

УДК 553

**ГРАНСОСТАВ И МИКРОСТРОЕНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ
ШЕЛЬФА КАРСКОГО МОРЯ**
GRAINSIZE AND MICROSTRUCTURE OF THE DEPOSITS
OF THE KARA SEA SHELF

О. С. Калашникова, А. Н. Курчатова, Е. А. Слагода, Я. В. Тихонравова
O. S. Kalashnikova, A. N. Kurchatova, E. A. Slagoda, Ya. V. Tikhonravova

Институт криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: арктический шельф; Карское море; грансостав; микростроение
Key words: Arctic shelf; the Kara Sea; grainsize; microstructure

№ 2, 2017

Нефть и газ

23

Российская Арктика вместе с морской экономической зоной и прилегающим к побережью континентальным шельфом составляет более 30 % территории Российской Федерации. Значительная роль природных ресурсов Арктики в экономическом развитии и обеспечении безопасности России в условиях современного мира обуславливает актуальность развития научных исследований и новых технологий в этом регионе. Экономические интересы России сосредоточены на освоении шельфа арктических морей. Шельф Карского моря в настоящее время привлекает пристальное внимание в связи с нефтегазоносностью этой территории. В перспективе при строительстве инженерных сооружений для добычи и транспортировки углеводородного сырья необходимо знать особенности строения отложений, которые служат для них естественным основанием.

В ходе полевых работ, выполненных в 2007 г. экспедицией ВНИИОкеангеология на научно-исследовательском судне «Иван Петров», были отобраны образцы по двум профилям шельфовой зоны Карского моря (рис. 1) [1]. В лаборатории криотрасологии Института криосферы Земли СО РАН были выполнены грануло-

метрический, минералогический и микроскопический анализы образцов.

Гранулометрический анализ 33 образцов выполнен при помощи лазерного дифракционного анализатора размера частиц Mastersizer 3000 (Malvern) с водной дисперсией и дополнительной обработкой ультразвуком [2]. Минеральный состав образцов определялся на рентгеноструктурном порошковом дифрактометре D2 PHASER (Bruker). Обработка дифрактограмм выполнена с использованием программного обеспечения Eva (определение кристаллических фаз) и Toras (количественный анализ кристаллических фаз). Микроскопический анализ



Рис. 1. Обзорная схема отбора проб по профилям К-I и К-II

образцов выполнен на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) TM3000 (Hitachi), совмещенном с рентгеноспектральным анализатором SwiftED3000 (Oxford).

Использование метода детального гранулометрического анализа позволяет определить генезис отложений и сделать заключение об условиях осадконакопления [3]. По результатам изучения грансостава была построена треугольная диаграмма (рис. 2), по которой установлено, что все образцы имеют высокое содержание (от 50 до 74 %) алевритовой фракции с размером частиц 0,005–0,05 мм. Таким образом, отложения представлены различными типами алевритов: песчано-глинистым и глинистым. Содержание глинистой фракции (частицы менее 0,005 мм) в отложениях в среднем составляет 20 %, наименьшее количество глинистых частиц (15–16 %) отмечено в образцах, отобранных на мелководных участках вблизи берега, а максимальное содержание пелитовой фракции (до 40 %) установлено в образце, отобранном на глубине 50 см от поверхности дна при глубине моря 23 м.

Содержание песчаной фракции (размер частиц более 0,05 мм) варьирует в широких пределах (от 0 до 36 %). Наиболее опесчаненные слои относятся к мелководным участкам. Коэффициент сортировки во всех образцах не превысил 0,5, что свидетельствует о хорошей сортировке отложений. Близкие результаты были получены и другими исследователями, изучавшими отложения Карского моря [4, 5], однако в данных работах изучаемые территории находятся на более глубоководных участках, и в составе отложений преобладает глинистая фракция.

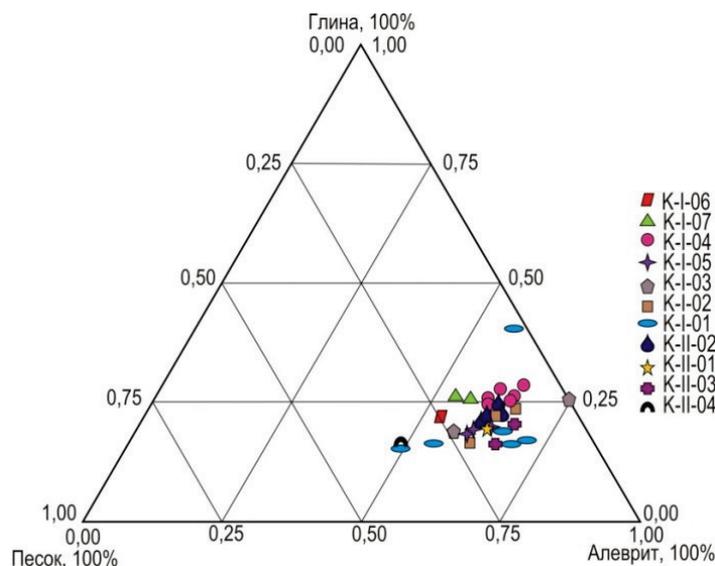


Рис. 2. Треугольная диаграмма гранулометрического состава

При интерпретации полученных данных были построены различные диаграммы, характеризующие литогенетические особенности отложений. Диаграмма динамометрических полей (рис. 3) построена по отношению показателей асимметрии и эксцесса [6], она отражает механическую дифференциацию обломочных частиц. Две трети (20 из 33) изученных образцов отнесены к участкам с активным волновым воздействием, течениями и приливными явлениями; 7 образцов приурочены к районам слабых течений и застойных зон; 5 образцов характеризуются как отложения морских фаций мелководья; один образец попал в поле осадка рек и пойм.

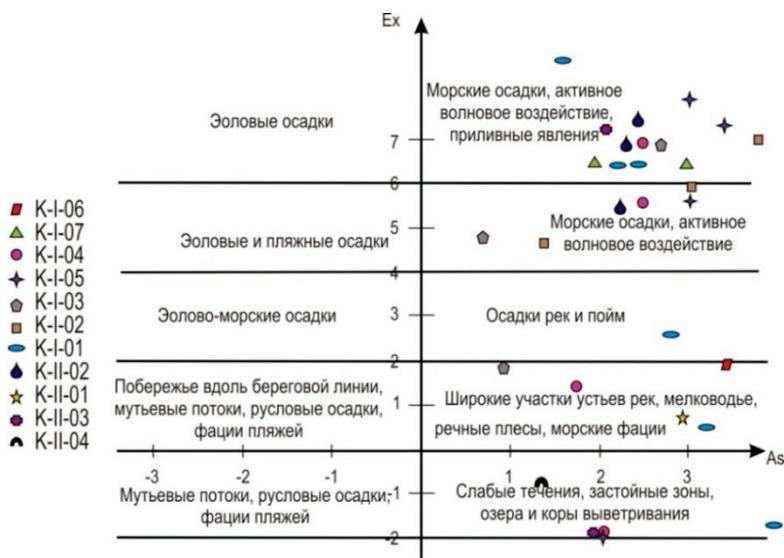


Рис. 3. Генетическая диаграмма динамометрических полей Гостинцева

Другая генетическая диаграмма — диаграмма Пассеги (рис. 4).



Рис. 4. Генетическая диаграмма Пассеги

В основе метода Пассеги лежит представление о том, что перенос осадка в движущемся потоке осуществляется: во-первых, путем качения по дну, во-вторых, путем влечения в неоднородной суспензии. Анализ построенной диаграммы показал, что все отложения принадлежат полям пелагической и градационной суспензии, большинство отложений характеризуется как осадки «спокойной воды». Такая противоположная трактовка результатов гранулометрического состава отложений обусловлена би- и полимодальностью распределения частиц по фракциям, что свидетельствует о совокупном влиянии группы факторов, определяющих высокую неопределенность интерпретации результатов грансостава. По результатам гранулометрического анализа образцы глинистого алеврита характеризуются бимодальным распределением частиц по фракциям, образцы песчано-глинистого алеврита — тримодальным распределением.

По минеральному составу с учетом суммы глин и породообразующих минералов выделяются морские фации шельфа, где сумма глин составляет 30–40 %, и прибрежно-морские фации (сумма глин 20–30 %). Два образца (К-II-04_15 и К-I-03_2) отличаются от остальных значительным преобладанием зерен кварца (55–70 %) и низким содержанием глин (10–20 %), что может свидетельствовать о близком переотложении размываемых позднеплейстоценовых террас, в значительной степени преобразованных процессами криогенеза в субэвральные условия.

Исследование микростроения отложений позволяет получить данные о размере и форме минералов и их агрегатов, однородности (или неоднородности) отложений, соотношении частиц различной формы и размера (рис. 5). Следует отметить наличие большого количества глинистых частиц во всех типах алевритов, что характерно для морских отложений (рис. 5 а, б). Более глубоководные глинистые отложения характеризуются плотным строением и высокой степенью однородности, мелководные песчаные отложения имеют высокую пористость. В песчаных алевритах отмечено большое количество угловатых зерен кварца с признаками, характерными для криогенных грунтов [7, 8] — раковистым изломом, трещинами (рис. 5 в), в то время как зерна полевого шпата имеют признаки выщелачивания (рис. 5 г). Кроме того, в образцах присутствуют новообразования в виде сульфидов железа (рис. 5 д) и железомарганцевых стяжений (рис. 5 е). Морской генезис отложений подтверждается многочисленными находками раковин гастропод (рис. 5 ж), а также присутствием морских диатомовых (рис. 5 з).

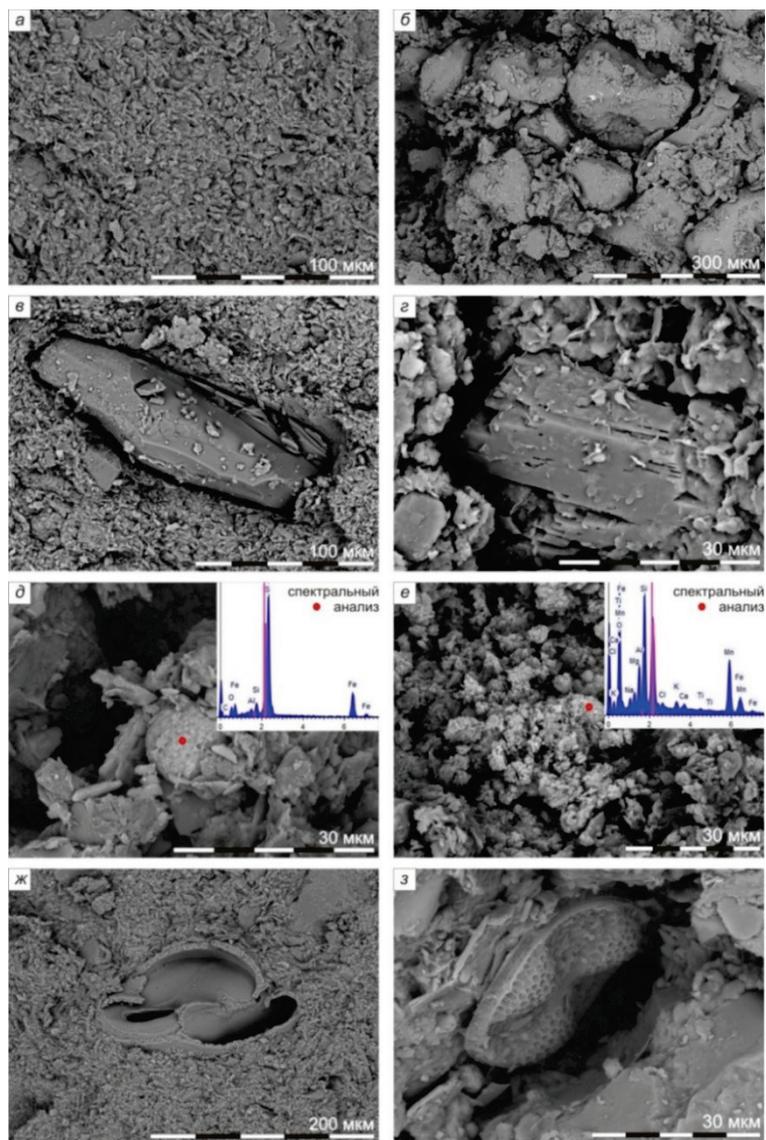


Рис. 5. Микростроение отложений шельфа Карского моря:

а) глинистый алеврит; б) песчано-глинистый алеврит; в) зерно кварца со свежими раковистыми сколами; г) выщелоченное зерно полевого шпата; д) конкреция сульфидов; е) новообразование железомарганцевого состава; ж) раковина гастроподы; з) диатомовые

Таким образом, отложения мелководного шельфа Карского моря представлены песчано-глинистыми и глинистыми алевритами. С увеличением глубины моря содержание пелитовой фракции возрастает, а песчаных частиц, наоборот, уменьшается.

- По фаціальным условиям изученные отложения характеризуются как прибрежно-морские осадки зоны активного волнения, а также морские отложения застойных зон со слабыми течениями. По коэффициенту сортировки отложения относятся к хорошо сортированным, что свидетельствует о значительной роли воды (волновая деятельность и вдольбереговые течения) в их транспортировке.

- В отдельных образцах установлены признаки криогенеза: высокое содержание кварцевых зерен, имеющих угловатую форму и раковистый излом свежих сколов.

Список литературы

1. Слагода Е. А., Ванштейн Б. Г., Лейбман М. О. Криогенные образования в осадках на дне Карского моря / Е. А. Слагода, Б. Г. Ванштейн, М. О. Лейбман // *Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода*. – Новосибирск, 2009. – С. 551–554.
2. Курчатова А. Н., Рогов В. В. Новые методы и подходы к изучению гранулометрического и морфологического состава криогенных грунтов / А. Н. Курчатова, В. В. Рогов // *Инженерные изыскания*. – 2014. – № 5–6. – С. 58–63.
3. Сурков А. В. Новое в изучении песчано-алевритовой компоненты россыпей и осадочных пород (Альтернативная методика). – М.: Издатель Е. Разумова, 2000 – 286 с.
4. Крылов А. А. и др. Глинистые минералы, как показатель условий накопления верхне-четвертичных отложений Желоба Святой Анны (Карское море) // *Океанология*. – 2008. – Т. 48. – № 1. – С. 91–100.
5. Левитан М. А. и др. История голоценовой седиментации в южной части Карского моря // *Литология и полезные ископаемые*. – 2004. – № 6. – С. 651–666.
6. Методические указания подробному гранулометрическому анализу седиментационным способом / Под общ. ред. К. К. Гостинцева. – Л.: ВНИГРИ, 1989 – 191 с.
7. Рогов В. В. Основы криогенеза / В. В. Рогов. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2009. – 203с.
8. Udayaganesan P. et al. Surface Microtextures of Quartz Grains from the Central Coast of Tamil Nadu. *Journal of the Geological Society of India* Vol.77, January 2011, P. 26–34.
9. Müller A., Knies J. Trace elements and cathodoluminescence of detrital quartz. *Clim. Past*, 9, Pp. 2615–2630, 2013.
10. Bull P., Morgan R. Sediment Fingerprints: A forensic technique using quartz sand grains. *Science and Justice*, 2006, Vol 46, P. 46–107.

Сведения об авторах

Калашникова Ольга Сергеевна, аспирант Института Криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень, тел. 89123901121, e-mail: olga.gasheva.91@mail.ru

Курчатова Анна Николаевна, к. г.-м. н., доцент кафедры Криологии Земли Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, тел. 8(3452)463978, e-mail: kanni@mail.ru

Слагода Елена Адольфовна, д. г.-м. н., главный научный сотрудник Института Криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень, тел. 8(3452)688787, e-mail: sciensec@ikz.ru

Тихонравова Яна Витальевна, аспирант Института Криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень, тел. 8(3452)688787, e-mail: tikh-jana@ya.ru

Information about the authors

Kalashnikova O. S., postgraduate student, Earth Cryosphere Institute SB RAS, Tyumen, phone: 89123901121, e-mail: olga.gasheva.91@mail.ru

Kurchatova A. N., Candidat of Geology and Mineralogy, associate Professor in the Department of Earth's cryosphere, Industrial University of Tyumen, phone: e-mail: kanni@mail.ru

Slagoda E. A., Doctor of Geology and Mineralogy, chief scientific officer of Earth Cryosphere Institute SB RAS, Tyumen, phone: 8(3452)688787, e-mail: sciensec@ikz.ru

Tikhonravova Ya. V., postgraduate student, Earth Cryosphere Institute SB RAS, phone: 8(3452)688787, e-mail: tikh-jana@ya.ru

УДК 556.3.01

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ЗАПАДНО- И ВОСТОЧНО-МЕССОЯХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ
HYDROGEOCHEMICAL CONDITIONS
OF WESTERN AND EASTERN MESSOYAKHNSK DEPOSITS**

Ю. И. Сальникова, Р. Н. Абдрашитова, В. А. Бешенцев

Yu. I. Salnikova, R. N. Abdrashitova, V. A. Beshentsev

*Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа при ТИУ, г. Тюмень
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

Ключевые слова: гидрогеологический комплекс; Западно-Сибирский мегабассейн; водонапорная система; минерализация подземных вод; Мессояхская группа месторождений; бор-бромный коэффициент

Key words: hydrogeological complex; West Siberian megabasin; water drive system; mineralization of groundwater; Messoyakhsk group of deposits; boron-bromine coefficient

Комплексное изучение гидрогеологических условий месторождений углеводородов — важное условие успешного развития нефтегазового комплекса Западной Сибири. Гидрогеологические исследования на всех стадиях поисков и разработки месторождений помогают решить множество задач. Предварительная оценка и прогноз нефтегазоносности; выявление участков, благоприятных для аккумуляции углеводородов; создание корректной модели разработки; обоснование системы поддержания пластового давления (ППД); контроль разработки; мониторинг со-