



УДК 624

## ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРИСТОСТИ, ПРОНИЦАЕМОСТИ И ПЛОТНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ПО АНТИКЛИНАЛЬНОМУ ПОЯСУ ГАМАМДАГ-ДЕНИЗ-САБАИЛЬ (БАКИНСКИЙ АХИПЕЛАГ)



### POROSITY VARIATION PATTERN AND SEDIMENT DENSITIES IN THE ANTICLINE BELT HAMAMDAG-DENIZ-SABAIL (BAKINSKIY AHIPELAG)

#### Ганбарова Шура Али кызы

научный сотрудник лаборатории «Физические свойства горных пород месторождений полезных ископаемых», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности qanbarovanicat@mail.ru

#### Султанов Латиф Агамирза оглы

научный сотрудник лаборатории «Физические свойства горных пород месторождений полезных ископаемых», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности latif.sultan@mail.ru

**Аннотация.** В статье было изучено геологическое строение, коллекторские свойства локальных поднятий, которые расположены на нефтегазоносном антиклинальном поясе Гамамдаг-дениз-Сабаил.

Были проанализированы образцы керны, взятых из скважин, пробуренных на поднятиях, входящие в антиклинальный пояс, изучены проницаемость ( $10^{-15} \text{m}^2$ ), пористость (%), плотность (%) коллекторов, а также глинистых пород.

На основе анализа материалов керны, взятых из скважин по антиклинальному поясу, было установлено, что коллекторные свойства пород постепенно уменьшаются с глубиной.

**Ключевые слова:** глубина, порода, локальные поднятия, песок, песчаник, антиклинальный пояс, коллекторные свойства, пористость, плотность, проницаемость.

#### Ganbarova Shura Ali kizi

Scientist of laboratory Physical characteristics of rocks of mineral fields, Azerbaijan state university of oil and industry qanbarovanicat@mail.ru

#### Sultanov Latif Agamirza oglu

Scientist of laboratory Physical characteristics of rocks of mineral fields, Azerbaijan state university of oil and industry latif.sultan@mail.ru

**Annotation.** The article studied the geological structure and reservoir properties of local uplifts that are located on the oil and gas bearing anticline belt Khamamdag-denz-Sabail.

Core samples taken from wells drilled in the uplifts included in the anticline belt were analyzed, permeability ( $10^{-15} \text{m}^2$ ), porosity (%), density (%) of reservoirs, as well as clay rocks were studied.

Based on the analysis of core materials taken from wells in the anticline belt, it was found that the reservoir properties of rocks gradually decreases with depth.

**Keywords:** depth, rock, local uplifts, sand, sandstone, anticline belt, reservoir properties, porosity, density, permeability.

**А**нтиклинальный пояс Хамамдаг-дениз-Сабаиль расположен в юго-западной части нефтегазоносного района Бакинского архипелага. Антиклинальный пояс включает в себя месторождения Хамамаг-дениз, Гарасу, Санги-Муган, Дашли и Сабаиль (рис. 1).

В результате геолого-разведочных работ на суше, вулканическом регионе Хамамдаг в период 1936–1937 гг. было выяснено, что поднятие Хамамдаг-дениз относится к северо-восточной периклинальной складки, находящейся в море. Это поднятие представляет собой антиклинальную складку, простирающуюся в северо-западном-юго-восточном направлениях.

В поднятии было пробурено несколько разведочных скважин, с помощью разрезов скважин был вскрыт полный разрез продуктивной толщи, акчакылских отложений толщиной 70–80 м и отложения апшеронского яруса толщиной до 900 м.

Литологически отложения продуктивной толщи состоят из светло-серых глин, тонких песчаных прослоев, песчанисто-алеврито, песчаной глины, песка, песчаника и глинистых пород. Песчаные смеси в районе Хамамдагского моря составляют 30–60 % от общей толщины VII горизонта.

Породы акчакылского яруса представлены из серой глины с маломощными прослойками песка и вулканического пепла. По всему разрезу также встречаются брекчии.

Отложения Апшеронского яруса литологически представлены карбонатными фациями. Многочисленными разведочными скважинами, пробуренными на поднятии Карасу, были вскрыты НКГ свита «Перерыва» продуктивной толщи. Литологически свиты состоят из глинистых песков, песков, темно-серых глинистых песков и известняковых глин. Толщина ПТ составляет около 3000 м.



**Рисунок 1** – Карта расположения поднятий входящие в антиклинальный пояс Хамамдаг-дениз-Сабаиль

Акчакыльские и апшеронские свиты были открыты во всех поисково-разведочных скважинах на площади Карасу. Толщина акчакыльской свиты составляет 55–60 м, а толщина Апшеронской – 890–950 м. Литологически это свита состоит из глин, алевролитов, песков и песчаников.

Общая мощность отложений IV периода составляет 60–760 м. В зависимости от литологического состава отложения представлены глиной, глинистым алевролитом, песчаником и грязевулканическими формациями.

Поднятие-острова Санги-Мугань состоит из остатков скалы грязевых вулканов и в центре острова есть активные гриффыны и сальзы, с которых удаляется грязь.

В 1950–1951 годах на острове в результате проведенных поисково-разведочных работ была обнаружена одноименная брахиантиклинальная складка. Складка расположена к юго-востоку от поднятия Карасу. Складка имеет овальную форму и простирается с северо-запада на юго-восток. Она представляет собой брахиантиклинальную складку.

Среди отходов вулканов встречаются все породы горизонтов кайнозойской эры. Отложения ПТ были обнаружены в ядре складки, но эти отложения были вымыты около 300–400 м. Кроме того, пробуренная здесь скважина № 17 вошла в отложения Понта на глубине 4653 м.

Поднятия Аран-дениз был обнаружен путем картографического бурения. В геологическом строении структуры развиты отложения IV периода, апшеронского, акчакыльского ярусов и ПТ (нижнего плиоцена). Отложения ПТ размыты до глубины 400–450 м [1, 5]. Толщина акчакыльских отложений составляет 80 м, в основном состоит из глинистых слоев с маломощными прослоями вулканического пепла.

Отложения Апшеронского яруса были вскрыты на крыльях и периклинальной части поднятия. Литологически состоит из глин. Слои известковой коры были вскрыты в верхнем Апшероне. Толщина апшеронского яруса составляет около 1200 м.

Поднятие Дашлы было обнаружено в результате сейсмических исследований. Поднятие Дашлы – это брахиантиклинальная складка, погруженная в СЗ-ЮВ направлении. Установлено, что отложения ПТ залегают на глубине 1000–1100 м в сводовой части складки [2, 5]. Сводовая часть складки осложнена продольными нарушениями, которые связаны с гриффонами и сальзами, линейно расположенными в центральной части острова.

По данным структурного картирования в геологическом строении структуры участвуют отложения древнего каспия, стратиграфические комплексы абшеронского, акчакыльского ярусов и отложения ПТ.

Поднятие Сабаиль было обнаружено в результате сейсмических исследований и было подготовлено в мае 1991 года для глубоководного бурения. Для оценки нефтегазоносности ПТ начато бурение глубокой разведочной скважины на глубину до 6200 м. Скважина № 1, пробуренная на глубину 6100 м, открыла VII горизонта продуктивной толщи на глубине 5858–5987 м.

### Методы решения

Проанализированы образцы керн взятых из скважин, пробуренных на поднятии, расположенные на антиклинальном поясе Гамамдаг-дениз-Сабаиль и результаты были обобщены. Однако, проведенные буровые работы на этом антиклинальном поясе были относительно небольшими. Результаты проведенных здесь бурения были не столь многообещающими. Тем не менее, отложения с высокими коллекторскими свойствами и пористостью привлекает внимание. На основе полученных данных были построены графики зависимости пористости, проницаемости и плотности от глубины (рис. 2–4).

Как видно из графика зависимость пористости от глубин, пористость глинистых пород по этой антиклинальной поясе уменьшается с 19,4 % до 12,7 % в интервале 500–4000 м (рис. 2). Это показывает, что на каждой 1000 м отмечается примерно 2,2 %. Для песков и песчаных пород пористость в интервале 500–4000 м уменьшается с 24,3 % до 20,3 % (всего 4 %), что означает 1 %-е снижение на каждые 1000 м. Уменьшение пористости глинистых пород с глубиной можно объяснить в следующем порядке.

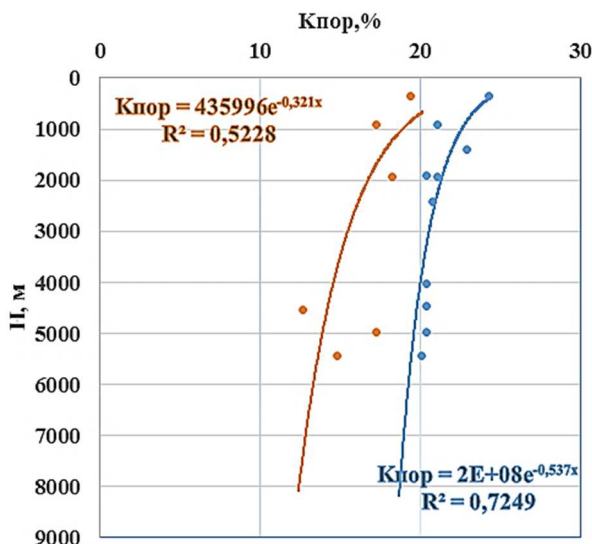


Рисунок 2 – График зависимости пористости песка и песчаников и глинистых пород от глубины

Итак, уменьшение пористости глинистых пород с глубиной связано с их уплотнением. При этом их пористость уменьшается, и они превращаются в аргиллиты. Но, на 4500–4900 м интервале наблюдается небольшое улучшение пористости, т.е. увеличивается до 17,3 %. Это показывает, что у них образовались вторичные поры и трещины. Уменьшение пористости в песках и песчаных породах обусловлено их сжатием при определенном давлении.

Подобное положение также наблюдается на графиках зависимости проницаемости от глубины (рис. 3).

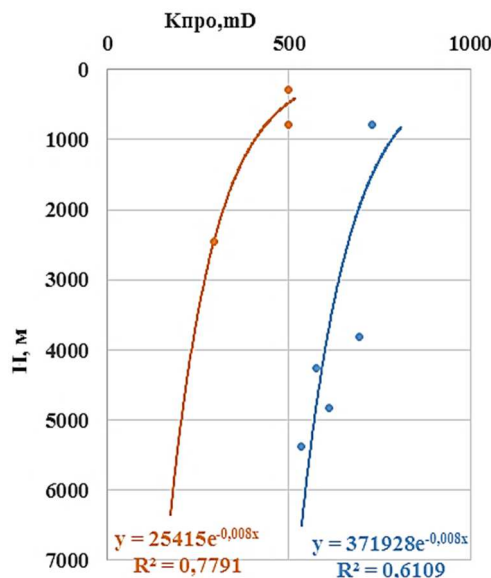


Рисунок 3 – График зависимости проницаемости песка и песчаников и глинистых пород от глубины

Однако, аналогичную ситуацию невозможно отнести к плотности горных пород, поскольку плотность глинистых и песчано-песчаных горных пород с глубиной изменчиво, то есть иногда увеличивается или уменьшается на некоторой глубине (рис. 4).

Кроме того, также были построены графики зависимости проницаемости, пористости и плотности пород по изучаемому антиклинальному поясу Гамамдаг-дениз-Сабаиль (рис. 5–7).

Как показано на графике зависимости пористости от проницаемости, проницаемость как в глинистых, так и в песчаных породах прямо пропорциональна, это означает, что с увеличением проницаемости пористость пород улучшается (рис. 5).

Из построенных графиков видно, что с увеличением проницаемости плотность глинистых и песчаных пород, и песков уменьшается. Другие графики показывают совершенно противоположную ситуацию, то есть с увеличением плотности пород, отмечается уменьшение и ухудшение их пористости (см. рис. 6–7).

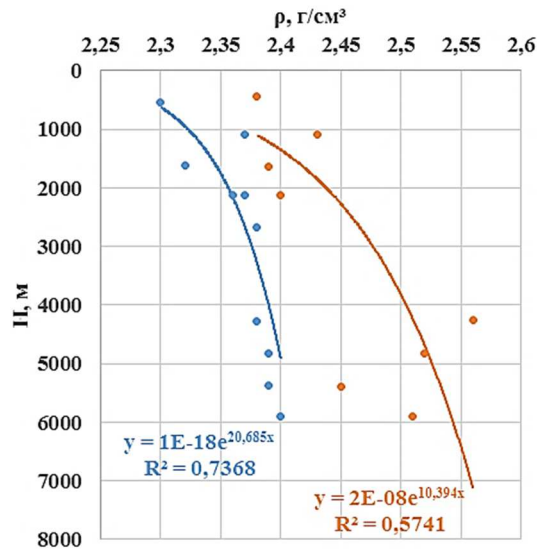


Рисунок 4 – График зависимости плотности песка и песчаников и глинистых пород от глубины

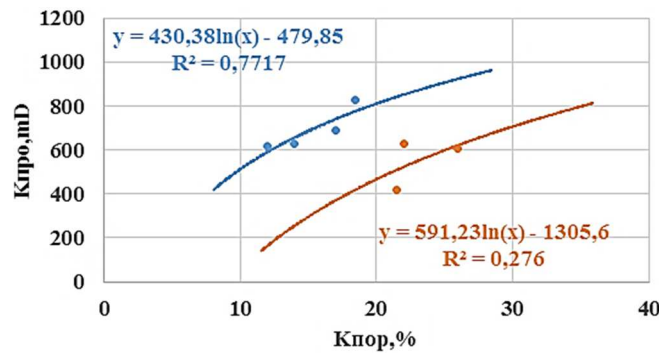


Рисунок 5 – График зависимости пористости от проницаемости

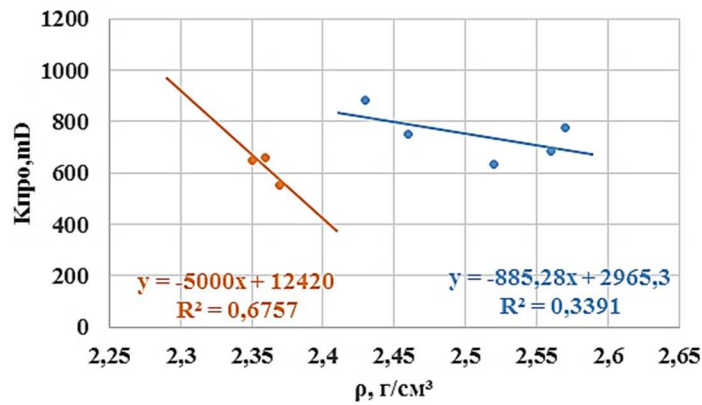


Рисунок 6 – График зависимости проницаемости от плотности

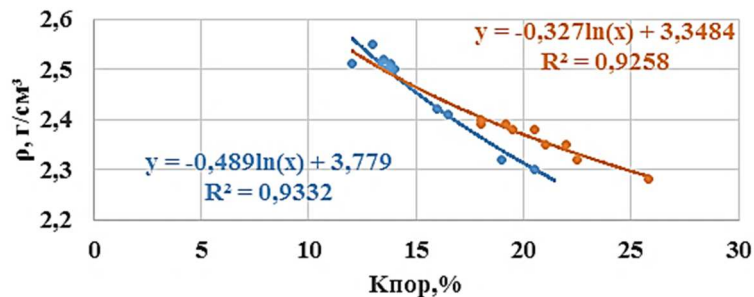


Рисунок 7 – График зависимости пористости от плотности



Таким образом, из проведенных анализов на месторождениях Бакинского архипелага становится ясно, что изменение коллекторских и фильтрационно-ёмкостных свойств отложений в зависимости от глубины является нелинейным, по глубинам характеризуется увеличением или уменьшением. Во многих площадях градиенты уменьшения указанных параметров в зависимости от глубины уменьшаются с увеличением глубины.

Например, в верхней части разреза (500–3000 м) градиент пористости и проницаемости немного выше, например, пористость уменьшается примерно на 2 % на каждом 500 м до глубины, более от 3000 м этот показатель составляет 1–1,2 %. Такое же положение также наблюдается в изменении плотности в зависимости от глубины. Несмотря на это, на относительно больших глубинах (6000–7000 м) сохраняются благоприятные условия для накопления углеводородов [6–8].

### Результаты

1. Количественная оценка изменений пористости и проницаемости показала, что эти параметры уменьшаются с относительно высокой интенсивностью до глубины 3000–3500 м. Начиная с 4000 м, градиент уменьшения снижается, а на глубине 6000–7000 м сохраняются достаточно высокие коллекторские свойства пород.

2. В зависимости от глубины изменения коллекторских и фильтрационно-ёмкостных свойств отложения являются нелинейными, на некоторых глубинах характеризуется увеличением или уменьшением.

3. На основе образования производных коллекторских свойств с глубиной, предполагается, что сохраняются благоприятные условия для накопления углеводородов на больших глубинах (6000–7000 м).

*Материалы, использованные в статье, и результаты были предоставлены в рамках Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики. «Интеграция Науки и Образования» Конкурс проектов фундаментальных и прикладных исследований ФРН / MOM / Наука-Образование-1-2016-1 (26).*

### Литература

1. Керимов К.М., Рахманов Р.Р., Хеиров М.Б. Нефтегазоносность Южно-Каспийской мегавпадины. – Баку, 2001. – 317 с.
2. Али-заде А.А. [и др.]. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. – М. : Недра, 1966. – 391 с.
3. Ализаде А.А. [и др.]. Каталог коллекторских свойств продуктивной толщи Азербайджана. – Баку : Изд. «Элм», 1972.
4. Алиева Э.Г. Стратиграфическая архитектура резервуаров VII горизонта и глинисто-песчаной свиты продуктивной толщи южной части Бакинского архипелага // Новшества геофизики Азербайджана. – 2005. – № 2. – С. 38–42.
5. Алиханов Э.Н. Нефтегазоносность Каспийского моря. – М. : Недра, 1977. – 269 с.
6. Эфендиева Ю.Ф., Абдугасанова Л.Д. Отчет о сейсморазведочных работах, произведенных методом МГТ на площади Дашлы на азербайджанском секторе Каспийского моря (объект 32/92). – Фонд Управления геофизической разведка, Баку, 1994. – С. 55.
7. Гасанов А. Б., Султанов Л.А. Геолго-петрофизические особенности коллекторов месторождений Бакинского архипелага // Известия Высших Технических Учебных Заведений Азербайджана. – 2018. – № 3. – С. 7–16.
8. Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А. Петрофизические особенности глубокозалегающих коллекторов Абшеронско-го и Бакинского архипелагов // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2019. – № 3. – С. 204–219. – ISSN: 2224-9923; eISSN: 2305-1140

### References

1. Kerimov K.M., Rahmanov R.R., Kheirov M.B. Oil and Gas Bearing of the South Caspian Megavagina. – Baku, 2001. – 317 p.
2. Ali-zade A.A. [et al.]. Geology of oil and gas fields in Azerbaijan. – M. : Nedra, 1966. – 391 p.
3. Alizade A.A. [et al.]. Catalogue of reservoir properties of productive thickness of Azerbaijan. – Baku : «Elm» Publishing House, 1972.
4. Aliyeva E.G. Stratigraphic architecture of reservoirs of VII horizon and clay-sand formation of productive thickness of southern part of Baku archipelago // Innovations of geophysics of Azerbaijan. – 2005. – № 2. – P. 38–42.
5. Alikhanov E.N. Caspian Sea oil and gas bearing capacity. – M. : Nedra, 1977. – 269 p.
6. Efendiyeva Y.F., Abdulgasanova L.D. Report on seismic survey works carried out by MGT method on Dashly area of Azerbaijan sector of Caspian Sea (object 32/92). – Geophysical Exploration Department Foundation, Baku, 1994. – С. 55.
7. Hasanov A.B., Sultanov L.A. Geolgo-petrophysical features of collectors of deposits of the Ba-Ki archipelago // Izvestia of the Higher Technical Educational Establishments of Azerbaijan. – 2018. – № 3. – P. 7–16.
8. Gurbanov V.Sh., Sultanov L.A. Petrophysical features of deep-lying reservoirs of Abshe-rone and Baku archipelagoes // Vestnik PNIPIU. Geology. Oil-gas and mining business. – 2019. – № 3. – P. 204–219. – ISSN: 2224-9923; eISSN: 2305-1140.