

УДК 550.832.542.083.133

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ ЗАПАДНОГО БОРТА ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

И.М. Мамедова

В статье на основании изучения кернового материала предложена новая методика фациального анализа разреза продуктивной толщи месторождений Азербайджана, установлено направление фациальной изменчивости отложений свиты «перерыва». Рассмотрены методические аспекты изучения структуры зерен отложений продуктивной толщи с помощью бинокулярного микроскопа. Построена 3D-модель пространственного расположения фаций аллювиально-дельтового генезиса и установлено их взаимоотношение со структурой Южно-Каспийской впадины, что дает возможность правильно проецировать скважины как при поисково-разведочном бурении, так и при освоении месторождения.

Ключевые слова: фациальный анализ, 3D-анализ кернового материала, бинокулярный микроскоп, модель осадконакопления.

Одним из важных аспектов исследования природного резервуара является вопрос изучения истории развития, происхождения и накопления осадочных отложений продуктивной толщи (далее - ПТ) западного борта Южно-Каспийской впадины. Выяснение по возможности детальной картины древней физико-географической обстановки и анализ истории ее развития во времени необходимы для решения многих вопросов, стоящих перед изучением и освоением природного резервуара. Правильность палеогеографической реконструкции во многом основывается на фациальном анализе условий образования горных пород. Суть фациального анализа заключается в выявлении в пределах стратиграфической единицы генетических комплексов отложений (фаций), прослеживании их по площади и переходе в другие одновозрастные образования. Ранняя плиоценовая история развития западного борта Южного Каспия характеризуется частой сменой регрессивных и трансгрессивных фаз тектогенеза, что обусловило пестроту фациального состава отложений этого возраста. Несмотря на весьма продолжительное время изучения терригенных образований запад-

ного борта Южного Каспия (как впрочем, и прилегающих областей), трактовка их фациальной принадлежности до сих пор остается довольно схематичной.

Разные типы осадков в соответствии с динамикой среды, в которой происходит перемещение обломочных частиц, имеет только ей присущее распределение размеров этих частиц. Динамика среды является основополагающим фактором, влияющим на первичную упаковку, сортировку и кристаллографию зерен.

В настоящее время существует большое количество методов, позволяющих восстановить условия осадконакопления [Батулин В.П., 1947; Рожков Г.Ф., 1978; Сурков А.В., 1979; Евзикова Н.З., 1981; Котельников Б.Н., 1989]. Подобные исследования ведутся, преимущественно, на основе изучения гранулометрического, минерального состава пород и кристалло-морфологической эволюции минералов. На наш взгляд наиболее точно фациональная обстановка была описана и изучена динамогенетической диаграммой Г.Ф.Рожкова.

Как известно, данные косвенного счета песчаных зерен обладают большей информативностью для выделения фациональной зависимости параметров асим-

метрии и эксцесса, которые четко отражают условия седиментации. Физический смысл этих параметров заключается в том, что асимметрия (α), определяя положение M_0 (моды) относительно X (среднего арифметического), указывает на энергетический уровень среды седиментации. Эксцесс (τ) сопоставляется с относительной длительностью обработки обломочного материала, т.е. со стабильностью динамических условий среды седиментации [1]. Таким образом, этот параметр показывает, как долго действовали живые силы среды, относительная энергия которых зафиксирована параметром асимметрии.

При анализе материалов коллекторских свойств месторождений Азербайджана автором были использованы нетрадиционные подходы к исследованию обломочного вещества керна продуктивных горизонтов. Как показывает опыт, однозначное восстановление условий осадконакопления, а, следовательно, и выделения фаций – чрезвычайно сложная задача, так как сходные текстуры могут образовываться в разных палеогеографических обстановках. Поэтому, в дополнение к основным исследованиям [2], был произведен детальный гранулометрический 3D- анализ имеющегося ядерного материала. Традиционный гранулометрический анализ пород осуществлялся по методике, разработанной П.П.Авдусиным и В.П.Батуриным с выделением четырех фракций зерен пород: $> 0,25$ мм; $0,25 \div 0,10$ мм; $0,10-0,01$ мм и $< 0,01$ мм. Согласно данным гранулометрического анализа определяется тип пород по классификационному треугольнику Л.В.Пустовалова с 19 наименованиями в четырех группах: песка, алевроита,

глидолита (неотсортированных пород) и глинов. Автором были получены статистические показатели гранулометрических исследований пород коллекторов месторождений Азербайджана. Результаты традиционных исследований сопоставлялись с дополнительными. Структура зерен отложений продуктивной толщи изучалась нами (совместно с Хотылевым О.В. во ВНИИГеосистем) с помощью бинокулярного микроскопа [3]. В соответствии с методикой образец породы предварительно переводится в рыхлое состояние с помощью растворения цемента или очень аккуратно дезинтегрируется резиновым пестом. Затем, производится замер зерен мономинеральных фракций под бинокулярным микроскопом, с помощью окулярной линейки по трем параметрам (А - длина, В - ширина, С - толщина зерен, А, В, С – взаимно перпендикулярны) с точностью до 0,01 мм (для песчано-алевритовой фракции). Количество замеров зерен определяется согласно методике (не менее 150 шт). Полученные данные вводятся в компьютер и обрабатываются при помощи специализированного программного комплекса, с получением гистограмм распределения размеров по осям и рядам статистических параметров.

При анализе пробы образца скважины № 21 интервала глубин 3642 м песчаника свиты «перерыва» продуктивной толщи месторождения Гюнешли из нее предварительно была выделена суммарная электромагнитная фракция. Были зарегистрированы в легкой фракции - кварц, в электромагнитной - ильменит и турмалин, а также определено значительное количество глауконита.

Таблица 1. Размеры зерен по осям в образце скважины №21 месторождения Гюнешли. Свита «перерыва» ПТ

Ось	Количество зерен	MIN	MAX	MID
А	150	0,05	0,49	0,163
В	150	0,04	0,30	0,122
С	150	0,01	0,21	0,085

КВАРЦ: Спектры распределения размеров зерен кварца по осям (А - длина

зерен, В - ширина зерен, С - толщина зерен) в пробе узкие (табл. 1), и практиче-

ски совпадают с интервалами непрерывности (рис. 1-3). На распределениях четко выделяются два пика - один в интервале 0,02-0,1 мм, второй - 0,1-0,16 мм по «С»; 0,04-0,11 мм и 0,14-0,24 мм по «В» и 0,05-0,14 мм и 0,15-0,30 мм по «А». При этом первый пик представлен, преимущественно, неокатанными разностями зерен, а второй - зернами различного уровня окатанности (от угловато-окатанных и полуокатанных до окатанных - рис. 4). При этом в выборке преобладают зерна изометричной и пластинчатой формы (рис. 5), что характерно для морских мелководных осадков.

ТУРМАЛИН, ИЛЬМЕНИТ: Размеры зерен по осям расположены в пределах одного, достаточно узкого спектра (рис. 6 - показано только распределение по оси «А», остальные аналогичны), который совпадает с интервалами непрерывности. В целом, их распределения аналогичны, повторяют друг друга и, в общих чертах, мономодальные.

Подобную картину данного комплекса распределений можно интерпретировать следующим образом: наличие аутогенного глауконита характерно для зоны открытого шельфа. Узкие интервалы

непрерывности и мелкие размеры кварцевых зерен и зерен тяжелых минералов соответствуют зоне волновой проработки. Это подтверждается их минералогической сортировкой (по плотности) - спектры тяжелых минералов закономерно сдвинуты в сторону мелких фракций относительно второго (0,15-0,30 мм по «А») кварцевого пика. Бимодальность распределений кварцевых зерен говорит о том, что осадок, вероятно, формировался в межбаровых понижениях, где в относительно спокойных условиях могли выпадать тонкие неокатанные частицы размерами 0,05-0,14 мм по оси «А». Наличие значимых количеств минералов тяжелой фракции говорит о незначительном (сотни метров - километр) расстоянии от берега.

Таким образом, данный осадок формировался в зоне волновой проработки открытого шельфа, в межбаровых понижениях дна бассейна на расстоянии в пределах километра от берега. Породы области питания, вероятно, были представлены преимущественно осадочными терригенными породами типа песчаников (39,4% зерен кварца со следами окатанности - рис. 7) с редкими выходами гранитоидов (неокатанные турмалин, ильменит).

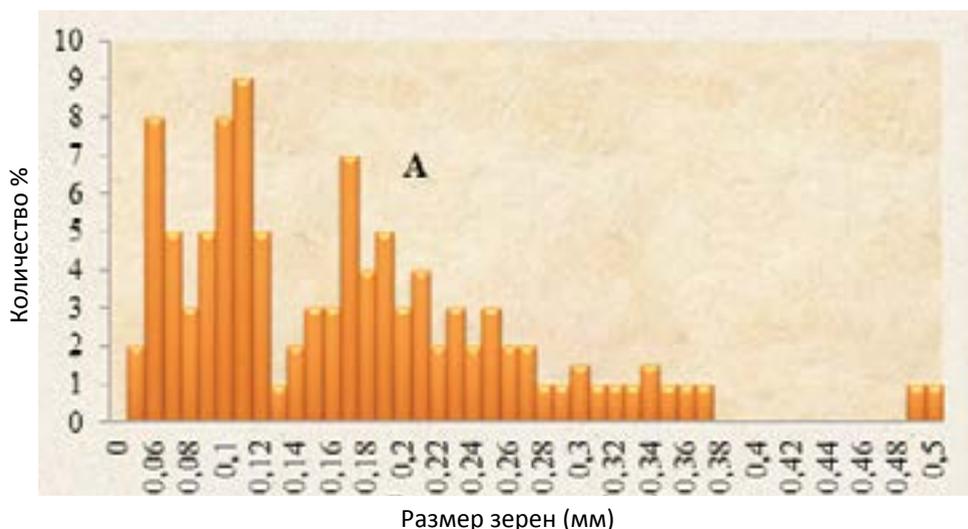


Рисунок 1. Результаты 3D –гранулометрии. Проба кварц по скважине № 3 месторождения Гюнешли

А - длина зерна; В - ширина зерна; С - толщина зерна.

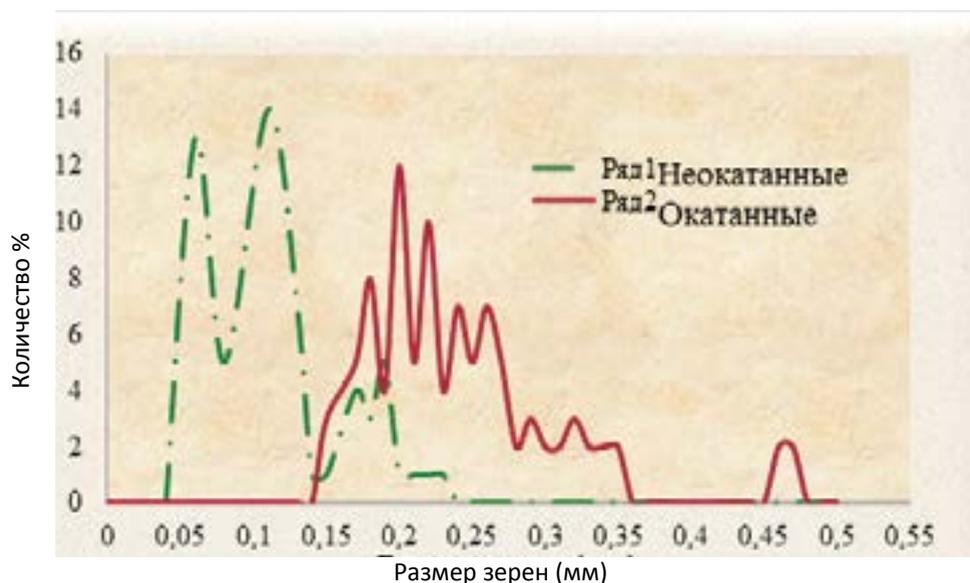


Рисунок 2. Распределение размеров зерен кварца в соответствии с окатанностью



Рисунок 3. Распределение зерен кварца по формам (колич. %), данные 3D-гранулометрии

Таблица 2. Размеры зерен в зависимости от формы зерен скважины № 21 месторождения Гюнешли

Форма зерен	Значения отношения «ширина/длина», В/А	Значения отношения «толщина/ширина», С/В
Игольчатая	$0 \leq В/А \leq 0,5$	$0,5 \leq С/В \leq 1$
Изометричная	$0,5 < В/А \leq 1$	$0,5 < С/В \leq 1$
Лентовидная	$0 \leq В/А \leq 0,5$	$0 \leq С/В \leq 0,5$
Пластинчатая	$0 < В/А \leq 1$	$0 \leq С/В \leq 0,5$

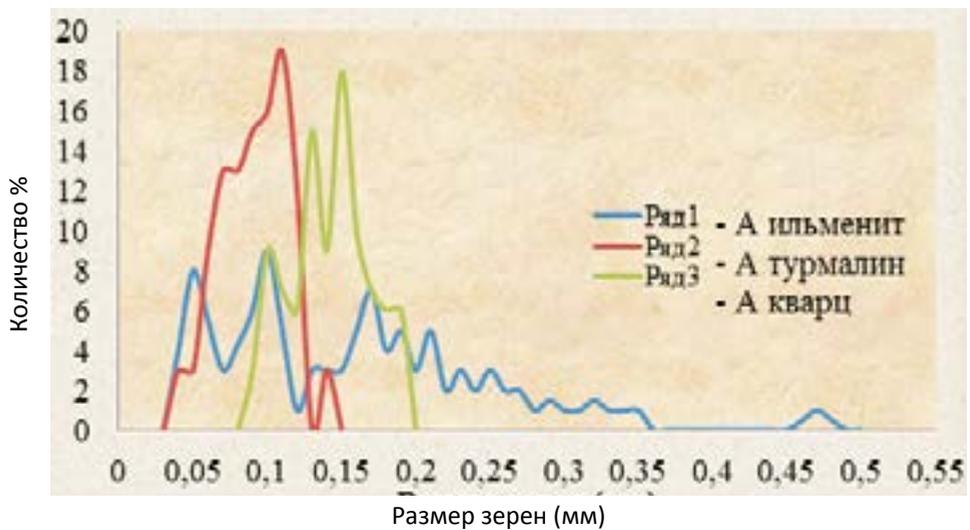


Рисунок 4. Комплексные спектры распределений зерен минералов (Скважина №3 месторождения Гюнешли, данные 3D гранулометрии)

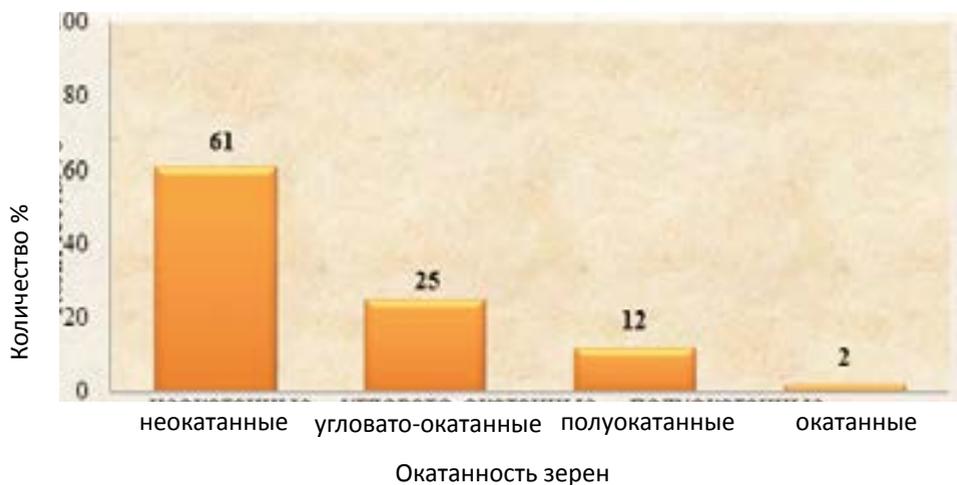


Рисунок 5. Распределение зерен кварца по окатанностям (образец месторождения Гюнешли, данные 3D гранулометрии)

Анализируя данные исследования и сопоставляя их с традиционными, были получены следующие закономерности. Параметры, полученные в результате 3D-гранулометрического анализа по толщине зерен совпадают с традиционными 4-фракционными исследованиями коллекторов свиты «перерыва» месторождения Гюнешли, что подтверждает возможность сопоставления гранулометрическим анализом, 19-фракционным грануло-

метрическим анализом, так и четырех-фракционным гранулометрическим анализом зерен, приводимых к единому процентному соотношению. При этом расхождения в значениях асимметрии и эксцесса бывают незначительны и попадают в единое поле генетической диаграммы [1] (рис 8.), что связано с одинаковым способом перемещения обломочных частиц и определяется общими энергетическими уровнями динамических сил

среды переноса и седиментации осадка. Рассматривая механический состав главных типов осадков дельты Волги, составленный Н.Г.Красновой, 1951 [4] и приведенный автором к единому процентному соотношению (рис. 9), вычисления косвенного счета зерен параметров асимметрии эксцесса сопоставлялись с эталонной динамогенетической диаграммой Рожкова Г.Ф., на которой выделены восемь различных полей с четкими условиями седиментации; застойные, речные течения, выход волн на мелководье, накат волн и деятельность ветра. На графике зависимости α/τ (рис. 9) по месторождениям Азербайджана по свите «перерыва» большая часть точек (примерно 95-98%) ложится в область вершины параболы (III и IV четверти по Г.Ф.Рожкову) или вблизи нее и эмпирического полигона распределения, ограниченного значениями (α)

$\leq 0,63$ и (τ) $\leq 0,53$ за исключением одной точки, где (τ) = 14,44. Данное распределение характерно для побережья акваторий вблизи береговой черты и относится к VII-фациальной зоне, эоловой переработке речных осадков по динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова и соответствуют V и VI типам осадков дельты Волги по данным Н.Г. Красновой и И.М. Мамедовой (табл. 3), что соответствует отложениям культука и ильменного осадка. Таким образом, можно прогнозировать, что образование свиты «перерыва» месторождений Азербайджана связано с нарастанием участков дельтовых протоков, как Волги, так и Куры, где речная вода, сталкиваясь с водами морского залива, резко уменьшает скорость течения и отлагает значительную часть переносимого материала. Действие подпора речных вод морскими еще усиливается нагонными ветрами.

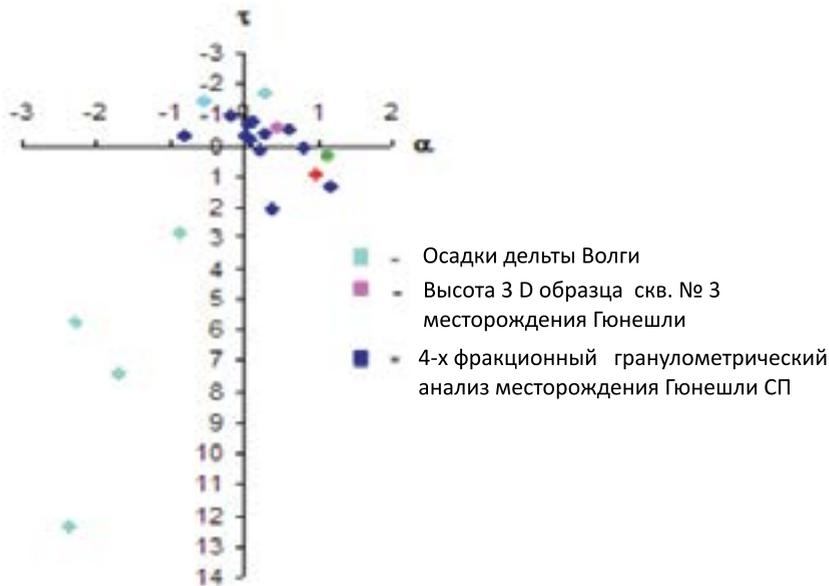


Рисунок 6. Диаграмма распределения гранулометрических коэффициентов (по данным пересчета) для терригенных пород свиты «перерыва» ПТ месторождения Гюнешли (Азербайджана)

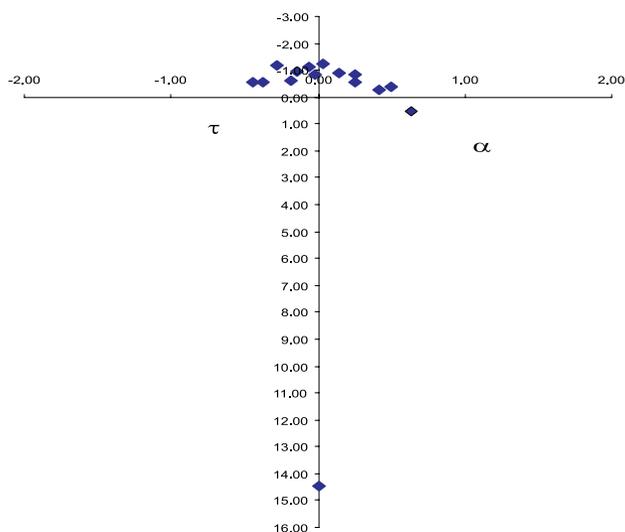


Рисунок 7. Распределение точек – проб осадков по свите «перерыва» ПТ месторождений Азербайджана различных фаций по значениям асимметрии и эксцесса по косвенному счету 4-фракционного гранулометрического анализа зерен

Культуки – не настоящие морские заливцы, они отделены от моря мелководной авандельтой; вода в них пресная, морская проникает лишь при сильных нагонных ветрах, что показывает гидрохимический анализ воды месторождений Западного борта Южного Каспия. Для осадков культуков наиболее характерны суглинки, а ильменные отложения представлены частым чередованием алевритовых глин и глинистых алевролитов. Наилучшие результаты определения фациальных и микрофациальных условий седиментации получили при последующем картировании данных, снятых с диаграммы (рис. 7). Картирование в объеме единого стратиграфического интервала успешно корректирует и ликвидирует неоднозначные ответы эталонной диаграммы, выявляет аллювиально-дельтовый генезис

терригенных пород свиты «перерыва» месторождений Азербайджана, что позволяет значительно расширить перспективы нефтегазоносности Юго-западного борта Каспийского моря.

Разработанная методика оценки условий осадконакоплений с помощью фракционного гранулометрического анализа служит основой прогнозирования коллекторов нефти и газа на еще неразбуренных или слабо изученных площадях, для которых проведены сейсмические исследования. Она также выявляет пространственное расположение коллекторов аллювиально-дельтового генезиса и их взаимоотношение со структурой, что дает возможность правильно проецировать скважины как при поисково-разведочном бурении, так и при освоении месторождения.

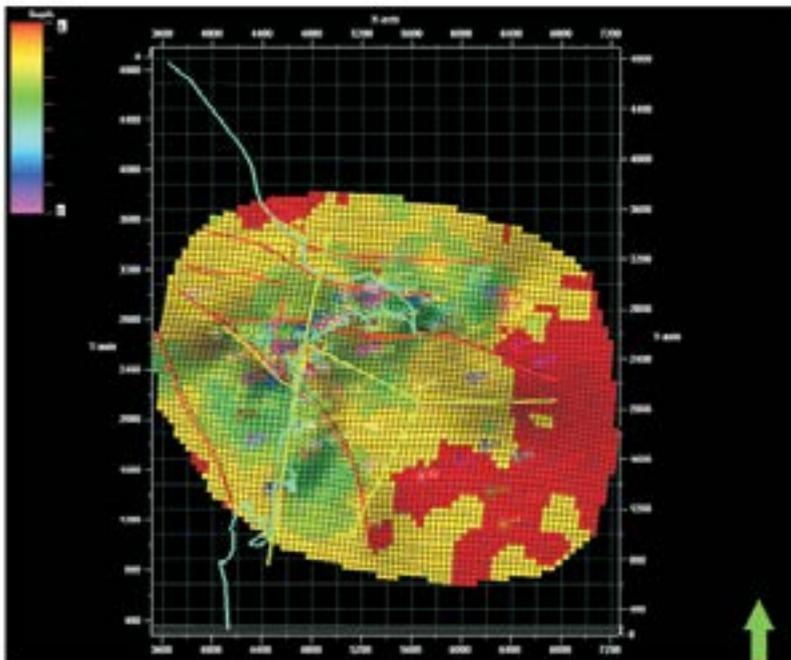


Рисунок 8. Карта фациального анализа терригенных пород свиты «перерыва» ПТ месторождений Азербайджана

- 1 – застойные условия седиментации на дне акваторий различных глубин, морские фацции;
- 2 – донные течения или мутьевые потоки, континентальные фацции;
- 3 – слабые, преимущественно, речные течения, континентальные речные фацции;
- 4 – сильные речные или вдольбереговые течения, континентально речные или прибрежно-морские фацции;
- 5 – выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн. Прибрежно-морские фацции;
- 6 – выход волн на мелководье, сильный накат волн, эоловая обработка песков, морских пляжей, микрофацция береговых дюн, акватории близ береговой черты;
- 7 – эоловая переработка речных осадков, волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, прибрежно-морская фацция огромных открытых акваторий;
- 8 – выход волн на мелководье, мощный накат-прибой.

Таблица 3. Механический состав главных типов осадков дельты Волги
(составлено по данным Н.Г. Красновой и И.М. Мамедовой)

Тип осадков	Гранулометрический состав фракции, мм				Среднее	Мода	Стандартное	Дисперсия	Экссесс	Асимметрия	Минимальное	Q1(25)	Q2(50) медиана	Q3(75) перцентиль	Максимальное	Коэффициент отсортированности
	0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	0,01												
1	22	70	5	3	0,1999	0,19	0,0556049	0,0030919	2,8632325	-0,8567743	0,01	0,19	0,19	0,19	0,28	1,00
2	7	85	5	3	0,1864	0,19	0,044165	0,0019505	7,4023998	-1,6688245	0,01	0,19	0,19	0,19	0,28	1,00
3	75	20	3	2	0,2512	0,28	0,0570359	0,0032531	5,6987755	-2,2902464	0,01	0,2575	0,28	0,28	0,28	1,04
4	5	90	2	3	0,1873	0,19	0,0393342	0,0015472	12,374245	-2,3823634	0,01	0,19	0,19	0,19	0,28	1,00
5	0	52	22	26	0,1234	0,19	0,0763461	0,0058287	-1,4096293	-0,5289248	0,01	0,01	0,19	0,19	0,19	4,36
6	0	33	19	48	0,0865	0,01	0,0802694	0,0064432	-1,6889945	0,301826	0,01	0,01	0,1	0,19	0,19	4,36

Список использованной литературы

1. Рожков Г.Ф. К вопросу о гранулометрическом анализе сечением. – Бюллетень МОИП. Отдел. геол., 1968, № 6, с.126-130.
2. Ализаде А.А., Ахмедов Г.А., Аванесов В.Т. Каталог коллекторских свойств продуктивной толщи Азербайджана. - Изд. «ЭЛМ». Баку 1971 г.
3. Сурков А.В., Хотылев О.В. Детальный грануломинералогический анализ песков россыпей, хвостов их гравитационного обогащения и рудных концентратов. Методические рекомендации // Моск. гос. геологоразвед. акад. - М., 1997, 20 с.
4. Геология дельты Волги. - Тр. Гос. океанографич. ин-та, вып.18(30), 1951.

ОҢТҮСТІК КАСПИЙ ДЕПРЕССИЯСЫНЫҢ БАТЫСТЫҚ КЕҢЕСІНІҢ ӨНІМДІК ТИІМДІЛІГІНІҢ ТАБИҒИ ҚОРЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ И.М. Мәмедова

Түйіндеме

Негізгі материалды зерттеу негізінде мақала Әзірбайжан кен орындарының өнімді қабаты бөлімін фациялық талдаудың жаңа әдісін ұсынады және «интервалдық» сюжеттің шөгінділерінің өзгергіштігінің бағытын анықтайды. Бинокулярлы микроскоптың көмегімен өнімді қабаттар түйірлерінің құрылымын зерттеудің әдіснамалық аспектілері қарастырылған. Аллювиальды-дельталық генездің кеңістіктік орналасуының 3D моделі құрылды және олардың Оңтүстік Каспий маңы ойпатының құрылымымен байланысы орнатылды, бұл ұңғымаларды іздеу және барлау бұрғылау кезінде де, кен орнын игеру кезінде де дұрыс жобалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: физионды талдау, негізгі материалдың 3D анализі, бинокулярлы микроскоп, тұндыру моделі

STUDY OF NATURAL RESERVOIR SEDIMENTARY ENVIRONMENT AT WESTERN FLANK OF SOUTH CASPIAN DEPRESSION I.M. MAMEDOVA

Abstract

Based on the study of core material, the article proposes a new method for facies analysis of the section of the productive strata of Azerbaijan's fields, as well as identifies facies variability direction of the "perery" formation. Methodological aspects of studying the structure of grains of deposits of the productive strata using a binocular microscope are considered. A 3D model of the spatial arrangement of the facies of the alluvial-delta genesis was constructed and their relationship with the structure of the South Caspian Depression was established, which makes it possible to correctly design wells both during prospecting and exploration drilling, and during field development.

Keywords: facies analysis, 3D analysis of core material, binocular microscope, sedimentation model.

Информация об авторе

Мамедова Ирада Маликкызы – канд. геол.-минерал. наук, начальник лаборатории «Нефтепромысловая геология» ГНКАР НИПИнефтегаз, mamedaslan@rambler.ru