
МҰНАЙ ГАЗ ИНЖЕНЕРИЯСЫ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯ
OIL AND GAS ENGINEERING, GEOLOGY
НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.5574
МРНТИ 26.29.13

<https://doi.org/10.55452/1998-6688-2025-22-4-411-418>

^{1*}Базарбай Д.Қ.,
магистрант, ORCID ID: 0009-0001-2964-3523,
*e-mail: d_bazarbai@mail.ru

¹Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан

**ИЗУЧЕНИЕ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ ВЕРХНЕКУМКОЛЬСКОЙ
ПОДСВИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНЫЙ КУМКОЛЬ**

Аннотация

Своевременность проведения данного исследования обусловлена потребностью в детальном анализе извлекаемых запасов нефти в продуктивных горизонтах, что связано с условиями осадконакопления и процессами образования залежей в Южно-Тургайском осадочном бассейне. Для точного определения условий образования пород требуется комплексный анализ, включающий гранулометрические исследования терригенных отложений. Такой подход позволяет получить достоверные данные о среде осадконакопления и провести более детальный фациальный анализ. Целью работы является определение фациальной обстановки осадконакопления продуктивного горизонта Ю-II месторождения Южный Кумколь с использованием гранулометрического анализа. Методология исследования включает использование различных методов гранулометрического анализа. Базовым методом для выявления условий была акцентирована по методике Фюхтбауэра и Мюллера. Генетическая интерпретация осадков проводится с использованием диаграммы К. Бьёрликке, которая исследует соотношение отсортированности и асимметрии распространения частиц. Для более достоверного уточнения кондиции седиментации применяется динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова, учитывающая относительность асимметрии и эксцесса. Результаты исследования позволяют более объективно охарактеризовать условия формирования пород-коллекторов и уточнить параметры осадконакопления. Комплексный подход к анализу гранулометрических данных способствует повышению точности фациальной диагностики нефтеносных горизонтов.

Ключевые слова: фациальный анализ, гранулометрический анализ, генетические диаграммы, месторождение Южный Кумколь, верхнекумкольская подсвита.

Введение

Оценка условий формирования продуктивных горизонтов нефтяных месторождений является важной частью их литологического и фациального изучения. В пределах Южно-Тургайского осадочного бассейна гранулометрия терригенных отложений играет ключевую роль в понимании динамических условий накопления и генезиса залежей.

Гранулометрический анализ осадков позволяет установить размерную структуру зернистой части, понять условия транспортировки и накопления обломочного материала. При этом применение комплексного подхода, включающего изучение классификаций Фюхтбауэра и Мюллера [4, 5], а также диаграмм К. Бьёрликке и Г.Ф. Рожкова [8, 10], способствует более точной фациальной диагностике.

Цель настоящей работы – уточнение фациальных условий осадконакопления верхнекумольской подсистемы на месторождении Южный Кумколь путем анализа гранулометрических характеристик.

Материалы и методы

Методика исследования и ее апробация

Для имплементации цели применялся комплекс методов гранулометрического анализа, включающий:

- ♦ визуальное изучение прозрачных петрографических шлифов;
- ♦ механическое ситовое разделение фракций крупнее 0,05 мм;
- ♦ пипеточное разделение мелких частиц.

На основе полученных данных были построены гистограммы и кумулятивные кривые распределения, позволившие оценить степень сортировки пород, характер асимметрии распределения фракций, а также определить статистические параметры: средний размер зерен, стандартное отклонение, асимметрию и эксцесс.

С целью интерпретации условий осадконакопления использовался ряд апробированных в литологической практике графоаналитических моделей. В частности, применялись:

- ♦ обобщенная схема К. Фюхтбауэра и Д. Мюллера, позволяющая предварительно классифицировать осадочные обстановки как морские, континентальные или переходные;
- ♦ диаграмма К. Бьёрликке, показывающая зависимость между степенью сортировки, асимметрией и генезисом осадков;
- ♦ динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова, учитывающая степень механического разделения обломочного материала в зависимости от фациальных условий.

Комплексное применение указанных методик позволяет значительно повысить точность интерпретации условий седиментации, обеспечивая более надежную реконструкцию палеогеографической обстановки и фациальной принадлежности коллекторов.

Значимую роль в модернизированной литологии играют подходы, базированные на гранулометрических особенностях, разработанные Р. Пассегой, Г. Фридманом, Л.Б. Рухиным, Г.Ф. Рожковым и др. Применение таких методов, как диаграмма Бьёрликке, показало, что отрицательная асимметрия характерна для маринных фаций океанического типа, континентальные типы имеют положительные асимметрию с выдержанностью распространения [8, 9].

Высокую эффективность также демонстрирует динамогенетическая диаграмма Р. Пассеги и Г.Ф. Рожкова, построенная на основе анализа степени механической дифференциации частиц. Основной фактор дифференциации – энергетический потенциал среды осадконакопления, определяющий транспортировку и осаждение частиц различного гранулометрического состава [10].

Таким образом, анализ существующих методик показывает, что при наличии сходных гранулометрических характеристик осадки могут быть сформированы в различных фациальных обстановках. Это требует использования комплексного подхода, объединяющего различные методы анализа. В рамках настоящей работы предложена следующая схема:

1. Предварительная диагностика условий осадконакопления по схеме Фюхтбауэра–Мюллера [4, 5];

2. Определение генезиса отложений на основе степени сортировки и асимметрии (диаграмма К. Бьёрликке);

3. Уточнение условий седиментации по асимметрии и эксцессу (диаграмма Г.Ф. Рожкова).

Данная последовательность была испытана на разрезах верхне- и среднеюрских отложений Ем-Еговской площади Красноленинского месторождения (Западная Сибирь) [13]. Продуктивные пласты ассоциированы с арыскупским горизонтом и верхнекумкольской свитой. Коллекторы верхнекумкольской подсвиты представлены мелко- и крупнозернистыми песчанистыми алевролитами, реже песчаниками. Гранулометрические методы показали, что размер обломочных частиц колеблется от 0,01 до 0,20 мм, в отдельных случаях достигая 0,38 мм. Наиболее распространенная фракция – зерна размером 0,04–0,08 мм, составляющие до 50% от общей обломочной массы [14].

Результаты и обсуждение

В процессе были изучены 22 образца керна, отобранных из слоев верхнекумкольской подсвиты двух скважин на месторождении Южный Кумколь. Однако были показаны только полученные по восьми образцам, извлеченным из скважин № 1 и № 25.

Для определения гранулометрического состава коллекторских пород использовались два подхода. Это обусловлено высокой степенью уплотненности и прочным цементным связыванием песчано-алевритовых пород указанного возраста, что затрудняет их механическое разделение на отдельные зерна [15].

В дальнейшем были построены кумулятивные кривые, которые не только представляют аналитическую информацию в наглядной форме, но и служат инструментом для определения количественных параметров, описывающих структуру породы (рисунок 1).

По каждому из образцов были рассчитаны основные гранулометрические характеристики: средний размер частиц (M), медиана (Md), коэффициент асимметрии (B), мера эксцесса (R) и стандартное отклонение (коэффициент сортировки).

Средний размер определялся по формуле (1) [10]:

$$M = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3}. \quad (1)$$

Коэффициент сортировки зерен рассчитывался по формуле (2) [15]:

$$F = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}. \quad (2)$$

Асимметрия вычислялся по формуле (3) [10]:

$$B = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2 * \phi_{50}}{2 * (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - 2 * \phi_{50}}{2 * (\phi_{95} - \phi_{5})}. \quad (3)$$

Эксцесс определялся по формуле (4) [10]:

$$R = \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{2,44 * (\phi_{75} - \phi_{25})}. \quad (4)$$

Примеры, полученные для образцов из скважин 1 и 25 месторождения Южный Кумколь (таблица 1).

Таблица 1 – Описание атрибутов (скважины № 1 и № 25 месторождения Южный Кумколь)

№Скв.	№ обр. Sample	Глубина, м Depth, m	Порода Rock	M	F	Md, мм (mm)	B	R
1	813	1315,5	Песч. глин.-карб.	0,187	0,479	0,016	0,962	3,288
	815	1321	Алевр. глин.-песч.	0,035	0,679	0,009	0,872	1,695
	817	1325	Алевр. глин.-песч.	0,031	0,695	0,009	0,854	1,579
	819	1325	Алевролит глин.	0,025	0,658	0,003	0,937	2,493
	821	1325	Песч. сильно алевр.	0,083	0,619	0,023	0,862	1,629
25	823	1272,5	Песчаник	0,077	0,643	0,025	0,828	1,451
	825	1272,5	Песчаник	0,146	0,483	0,005	0,987	5,942
	827	1277,5	Алевролит	0,080	0,676	0,037	0,744	1,186
	829	1280,45	Алевролит	0,067	0,689	0,031	0,747	1,193
	831	1280,45	Алевролит	0,051	0,660	0,014	0,861	1,622
	833	1286,5	Гравелит	0,437	0,369	0,212	0,725	1,145

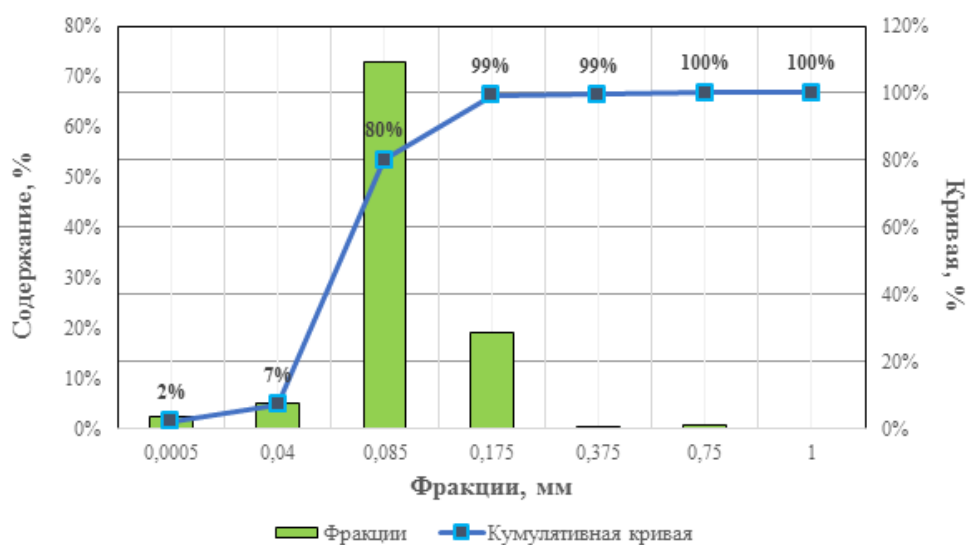


Диаграмма 1 – Накопительная кривая зерен по фракциям для скважины № 25 месторождения Южный Кумколь.

Этот вывод подтверждается низкой степенью сортировки (коэффициент сортировки менее 1) и отрицательной асимметрией (показатель асимметрии ниже 1), что является характерным для морских осадков. В то же время сопоставление показателей отсортированности и асимметрии по диаграмме К. Бьёрликке свидетельствует о принадлежности большинства исследуемых отложений к речному генезису (рисунок 1). Это указывает на возможность наложения различных фациальных признаков, что требует дальнейшего уточнения условий осадконакопления с применением дополнительных диагностических критериев.

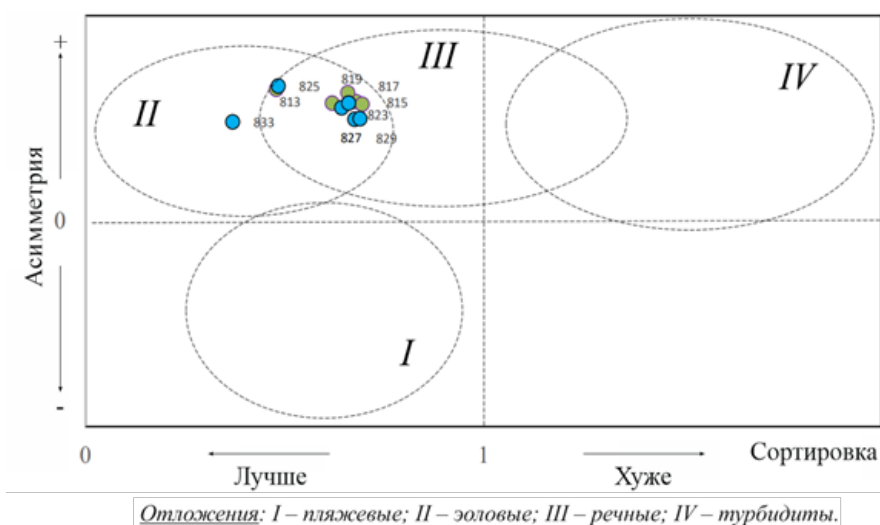
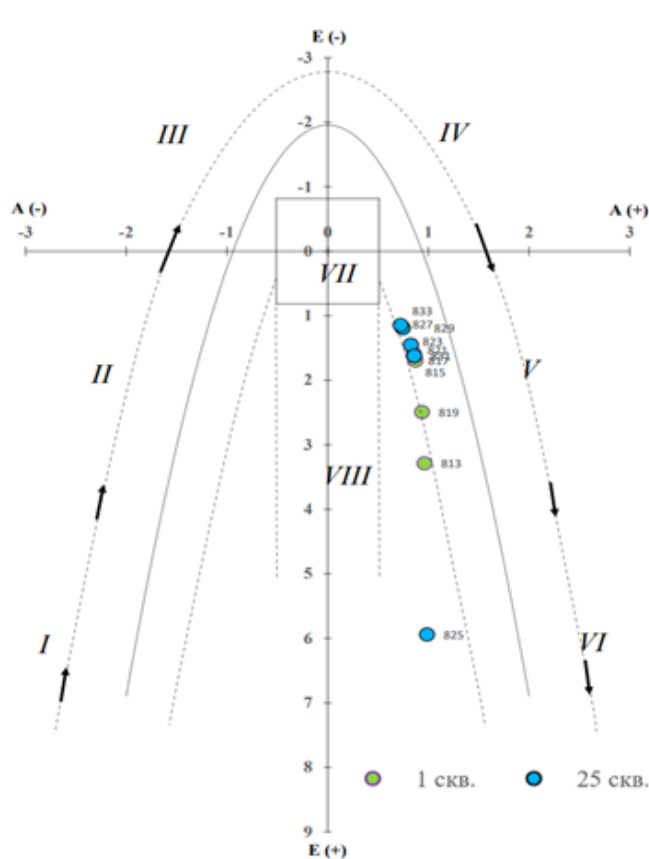


Рисунок 1 – Относительность сортировки
по скважинам 1 и 25 месторождения Южный Кумколь
(по К. Бьёрликке, 1989 г.)



Поля: I – дно водоемов, II – зоны сноса, III – реки со слабым приливом IV – реки с сильным приливом, V – приливно-отливная зона, VI – береговые дюны, VII – золотые отложения, VIII – сильный прибой волн с интенсивной переработкой осадков – прибрежные фации открытых водоемов.

Рисунок 2 – Динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова
для скважин № 1 и № 25 месторождения Южный Кумколь

Заключение

Результаты исследования показали, что осадконакопление продуктивного горизонта Ю-II месторождения Южный Кумколь происходило в дельтовой обстановке прибрежной морской зоны под воздействием приливных течений. Гранулометрический анализ выявил, что породы-коллекторы представлены мелко- и среднезернистыми песчаниками и алевролитами, отражающими переменную гидродинамику осадочной среды.

Анализ по диаграмме К. Бьёрликке указал на сочетание признаков речных и прибрежно-морских отложений, что свидетельствует о сложной фациальной природе осадков. Динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова подтвердила формирование в условиях активной гидродинамики дельтовой системы с влиянием морских приливов. Это проявляется в положительной асимметрии распределения частиц и умеренной сортировке, характерных для осадков смешанного генезиса.

Таким образом, коллекторы верхнекумкольской подсвиты сформировались в дельтовой системе с участием речных и приливных процессов, обеспечивших перераспределение осадочного материала. Комплексный гранулометрический анализ позволил уточнить фациальную принадлежность пород и повысить точность прогноза их коллекторских свойств.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. – Л.: Недра, 1977. – 408 с.
- 2 Рухин Л.Б. Гранулометрический анализ песков. – Л.: ЛГУ, 1947. – 213 с.
- 3 Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. – Л.: Недра, 1987. – 237 с.
- 4 Крашенинников Г.Ф., Волкова А.Н., Иванова Н.В. Учение о фациях с основами литологии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 214 с.
- 5 Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков). – М.: Недра, 1981. – 439 с.
- 6 Реддинг Х.Г. Обстановки осадконакопления и фации. – М.: Мир, 1990. – 352 с.
- 7 Вакуленко Л.Г., Предтеченская Е.А., Чернова Л.С. Опыт применения гранулометрического анализа для реконструкции условий формирования песчаников продуктивных пластов васюганского горизонта (Западная Сибирь) // Литосфера. – 2003. – № 3. – С. 99–108.
- 8 Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. – М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2007. – 511 с.
- 9 Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989. – 294 с.
- 10 Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л. и др. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
- 11 Bull W.B. Relation of textural (CM) patterns to depositional environment of alluvial-fan deposits // Journal of Sedimentary Petrology. – 1962. – V. 32. – No. 2. – P. 211–216.
- 12 Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. – М.: Мир, 1976. – 536 с.
- 13 Кудряшова Л.К. Изучение литолого-фациальной модели для увеличения нефтеотдачи залежи на примере песчаных пластов Тюменской свиты Красноленинского месторождения», Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от В.А. Обручева, М.А. Усова, Н.Н. Урванцева до наших дней: Матер. I Всеросс. геологической молодежной школы. – Томск: ТПУ, 2013. – С. 88–91.
- 14 Кудряшова Л.К. Гранулометрический анализ как основной метод обоснования условий формирования пластов-коллекторов ЮК (2-5) Ем-Еговской площади (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – 143 с.
- 15 Япаскурт О.В. Литология. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 336 с.

REFERENCES

- 1 Romanovskij, S.I. Sedimentologicheskie osnovy litologii (L.: Nedra, 1977), 408 p.
- 2 Ruhin, L.B. Granulometricheskij analiz peskov (L.: LGU, 1947), 213 p.
- 3 ëLogvinenko, N.V., Orlova, L.V. Obrazovanie i izmenenie osadochnyh po-rod na kontinente i v okeane (L.: Nedra, 1987), 237 p.
- 4 Krashenninnikov, G.F., Volkova, A.N., Ivanova, N.V. Uchenie o facijah s osnovami litologii (M.: Izd-vo MGU, 1988), 214 p.
- 5 ëRejnek, G.-Je., Singh, I.B. Obstanovki terrigenного osadkonakoplenija (s rassmotreniem terrigennyh klasticheskikh osadkov) (M.: Nedra, 1981), 439 p.
- 6 Reding, H.G. Obstanovki osadkonakoplenija i facii (M.: Mir, 1990), 352 p.
- 7 Vakulenko, L.G., Predtechenskaja, E.A., Chernova, L.S. Opyt primenenija granulometricheskogo analiza dlja rekonstrukcii uslovij formirovanija peschanikov produktivnyh plastov vasjuganskogo gorizonta (Zapadnaja Si-bir'). Litosfera, 3, 99–108 (2003).
- 8 Kuznecov, V.G. Litologija. Osadochnye gornye porody i ih izuchenie (M.: ООО «Nedra-Biznescentr», 2007), 511 p.
- 9 Selli, R.Ch. Drevnie obstanovki osadkonakoplenija (M.: Nedra, 1989), 294 p.
- 10 Grossgejm, V.A., Beskrovnaja, O.V., Gerashhenko, I.L. i dr. Metody paleogeograficheskikh rekonstrukcij (pri poiskah zalezhej nefti i gaza) (L.: Nedra, 1984), 271 p.
- 11 Bull, W.B. Relation of textural (CM) patterns to depositional environment of alluvial-fan deposits. J. Sediment. Petrol, 32, 211–216 (1962).
- 12 Pettidzhon, F., Potter, P., Siver, R. Peski i peschaniki (M.: Mir, 1976), 536 p.
- 13 Kudrjashova, L.K. Izuchenie litologo-facial'noj modeli dlja uveli-chenija nefteotdachi zalezhi na primere peschanyh plastov Tjumenskoj svity Krasnoleninskogo mestorozhdenija», Razvitie mineral'nosyr'evoj bazy Sibiri: ot V.A. Obrucheva, M.A. Usova, N.N. Urvanceva do nashih dnei: mater. I Vseross. geologicheskoi molodezhnoj shkoly (Tomsk: TPU, 2013), pp. 88–91.
- 14 Kudrjashova, L.K. Granulometricheskij analiz kak osnovnoj metod obosnovanija uslovij formirovanija plastov-kollektorov JuK (2-5) Em-Egovskoj ploshhadi (Zapadnaja Sibir'). Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov, 326 (10), 143 (2015).
- 15 Japaskurt O.V. Litologija (M.: Publishing Center «Akademija», 2008), 336 p.

¹*Базарбай Д.Қ.,

магистрант, ORCID ID: 0009-0001-2964-3523,

*e-mail: d_bazarbai@mail.ru

¹Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ОҢТҮСТІК ҚҰМКӨЛ КЕН ОРНЫНЫҢ ЖОҒАРҒЫ ҚҰМКӨЛ КІШІ ШӨГІНДІ ҚАБАТЫНЫҢ ЖЫНЫС-КОЛЛЕКТОРЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Андатпа

Бұл зерттеудің өзектілігі өнімді қабаттардағы мұнай қорының шығу ерекшеліктерін егжей-тегжейлі талдауға деген қажеттілікпен түсіндіріледі. Бұл, өз кезегінде, шөгінді жиналу жағдайларымен және Оңтүстік Торғай шөгінді алабындағы кен орындарының түзілу процестерімен тығыз байланысты. Жыныстардың түзілу жағдайларын дәл анықтау үшін терригендік шөгінділердің гранулометриялық талдауын қамтитын кешенді зерттеу қажет. Мұндай тәсіл шөгінді жиналу ортасы туралы шынайы деректер алуға және фациялық талдауды неғұрлым дәл жүргізуге мүмкіндік береді. Зерттеудің мақсаты – гранулометриялық талдау әдісін пайдалана отырып, Оңтүстік Құмкөл кен орнының Ю-II өнімді горизонтының шөгінді жиналу фациялық жағдайларын айқындау. Зерттеу әдістемесі түрлі гранулометриялық талдау тәсілдерін қолдануға негізделеді. Негізгі әдіс ретінде Фюхтбауэр мен Мюллер әдістемесіне сүйену қарастырылған. Шөгінділердің генетикалық интерпретациясы Бьёрликке диаграммасы арқылы жүзеге асырылады, ол бөлшектердің ірілігі мен асимметриясының өзара байланысын талдайды. Седиментация жағдайларын неғұрлым нақтылау мақсатында асимметрия мен эксцесс арасындағы қатынасты есепке алатын Г.Ф. Рожковтың динамикалық-генетикалық диаграммасы қолданылады. Зерттеу нәтижелері жыныс-коллекторлардың түзілу жағдайларын неғұрлым объективті сипаттауға және шөгінді жиналу параметрлерін нақтылауға мүмкіндік береді.

Гранулометриялық деректерді кешенді талдау тәсілі мұнайлы қабаттардың фациялық диагностикасының дәлдігін арттыруға ықпал етеді.

Тірек сөздер: фациялық талдау, гранулометриялық талдау, генетикалық диаграммалар, Оңтүстік Құмкөл кен орны, жоғарғы Құмкөл кіші шөгінді қабаты.

¹*Bazarbay D.K.,

Master's student, ORCID ID: 0009-0001-2964-3523,

*e-mail: d_bazarbai@mail.ru

¹Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan

STUDY OF RESERVOIR FORMATIONS OF THE UPPER KUMKOL SUBFORMATION OF THE SOUTH KUMKOL FIELD

Abstract

The relevance of this study is due to the need for a detailed study of recoverable oil reserves in reservoirs of productive horizons, which is associated with the conditions of sedimentation and deposit formation processes within the South Turgai sedimentary basin. A comprehensive analysis, including granulometric studies of terrigenous sediments, is required to accurately determine the conditions of rock formation. This approach allows to obtain reliable data on the depositional environment and to perform a more detailed facies analysis. The aim of the study is to determine the facies of sedimentation of the South Kumkol productive horizon Y-II using granulometric analysis. The methodology of the study includes application of various methods of granulometric analysis. The generalised Fuchtbauer and Muller definition of depositional setting was used as the main approach. Genetic interpretation of sediments is based on the K. Björlikke diagram analysing the ratio of sorting and asymmetry of particle distribution. The G.F. Rozhkov dynamogenetic diagram, which takes into account the ratio of asymmetry and excess, was used to clarify sedimentation conditions. The results of the study make it possible to characterise more objectively the conditions of reservoir rock formation and specify sedimentation parameters. An integrated approach to the analysis of granulometric data helps to improve the accuracy of facies diagnostics of oil-bearing horizons.

Keywords: facies analysis, granulometric analysis, genetic diagrams, South Kumkol field, Upper Kumkol Subformation.

Дата поступления статьи в редакцию: 28.05.2025