

**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>

<sup>1\*</sup>**Базарбай Д.Қ.,**  
магистрант, ORCID ID: 0009-0001-2964-3523,  
\*e-mail: d\_bazarbai@mail.ru

<sup>1</sup>Казахстанско-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. Бёрликке, 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, верхнекумольская 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 верхнекумкольской подсвиты 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 морских фаций океанического типа, континентальные типы имеют положительные асимметрии 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 пласти ассоциированы с арыскумским 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 ( $M_d$ ), 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

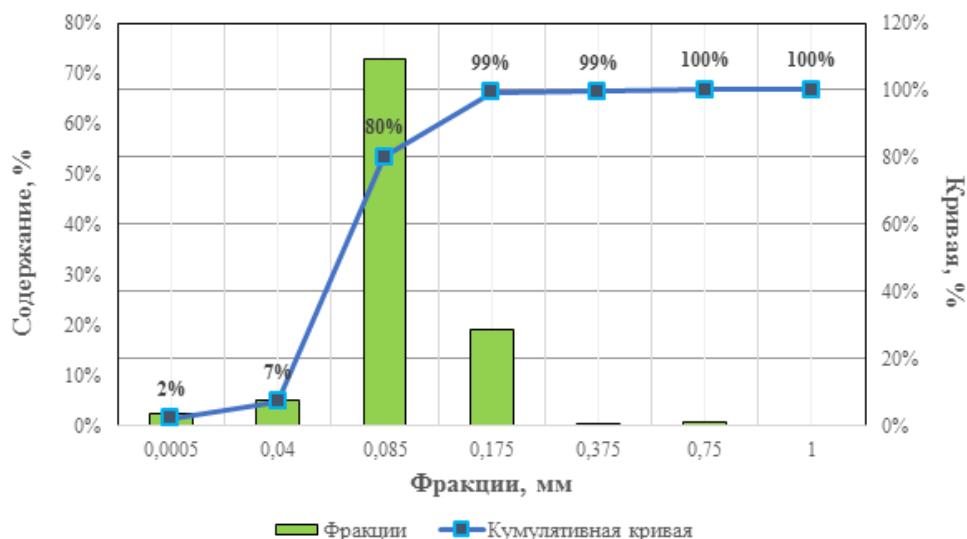


Диаграмма 1 – Накопительная кривая зерен по фракциям для скважины № 25 месторождения Южный Кумколь.

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.

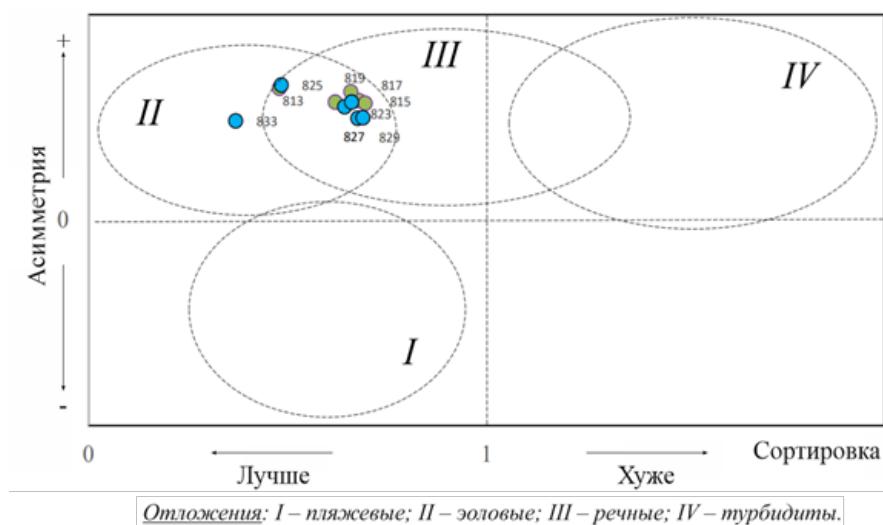
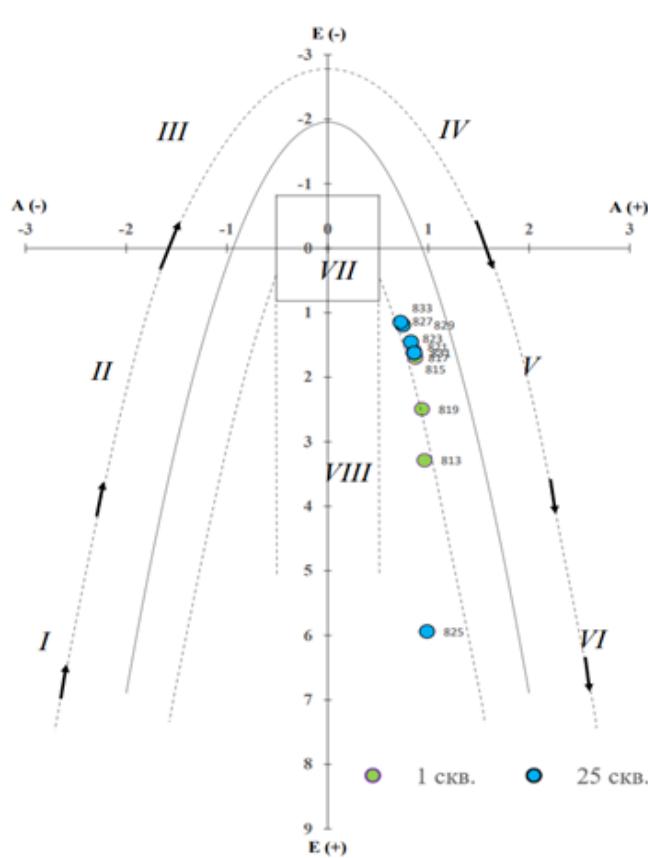


Рисунок 1 – Относительность сортировки по скважинам 1 и 25 месторождения Южный Кумколь (по К. Бьёрликке, 1989 г.)



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 – эоловые 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-П месторождения Южный Кумколь проходило 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. Бьёргике 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 Рединг 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 вансюганского горизонта (Западная Сибирь) // Литосфера. – 2003. – № 3. – С. 99–108.
- 8 Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 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. Инженеринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – 143 с.
- 15 Япаскуорт 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 ёLogvinenko, N.V., Orlova, L.V. Obrazovanie i izmenenie osadochnyh po-rod na kontinente i v okeane (L.: Nedra, 1987), 237 p.
- 4 Krasheninnikov, G.F., Volkova, A.N., Ivanova, N.V. Uchenie o facijah s osnovami litologii (M.: Izd-vo MGU, 1988), 214 p.
- 5 ёRejnek, 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. Optym primenenija granulometricheskogo analiza dlja rekonstrukcii uslovij formirovaniya 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.: OOO «Nedra-Biznescentr», 2007), 511 p.
- 9 Selli, R.Ch. Drevnie obstanovki osadkonakoplenija (M.: Nedra, 1989), 294 p.
- 10 Grossgejm, V.A., Beskrovnaia, O.V., Gerashhenko, I.L. i dr. Metody paleogeograficheskikh rekonstrukcij (pri poiskakh 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», Razvitiye mineral'nosyr'evoj bazy Sibiri: ot V.A. Obrucheva, M.A. Ussova, N.N. Urvanceva do nashih dnej: mater. I Vseross. geologicheskoy molodezhnoj shkoly (Tomsk: TPU, 2013), pp. 88–91.
- 14 Kudrjashova, L.K. Granulometricheskij analiz kak osnovnoj metod obosnovaniya uslovij formirovaniya plastov-kollektorov JuK (2-5) Em-Egovskoj ploshchadi (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.К.,**

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

\*e-mail: d\_bazarbai@mail.ru

<sup>1</sup>Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## ОҢТҮСТІК ҚҰМКӨЛ КЕН ОРНЫНЫң ЖОҒАРҒЫ ҚҰМКӨЛ КИШІ ШӨГІНДІ ҚАБАТЫНЫң ЖЫНЫС-КОЛЛЕКТОРЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

### Аннотация

Бұл зерттеудің өзектілігі өнімді қабаттардағы мұнай қорының шығу ерекшеліктерін егжей-тегжейлі талдауға деген қажеттілікпен түсіндірледі. Бұл, өз кезеңінде, 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 негұрлым дәл жүргізуге мүмкіндік береді. Зерттеудің мақсаты – гранулометриялық талдау әдісін пайдалана отырып, Оңтүстік Құмкөл кен орнының Ю-II өнімді горизонтының шөгінді жиналу фациялық жағдайларын айқында. Зерттеу әдістемесі түрлі гранулометриялық талдау тәсілдерін қолдануға негізделеді. Негізгі әдіс ретінде Фюхтбауэр мен Мюллер әдістемесіне сүйену караптырылған. Шөгінділердің генетикалық интерпретациясы Бъёрликке диаграммасы арқылы жүзеге асырылады, ол бөлшектердің ірілігі мен асимметриясының өзара байланысын талдайды. Седиментация жағдайларын негұрлым нақтылау мақсатында асимметрия мен экссесс арасындағы катынасты есепке алатын Г.Ф. Рожковтың динамикалық-генетикалық диаграммасы колданылады. Зерттеу нәтижелері жыныс-коллекторлардың түзілу жағдайларын негұрлым 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 Құмқөл кен орны, жоғарғы Құмқөл кіші шөгінді қабаты.

<sup>1\*</sup>**Bazarbay D.K.,**  
Master's student, ORCID ID: 0009-0001-2964-3523,  
\*e-mail: d\_bazarbai@mail.ru

<sup>1</sup>Kazakh-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