

© Коллектив авторов, 2018

УДК 550.382

*М.И. Исаева<sup>1</sup>, Т.Д. Гараева<sup>1</sup>, А.Г. Рзаев<sup>2</sup>*

**МАГНИТНЫЕ И ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
ВЕРХНЕПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АДЖИНОУРСКОЙ  
ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

<sup>1</sup> Институт Геологии и Геофизики Национальной Академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан

<sup>2</sup> Республиканский Центр Сейсмологической Службы при Национальной Академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан

В статье рассматриваются магнитные и палеомагнитные критерии нефтегазоносности верхнеплиоцен-плейстоценовых отложений Аджиноурской тектонической зоны Азербайджана. Показано, что чувствительными к зонам проявления нефти и газа являются параметры  $I_{rs}/I_{rso}$  и  $I_{rt}/I_n$ , связанные с температурными фазовыми превращениями железосодержащих соединений. Установлено, что абшеронские и акчагыльские отложения, погруженные на относительно большие глубины и находящиеся в благоприятных фациальных и тектонических условиях, представляют определенный интерес с точки зрения нефтегазоносности.

*Ключевые слова:* палеомагнетизм, магнито-минералогические критерии, железосодержащие минералы, термомагнитные исследования, осадочные породы, нефтегазоносность.

---

---

*M.I. Isayeva<sup>1</sup>, T.J. Garayeva<sup>1</sup>, A.G. Rzaev<sup>2</sup>*

**MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC CRITERIA OF OIL AND GAS  
POTENTIAL OF THE UPPER PLIOCENE-PLEISTOCENE DEPOSITS  
OF THE AJINOUR TECTONIC ZONE**

<sup>1</sup> Institute of Geology and Geophysics of National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup> The Republican Center of Seismological Service at National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

Magnetic and paleomagnetic criteria of oil and gas potential of the Upper Pliocene-Pleistocene deposits of the Ajinour tectonic zone of Azerbaijan are considered. It is shown that the parameters of  $I_{rs}/I_{rso}$  and  $I_{rt}/I_n$  related with temperature phase transformations of an iron containing compounds are sensitive to zones of existence of an oil and gas.

It is established that the Absheron and Akchagyl deposits buried to relatively bigger depths and which are in favorable facial and tectonic conditions, are of a certain interest from the point of view of oil and gas potential.

*Keywords:* paleomagnetism, magnetic-mineralogical criteria, iron-containing minerals, thermomagnetic researches, sedimentary rocks, oil and gas potential.

## **Введение**

Одним из важных аспектов экономики Азербайджана является увеличение ресурсов нефти и газа, что подразумевает открытие новых залежей углеводородов. При этом с целью повышения эффективности разведочных работ наряду с классическими методами поиска необходимо привлечение и других физических методов исследования. К одним из них можно отнести метод, основанный на фундаментальных положениях магнетизма горных пород.

О присутствии в недрах Аджиноура нефтегазоносных горизонтов говорят поверхностные выходы здесь нефти, газа и минерализованных вод. В то же время малочисленность их проявления в Аджиноуре связана с мощным (более 2000 м) покровом более молодых образований, перекрывающих предполагаемые нефтегазоносные горизонты, и не может служить поводом для отрицательной оценки этой области в смысле перспектив нефтегазоносности [1].

В разрезах плиоценовых образований рассматриваемой области имеются мощные песчано-алевритовые пласты, которые при благоприятных условиях могут вмещать в себя крупные промышленные залежи нефти и газа; их низкие коллекторские свойства в краевых частях области являются лишь результатом литофациальных изменений (в сторону огрубения терригенного материала) и загрязнения глинистыми разностями.

В Аджиноуре имеется более трех десятков закрытых (по отложениям верхнего плиоцена) антиклинальных складок, которые могут явиться хорошими резервуарами для скопления залежей нефти и газа промышленного значения.

Вопросы формирования залежей нефти и газа имеют как теоретическое, так и большое практическое значение. В данной проблеме существенными являются 2 аспекта: механизм формирования и время формирования залежей углеводородов. Ряд исследователей стоят на точке зрения главенствующей роли среднеплиоценового этапа в формировании структуры [2].

Анализ большого фактического материала позволяет в настоящее время выделить в северо-западной части рассматриваемого района, то есть в Аджиноурской тектонической зоне (где имеются благоприятные тектонические и фациальные условия), определенные перспективные площади, где можно будет начать глубокое разведочное бурение, направленное на поиски

залежей нефти и газа.

В статье рассматриваются магнитные и палеомагнитные критерии нефтегазоносности как альтернатива классическим методам поиска и разведки нефти и газа.

**Магнитные критерии нефтегазоносности.** Зависимость точки Кюри от состава минерала лежит в основе широко применяемого метода магнитных исследований – термомагнитного анализа (ТМА). Методы проведения термомагнитных исследований довольно хорошо изложены в работах по магнетизму горных пород [3-6].

В процессе термомагнитных исследований образцов горных пород Аджиноура строились кривые температурного размагничивания остаточной намагниченности насыщения  $J_{rs}(T^0)$ , в результате чего определялись точка Кюри и температура фазовых превращений  $T_n$ .

Кривые термомагнитного анализа снимались на аппаратуре, сконструированной в лаборатории главного геомагнитного поля ИФЗ АН СССР, которая позволяет фиксировать изменения величин  $J_s$  и  $J_{rs}$  в процессе нагрева образца от 20°C до 700°C. Ход термомагнитной кривой  $J_{rs}(T^0)$  снимался на термомагнитометре, чувствительностью порядка  $1 \cdot 10^{-5}$  Гс. В качестве измерительного устройства использовался прибор М-266М с классом точности 1,0. В этом случае абсолютная систематическая ошибка  $J_{rs}$  при нахождении величины остаточной намагниченности при заданной температуре составляет  $\pm 1$  деление шкалы М-266М. Относительные ошибки построения термомагнитной кривой ( $J_{rs}/J_{rs0}$ ) (с учетом рабочего диапазона) указаны непосредственно на кривых.

Известно, что основным магнитным минералом в осадочных породах, пропитанных нефтью, является тонкодисперсный магнетит, который образуется в породах за счет восстановления углеводородами окислов железа [3].

В осадочных породах, находящихся в контакте с природными углеводородами, происходит реакция взаимодействия углеводородов с тонкодисперсными окислами и гидроокислами железа, что приводит к возникновению устойчивых форм закисных или сульфидных соединений, таких как сидерит или минералов сульфидного ряда. Наиболее вероятным механизмом образования в осадочных породах минеральной ассоциации сидерит-магнетит является реакция неполного восстановления углеводородами до

сидерита окислов или гидроокислов железа.

Наиболее чувствительными к зонам проявления нефти и газа и отложений грязевого вулкана являются параметры  $I_{rs}/I_{rs0}$  и  $I_{rt}/I_n$ , связанные с температурными фазовыми превращениями железосодержащих соединений. Значения  $I_{rs}/I_{rs0}$  и  $I_{rt}/I_n$  достигают десятков и сотен единиц для пород, пропитанных нефтью, и порядка единиц для пород, не находящихся в контакте с углеводородами.

Терромагнитные исследования плиоценовых отложений Аджиноура показали: во-первых, что основными магнитными минералами, ответственными за первичную остаточную намагниченность осадков являются магнетит с  $T_c=550-575^\circ\text{C}$  и гидрогетит с  $T_c=100-120^\circ\text{C}$ ; во-вторых,  $I_{rs}/I_{rs0}$  и  $I_n/I_{rs}$  имеют аномально высокие значения;  $I_{rs}/I_{rs0}=51,3; 110,5; 125,5; 259,4$ ; и т.д.;  $I_n/I_{rs}=98,5; 164,3; 227,7; 276,3$  и т.д.

На рисунках 1 и 2 приводятся типичные кривые терромагнитного анализа образцов, содержащих углеводороды и имеющих аномально высокие значения величин  $I_{rs}/I_{rs0}$  и  $I_n/I_{rs}$  (рис.1), а также образцов, не содержащих нефть и газ (рис.2).

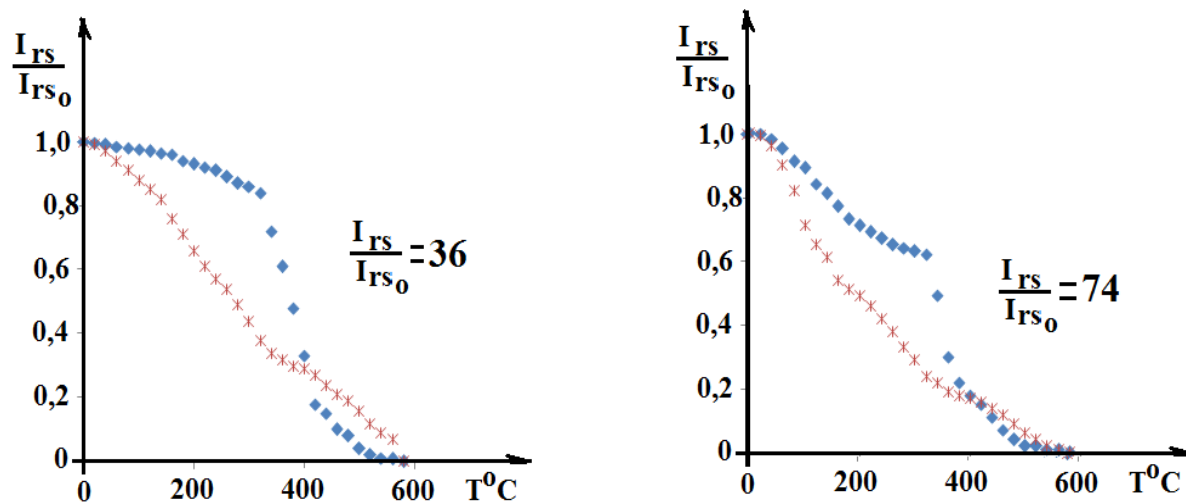


Рис. 1. Типичные кривые терромагнитного анализа для нефтесодержащих образцов.

Таким образом, полученные результаты терромагнитных исследований верхнеплиоцен-плейстоценовых осадков Аджиноура свидетельствуют в пользу присутствия в них углеводородов. Данный период, по-видимому, является основным в формировании ловушек нефти и газа и основная масса

углеводородов могла мигрировать в эти ловушка именно в течении верхнего плиоцена и плейстоцена.

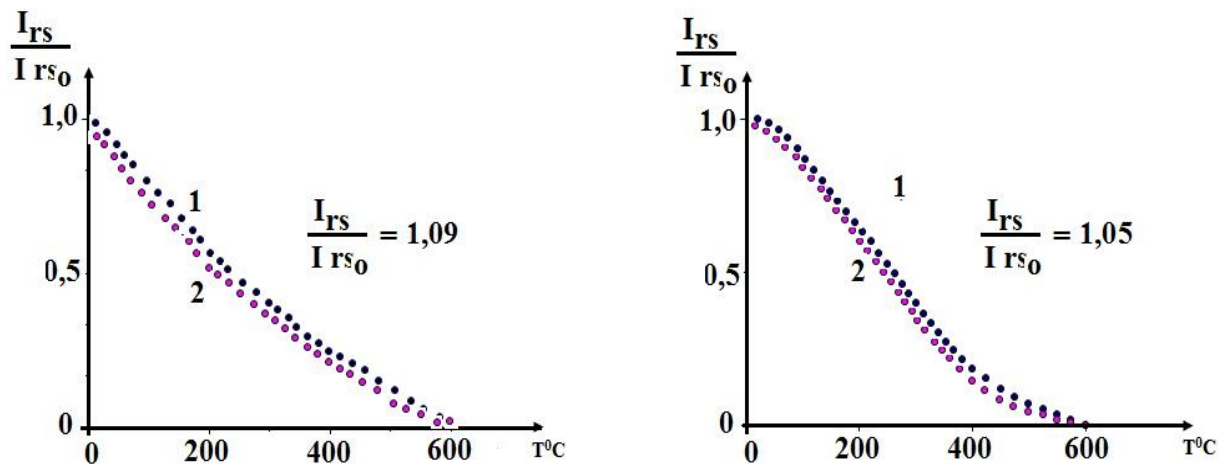


Рис. 2. Типичные кривые термомагнитного анализа образцов, не содержащих нефть и газ.

Наши выводы подтверждаются и геологическими данными [1, 7, 8].

### **Палеомагнитные критерии нефтегазоносности.**

Анализ палеогеографического распределения полезных ископаемых, и нефтегазовых в том числе, проводился неоднократно. Анализ с фиксированных позиций не только не обнаруживает приуроченность полезных ископаемых к низким широтам, но и совершенно не в состоянии объяснить появление месторождений угля, соли, нефти и газа на высоких и полярных широтах.

Анализ с позиций тектоники плит с привлечением статистических методов позволил с достаточной степенью достоверности выявить определенные закономерности в палеоширотной приуроченности углей, солей, нефти и газа и ряда других полезных ископаемых.

Формирование внутриконтинентальных нефтегазоносных бассейнов приурочено к палеоэкватору и к палеоширотам 30, 60, 80-90°. Рядом исследователей причины такой избирательной концентрации объясняются благоприятными условиями для проникновения и перераспределения углеводородов в мобильных палеоширотах.

Критические интервалы палеоширот являются наиболее благоприятными для проникновения, перераспределения и накопления газа, жидких и пластично-текучих образований (из-за сильной трещиноватости пород,

сбросовой тектоники, возникновения структур). Эти представления были подтверждены анализом размещения начальных запасов углеводородов по интервалам палеоширот [9]. Сумма начальных запасов нефти и газа по 10-градусным интервалам палеоширот разного возраста делилась на суммарную площадь континентов в этих интервалах, и по полученным данным строились гистограммы.

Распределение запасов нефти имеет четыре четких максимума: на палеоширотах экваториальных 0-5°, 30-40°, 55-60°, 80-90° и полярных. Именно эти широты являются наиболее мобильными и благоприятными для проникновения и формирования залежей углеводородов. Максимумы размещения запасов газа приурочены к экваториальным и полярным палеоширотам (рис. 3).

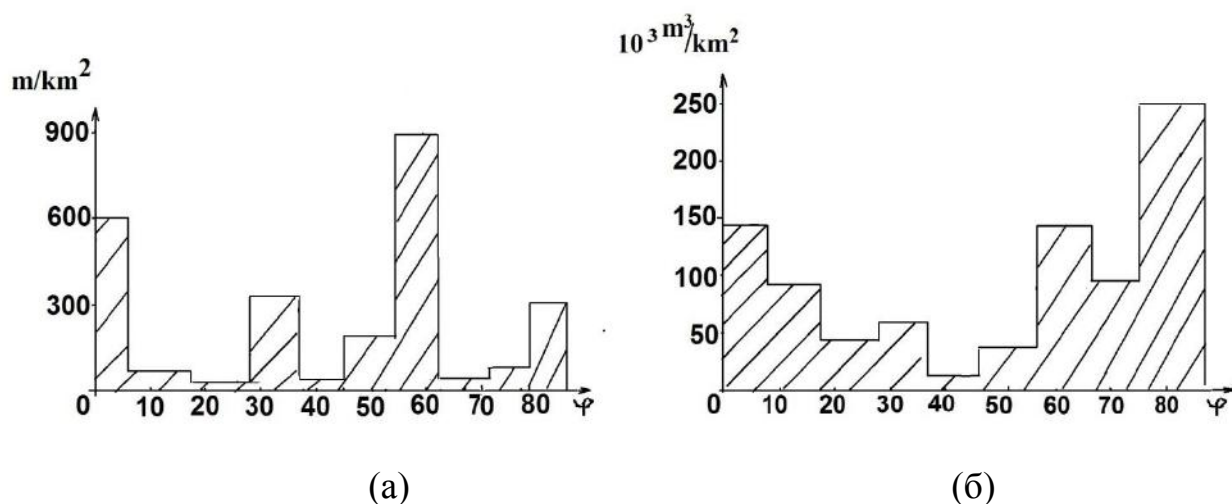


Рис. 3. Распределение по палеоширотам начальных запасов нефти (а) и газа (б).

Проведенный анализ палеомагнитных данных позволил определить значения палеоширот для отдельных стратиграфических возрастов:

$$\delta_m = 90^\circ - \arctg \frac{1}{2} (tg J_0)$$

где,  $J_0$  – средние значения наклонения для изученной группы пород.

Результаты определения палеоширот по палеомагнитным данным показали приуроченность исследованных нефтегазоносных районов к критическим палеоширотам (табл.).

Палеоширотный анализ размещения морских и континентальных отложений позволяет предсказать наиболее вероятностный генезис осадков на закрытых территориях. Поэтому из намеченных как максимально перспек-

тивных территорий выделяют, прежде всего, области с развитием морских образований. Для этого пользуются графиками палеоширотной приуроченности трансгрессий для интересующего нас интервала. Имея в виду зависимость структурообразования от палеоширот, устанавливаем вероятное простирание структур по отложениям, перспективность которых необходимо оценить.

*Таблица.* Значения палеоширот для верхнеплиоцен-плейстоценовых пород Аджиноура

Разрезы	D°	J°	$\arctg \frac{1}{2}(\text{tg}I_0)$	$\delta_m$
с. Кирзан (верхнеплиоцен)	230 40	-45 46	32,6 37,3	57 52
с. Бююк Дахна (верхнеплиоцен)	220 47	-47 48	33,1 32,0	57 58
Хр. Кудбарекдаг (верхнеплиоцен-плейстоцен)	226 47	-47 51	30,1 31,1	60 59
Хр. Западный Коджашен (верхнеплиоцен-плейстоцен)	225 50	-49 51	29,9 31	60 59
р. Турианчай (верхнеплиоцен-плейстоцен)	222 45	-48 44	34,8 35,9	56 54
р. Гейчай (верхнеплиоцен-плейстоцен)	220 49	-49 45	36,9 32,6	53 57

Таким, образом палеомагнитные данные о широтном положении участков земной коры, а значит бассейнов, являются решающими, поскольку формирование всех месторождений в той или иной мере контролируется палеоширотами.

Естественно, что все палеомагнитные критерии выявления перспективности территории и отложений должны базироваться на высокоточных определениях палеоширот и на их надежной стратиграфической привязке, а также должны опираться на все традиционные геолого-тектонические методы поисков полезных ископаемых.

### **Заключение**

Термомагнитным анализом установлено, что носителями остаточной намагниченности верхнеплиоцен-плейстоценовых осадков Аджиноурской зоны являются магнетит, гематит и гидроокислы железа. Характер фазовых превращений железосодержащих минералов свидетельствует о присутствии

в осадках углеводородов.

Анализ палеомагнитных критериев нефтегазоносности позволил рекомендовать определенные палеоширотные пояса, где осадки рассматриваемого возраста максимально продуктивны и могут считаться перспективными стратиграфическими интервалами при постановке поисково-разведочных работ на нефть и газ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ширинов Ф.А., Баженов Ю.П. Геологическое строение предгорий Южного склона Большого Кавказа (Аджинаур-Кенгебиз-Гюрджибанская гряда). Азернешр, 1962.
2. Махмудов Р.А. Основные черты геологического развития Бакинского архипелага в среднеплиоценовое время. ДАН Азерб. ССР. 1979. Т.35, 1: 75-79.
3. Малумян Л.М. Исследование влияния углеводородов нефти и газа на магнитные свойства осадочных пород продуктивной толщи Абшеронского полуострова (Азербайджан). Автореф. ...дисс. канд. наук. М., 1976.
4. Бродская С.Ю. Возможности магнитных лабораторных методов при диагностике ферромагнитных минералов в горных породах. Изв. АН СССР. Физики Земли. 1974. 1: 59-74.
5. Исаева М.И., Садыгова Т.Д. Магнито-минералогические исследования плиоцен-плейстоценовых осадков Южного Каспия. Азербайджанская международная геофизическая конференция. Баку, 2000: 325.
6. Гараева Т.Д. Магнитные свойства пород абшеронского яруса разрезов южного склона Большого Кавказа. Изд. НАНА Серия наук о Земле. 2014. 1-2: 51-58.
7. Нефтегазоносность и глобальная тектоника. М.: Недра, 1978. 237с.
8. Садыгова Т.Д., Палеомагнетизм верхнеплиоцен-плейстоценовых отложений Западного Азербайджана. Автореф. ...дисс. канд. наук. 1995. 22с.
9. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. Палеомагнетизм палеозоя. Л.: Недра, 1974. 236с.

*Поступила 24.04.2018*

*(Контактная информация: **Рзаев Азай Гурбатович** – к.ф.-м.н., заместитель генерального директора Республиканского Центра Сейсмологической Службы при Национальной Академии Наук Азербайджана; адрес: 1001, Азербайджан, г. Баку, ул. Нигяр Рафибейли, 25. Тел. (99412) 492-31-65; E-mail: [azay\\_r@yahoo.com](mailto:azay_r@yahoo.com)).*

---

---

#### LITERATURA

1. Shirinov F.A., Bazhenov Yu.P. Geologicheskoe stroenie predgorij Yuzhnogo sklona Bolshogo Kavkaza (Adzhinaur-Kengebiz-Gyurdzhibanskaya gryada). Azerneshr, 1962.
2. Mahmudov R.A. Osnovnye cherty geologicheskogo razvitiya Bakinskogo arhipelaga v srednepliocenovoe vremya. DAN Azerb. SSR. 1979. T.35, 1: 75-79.
3. Malumyan L.M. Issledovanie vliyaniya uglevodorodov nefti i gaza na magnitnye svojstva osadochnyh porod produktivnoj tolshi Absheronского polustrova (Azerbajdzhan). Avtoref. ...diss. kand. nauk. M., 1976.
4. Brodskaya S.Yu. Vozmozhnosti magnitnyh laboratornyh metodov pri diagnostike ferromagnitnyh mineralov v gornyh porod. Izv. AN SSSR. Fiziki Zemli. 1974. 1: 59-74.
5. Isaeva M.I., Sadygova T.D. Magnito-mineralogicheskie issledovaniya pliocen-plejstocenovyyh osadkov Yuzhnogo Kaspiya. Azerbajdzhanskaya mezhdunarodnaya geofizicheskaya konferenciya. Baku, 2000: 325.



6. Garaeva T.D. Magnitnye svojstva porod absheronского yarusa razrezov yuzhnogo sklona Bolshogo Kavkaza. Izd. NANA Seriya nauk o Zemle. 2014. 1-2: 51-58.
7. Neftegazonosnost i globalnaya tektonika. M.: Nedra, 1978. 237s.
8. Sadygova T.D., Paleomagnetizm verhnepliocen-plejstocenovyh otlozhenij Zapadnogo Azerbajdzhana. Avtoref. ...diss. kand. nauk. 1995. 22s.
9. Hramov A.N., Goncharov G.I., Komissarova R.A. Paleomagnetizm paleozoya. L.: Nedra, 1974. 236s.

**Образец ссылки на статью:**

Исаева М.И., Гараева Т.Д., Рзаев А.Г. Магнитные и палеомагнитные критерии нефтегазоносности верхнеплиоцен-плейстоценовых отложений аджиноурской тектонической зоны. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. 2. 8с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-2/Articles/IMI-2018-2.pdf>) **DOI: 10.24411/2304-9081-2018-12007.**