



УДК 5503.98

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ЧОКРАКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗВИЛИСТОСТИ ПОРОВЫХ КАНАЛОВ

STUDY OF RESERVOIR PROPERTIES OF CHOKRAK DEPOSITS OF THE WEST KUBAN TROUGH DEPENDING ON THE TORTUOSITY OF THE PORE CHANNELS

Захарченко Евгения Ивановна

кандидат технических наук, доцент, заведующая
кафедрой геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
evgenia-zax@yandex.ru

Комаров Александр Герасимович

старший преподаватель
кафедры геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
ag-komarov@mail.ru

Золотухина Анастасия Евгеньевна

старший лаборант
кафедры геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
nastasiya_x@mail.ru

Аннотация. Породы характеризуются различными свойствами и структурой порового пространства, это предоставляет изменчивость литолого-петрофизических, физических и коллекторских свойств. В связи с этим возникают определенные виды микронеоднородностей, влияющих на параметры пород-коллекторов и формирование структуры порового пространства. Были выявлены влияния извилистости на остаточную водонасыщенность и относительное сопротивление.

Ключевые слова: литологический состав, коллекторские свойства пород, структура порового пространства, извилистость поровых каналов, проницаемость горных пород, фильтрационными свойствами.

Zakharchenko Evgeniya Ivanovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Head of Department
of Geophysical Methods in Prospecting
and Exploration,
Kuban State University
evgenia-zax@yandex.ru

Komarov Alexandr Gerasimovich

Senior Lecturer,
Department of Geophysical Prospecting
and Exploration Methods,
Kuban State University
ag-komarov@mail.ru

Zolotukhina Anastasia

Senior Laboratory Assistant,
Geophysical Prospecting and Exploration
Methods Department,
Kuban State University
nastasiya_x@mail.ru

Annotation. Rocks are characterized by different properties and structure of the pore space, which provides variability of lithological-petrophysical, physical and reservoir properties. In this regard, certain types of micro-heterogeneities arise that affect the parameters of reservoir rocks and the formation of the structure of the pore space. The effects of tortuosity on residual water saturation and relative resistance were revealed.

Keywords: lithological composition, reservoir properties of rocks, structure of pore space, tortuosity of pore channels, permeability of rocks, filtration properties.

В природе формирование пород-коллекторов определяется, в основном, условиями седиментационных и постседиментационных процессов. Причем, породы характеризуются различными свойствами и структурой порового пространства, все это предоставляет изменчивость литолого-петрофизических, физических и коллекторских свойств. В связи с этим возникают определенные виды микронеоднородностей, влияющих на параметры пород-коллекторов и формирование структуры порового пространства [1].

Одним из важнейших параметров, определяющих структуру порового пространства для терригенных коллекторов, является показатель извилистости поровых каналов. Извилистость зависит от формы и размера зёрен, состава и степени цементации, и определяет параметр пористости [2].

Для исследований были отобраны образцы песчано-алевритовых пород. Песчаники по составу кварцевые, с незначительным содержанием полевых шпатов. Цемент в породах глинисто-карбонатный в различном процентном отношении для различных образцов. Диапазон изменения цементного содержания до 30 %. По степени сцементированности песчаники от слабосцементированных до крепкосцементированных, в зависимости от состава и соотношения цемента в породе.

На данных образцах проведен комплекс исследований, включающих определение следующих параметров:

- глинистость P_l , %;
- карбонатность S_a , %;
- объемная плотность σ , г/см³;



- коэффициент пористости K_{Γ} , %;
- коэффициент абсолютной газопроницаемости $K_{\Gamma P}$, мД;
- коэффициент остаточной водонасыщенности K_{BO} , %;
- коэффициент эффективной пористости $K_{\Gamma \text{ эф}}$, %;
- относительное сопротивление РП, д.ед.;
- интервальное время пробега продольной волны Δt , мкс/м;
- скорость продольной волны v , м/с.

Поскольку прямым методом определить извилистость значительно трудно, использован расчётный метод, предложенный Кобрановой В.Н. [3] по замеренным величинам пористости и относительного сопротивления:

$$T_{\text{э}}^2 = P_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma}$$

Анализ показал, что извилистость для данных песчано-алевролитовых пород контролируется в большей степени содержанием карбонатного цемента. Связь имеет линейно-возрастающий характер и описывается выражением:

$$T_{\text{э}} = 0,04Ca + 1,48; \text{ коэффициент детерминации } R^2 = 0,76.$$

При анализе влияния извилистости на плотность породы и скорости продольных волн общей совокупности образцов локализуются две области, характеризующие изменение плотности и скорости за счёт глинистой и карбонатной цементации (рис. 1). То есть, наблюдается существенное увеличение плотностных и скоростных характеристик для карбонатизированных ситуаций, по сравнению с глинистым цементом.

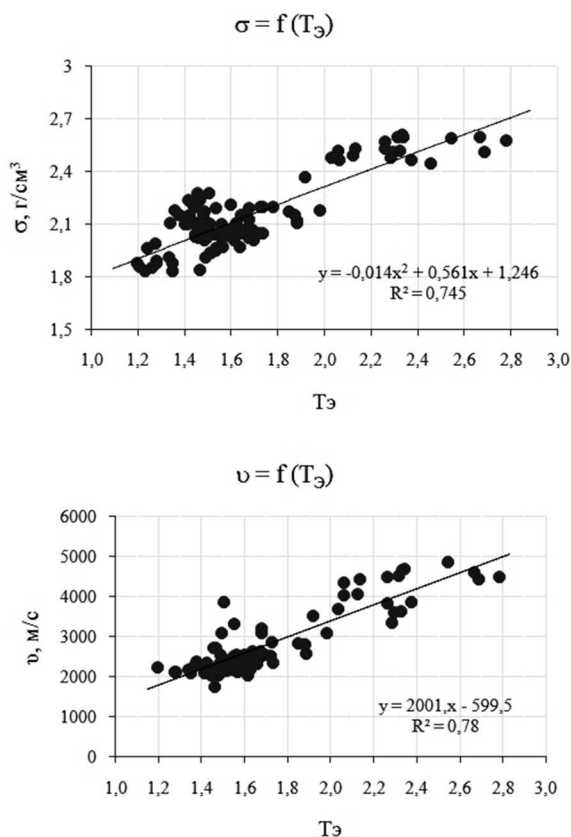


Рисунок 1 – Графики зависимостей: а – влияние извилистости на плотность; б – изменение скорости продольных волн в зависимости от извилистости

Зависимость коэффициента пористости от извилистости, выражает общую тенденцию снижения пористости с ростом извилистости изучаемых пород. Причём, резкое снижение значений пористости происходит при росте извилистости до 1,65, характерное для пород с улучшенными коллекторскими параметрами. Далее переходная зона, характеризующаяся усложнением структуры порового пространства за счёт внутривпоровой цементации и более значительного снижения просветности поровых каналов и переход линии аппроксимации в зону неколлекторов. Уравнение связи имеет вид:

$$K_{\Gamma} = 224,63 \cdot e^{-1,53 \cdot T_{\text{э}}}, R^2 = 0,78.$$



Зависимость влияния извилистости на фильтрационные свойства коллекторов даёт возможность дифференцировать значения извилистости по классам коллекторов (табл. 1).

Таблица 1 – Значения извилистости по классам коллекторов

Параметры	Класс коллекторов (по Ханину А.А.)				
	III	IV	V	VI	VII
Коэффициент проницаемости $K_{пр}$, мД	1000–100	100–10	10–1	1–0,1	0,1–0,01
Извилистость поровых каналов $T_э$, см ² /см ³	1,2–1,43	1,43–1,7	1,7–2,02	2,02–2,40	2,40–2,85

Также, были выявлены влияния извилистости на остаточную водонасыщенность и относительное сопротивление. Их уравнения при этом получили вид:

$$K_{во} = 89,38 \cdot \ln(T_э) - 2,24, R_2 = 0,83;$$

$$P_{п} = 0,2 \cdot e^{2,62 \cdot T_э}, R_2 = 0,92.$$

По результатам исследования извилистости отмечено:

- с ростом извилистости пород снижаются её фильтрационно-емкостные свойства ($K_{п}$, $K_{пр}$, $K_{п.эф}$);
- повышение извилистости приводит к повышению плотности породы и скорости пробега продольных волн в породе, что определяет карбонатизацию коллекторов чокракских отложений Западно-Кубанского прогиба;
- результаты определения проницаемости, остаточной водонасыщенности и эффективной пористости позволили найти граничное значение коллекторов по извилистости.

Литература:

1. Исследование анизотропии физических и коллекторских свойств горных пород / А.Г. Комаров [и др.] // Сборник статей международной научно-практической конференции «Булатовские чтения». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 1. – С. 201–204.
2. Кобранова В.Н., Лепарская Н.Д. Определение физических свойств горных пород. – М. : Гостоптехиздат, 1957. – 160 с.
3. Кобранова В.Н. Петрофизика. – М. : Недра, 1986. – 392 с.

References:

1. Research of anisotropy of physical and reservoir properties of rocks / A.G. Komarov [et al.] // Collection of papers of International Scientific-Practical Conference «Bulatov Readings». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2021. – Vol. 1. – P. 201–204.
2. Kobranova V.N., Leparskaya N.D. Determination of Physical Properties of Rocks. – M. : Gostoptekhizdat, 1957. – 160 p.
3. Kobranova V.N. Petrophysics. – M. : Nedra, 1986. – 392 p.