba B attaines production capacity early* // Ibid. – 2005. – **103**, No 38. – P. 32–34.
15. Wanli Y., Yongkang L., Ruiqi G. Formation and evolution of nonmarine petroleum in Songliao basin, China // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1985. – **69**, No 7. – P. 1112–1122.

*Отделение морской геологии и осадочного
рудобразования Национального научно-
природоведческого музея НАН Украины, Киев
Институт геологических наук НАН Украины, Киев*

Поступило в редакцию 11.09.2006