



Рис. 2. Схематическая карта комплексного геохимического критерия ( $G_k$ )

битумоидного коэффициента по разрезу (показан размах значений и линия тренда). Если всем исследуемым толщам, начиная с нижней франской до верхней московской, присвоить индексы от 1 до 6, то

тальной мере контролируют нефтегазоносность недр и могут быть использованы для оценки перспектив нефтегазоносности территории на региональном и зональном уровнях.

УДК 551.735.15

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БАШКИРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА ПЕРМСКОГО ПРИКАМЬЯ

О. Е. Кочнева

(Пермский государственный технический университет)

Изучением карбонатных резервуаров занимались многие ученые — К. И. Багринцева, Г. А. Максимович, Е. М. Сметова, Н. В. Беляева и др.

Преобразование карбонатных коллекторов рассматривается на фоне литолого-тектонических усло-

В формировании пород-коллекторов башкирских отложений большую роль играют микро-структуры карбонатных пород, которые отражают фациальные обстановки осадконакопления.

вий, которые влияют на трансформацию минеральных компонентов и распределение путей движения флюидов.

В ряду литологических факторов большое значение имеют преобразование структур и возникновение

между коэффициентом  $\beta$  и условными значениями ( $N$ ) будет получена логарифмическая зависимость вида:

$$\beta = 22,31 - 24,961 \log(N).$$

Для зональной оценки плотности распределения ресурсов была построена схематическая карта комплексного геохимического критерия ( $G_k$ ), приведенная на рис. 2. Из карты видно, что изолинией "40" оконтуриваются зоны с максимальной плотностью ресурсов УВ, что соответствует их фактическому распределению. Таким образом, критерий  $G_k$  может быть использован и в локальном прогнозе нефтегазоносности структур, после предварительного анализа его распределения в пределах нефтяных и пустых структур. Исследования, проведенные авторами на примере 149 нефтегазоносных и 127 пустых структур Пермского Прикамья, позволили вычислить вероятность отнесения их к своему классу в зависимости от значений  $G_k$  —  $P(W_1/G_k)$ . Данная зависимость подтверждает существование значимой корреляционной связи между этими параметрами и имеет вид:

$$P(W_1/G_k) = 0,32 + 0,0042 G_k \text{ при } r = 0,61, t_p > t_l.$$

Таким образом, выполненные авторами исследования позволили выявить роль геохимической составляющей в нефтегазообразовательном процессе и, используя комплексный геохимический критерий ( $G_k$ ), обосновать его взаимосвязь с распределением ресурсов УВ по площади и разрезу. Статистические модели, построенные на примере Пермского Прикамья, показывают, что предложенные геохимические критерии в значи-

литогенетической трещиноватости, а также неравномерное распределение нагрузки при погружении и уплотнении пород.

В изменении карбонатных пород, помимо литологических факторов, существенную роль играет тектонический фактор. Многие свойства пород-коллекторов и пород-покрышек закладываются во время седиментации.

Осадконакопление в башкирский век происходило в неглубоком морском бассейне. Рельеф дна бассейна седиментации существенно влиял при осадконакоплении на распределение карбонатного материала. Структурная разность карбонатных пород является прямым отражением условий осадконакопления. Характер структур резервуаров зависит от фациальных условий образования осадков.

Башкирский ярус Пермского Прикамья сложен главным образом карбонатными породами, среди которых преобладают известняки. Карбонатные породы весьма разнообразны по вещественному составу, структуре, текстуре и происхождению. Поэтому среди них выделяется много типов и разновидностей пород. Существует несколько классификаций карбонатов, основанных на различных подходах к их изучению.

Наиболее используемой и самой удобной отечественной классификацией, является классификация И. В. Хворовой (1953), основанная на выделении различных типов пород в зависимости от происхождения осадочного материала.

Изучение структурных особенностей и вещественного состава карбонатных пород позволяет выделить среди них следующие основные литогенетические типы: пелитоморфные, микрозернистые, тонкозернистые, стустковые, комковатые, шламовые, детритовые, биоморфно-детритовые, биоморфные, органогенно-обломочные, брекчиевые и оолитовые.

В башкирском ярусе Пермского Прикамья установлены фации отмелей (ОТ), фации поселений различных организмов — водорослевые поселения (ВП), фораминиферовые поселения (ФрП), брахиоподовые поселения (БП) и др., фации ровного морского дна с подвижным гидродинамическим режимом (РМДП) и фации ровного морского дна со спокойным гидродинамическим режимом (РМДС). Классификация фаций и система их обозначений разработаны О. А. Щербаковым (1982).

На исследуемой территории Пермского Прикамья в башкирский век существовали морские мелководные фации, что благоприятствовало пышному

расцвету органической жизни и карбонатному осадконакоплению.

При детальном изучении разрезов наметилась опеределенная связь структурных особенностей карбонатных пород с фациями.

Так, для карбонатных пород фации отмелей (ОТ) характерны брекчиевые, органогенно-обломочные и оолитовые структуры. Отложения, отвечающие этим фациям, формировались в условиях малых глубин, не превышающих 10 м. Среда осадконакопления отличалась высокой подвижностью вод и плотным, а иногда и твердым каменистым дном.

Фаии поселений различных организмов (водорослевые, фораминиферовые и т. д.) представляют собой постепенный переход от фаций отмелей к фациям ровного морского дна. Карбонатам присущи биоморфные структуры.

Известнякам фаций ровного морского дна с подвижным гидродинамическим режимом (РМДП) свойственны биоморфно-детритовые и детритовые структуры. Отложения этих фаций накапливались в обстановках с плотным дном и подвижной динамикой среды.

В карбонатных породах фаций ровного морского дна со спокойным гидродинамическим режимом (РМДС) присутствуют шламовые, комковатые, сгу-

Фаии		Микроструктуры	Пористость, %		
			Количество определений	min...max	Среднее значение
Отмелей (ОТ)		Брекчиевые	15	2,4...20,3	10,2
		Органогенно-обломочные	12	3,5...17,0	9,7
		Оолитовые	9	7,5...28,1	16,8
Различных поселений	Водорослевые поселения (ВП)	Биоморфные	21	4,6...21,5	14,6
	Водорослево-фораминиферовые поселения (ВФрП)		34	4,3...20,9	13,8
	Фораминиферовые поселения (ФрП)		27	2,6...21,2	15,3
	Криноидные поселения (КрП)		6	1,5...12,0	4,8
	Брахиоподовые поселения (БП)		8	2,8...13,2	5,7
Ровного морского дна с подвижным гидродинамическим режимом (РМДП)		Биоморфно-детритовые	98	2,3...20,1	15,1
		Детритовые	32	1,6...18,5	9,6
Ровного морского дна со спокойным гидродинамическим режимом (РМДС)		Шламовые	12	0,6...12,9	7,3
		Комковатые	8	2,8...16,6	9,2
		Сгустковые	35	0,5...15,4	7,9
		Тонкозернистые	13	0,8...14,7	6,2
		Микрозернистые	17	0,4...12,3	5,3
		Пелитовые	16	0,7...13,7	4,7

стковые, тонкозернистые, микрозернистые, реже пелитовые структуры.

Морские отложения, отвечающие этим фациям, формировались в удаленных от берега морских мелководных обстановках, отличающихся илистым дном и спокойным или слабоподвижным гидродинамическим режимом.

Анализируя структурно-фациальные особенности башкирских отложений, удалось выявить определенную их связь с пористостью пород.

Зная закономерности распределения пористости в той или иной микроструктурной разности карбонатных пород, можно говорить о характере пористости, типичной для той или иной фации в целом. В свою очередь, зная фацию карбонатных пород, можно в общих чертах определить пористость пород тех или иных отложений района.

Зависимость пористости от микроструктурных особенностей пород отражена в таблице, где микроструктуры размещены с указанием пористости разностей карбонатных пород. Как видно из таблицы, изменения пористости в различных микроструктурных разностях довольно значительны. Наибольшей сред-

ней пористостью обладают известняки с оолитовой, биоморфной и биоморфно-детритовой структурой. Хотя карбонатные породы оолитовой структуры отличаются высокой пористостью, они не играют существенной роли, так как распространение их по разрезу и по площади незначительное.

Коллекторами нефти и газа в отложениях башкирского яруса служат биоморфные и биоморфно-детритовые известняки. Из биоморфных известняков наилучшими коллекторскими свойствами обладают фораминиферовые, фораминиферово-водорослевые и водорослевые.

В пределах каждой группы пористость весьма значительно изменяется в зависимости от состава и размера органических остатков и особенно от характера и степени цементации.

В формировании коллекторов определяющую роль играют структуры карбонатных пород, которые так или иначе отражают фациальные обстановки осадконакопления, и для различных фаций просматриваются карбонаты определенной структуры и их комплексы.

УДК 622.276

## ИЗМЕНЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ТРЕЩИННОГО ПРОДУКТИВНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ЩЕЛЕВОЙ ПЕРФОРАЦИИ

Ю. А. Кашников, С. Г. Ашихмин, С. В. Гладышев, С. Н. Попов  
(Пермский государственный технический университет),

С. В. Матяшов  
(ЗАО "ЛУКойл-Пермь")

Продуктивность скважины в значительной степени зависит от числа флюидопроводящих каналов и трещин пересеченных эксплуатационным забоем. В связи с этим наиболее совершенной формой перфорационного канала, обеспечивающего наибольшую продуктивность скважины, принято считать щель. Результаты промысловых испытаний чаще всего подтверждают это, однако геомеханический анализ эффективности щелевой перфорации в различных условиях ее исполнения до сих пор практически не выполнен [1]. Поэтому рассмотрим изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) продуктивного объекта и соответствующее изменение его фильтрационно-емкостных свойств для коллектора трещинного типа.

Изменение НДС трещинного коллектора в окрестности скважины контролируется, прежде всего, нали-

Рассмотрены геомеханические аспекты деформирования призабойной зоны коллектора трещинно-порового типа в условиях щелевой перфорации. Показано развитие кольцевых зон разрушения при достижении определенных значений депрессии. Представлено соответствующее изменение проницаемости в окрестности скважины.

чием систем трещин. Деформирование по системам трещин в призабойной зоне пласта определяет как разрушение пород-коллекторов, так и их фильтрационные характеристики. Представим кратко основные

соотношения модели среды с дилатансией, использованной для расчета параметров НДС коллектора трещинного типа.

В процессе сдвига по трещине могут возникнуть как касательные ( $\delta_t$ ), так и нормальные  $\delta_n$  к плоскости трещины смещения (рис. 1), обусловленные шероховатостью поверхности раздела и характеризующие дилатансию скального трещиноватого горного массива [2—4]. В известных работах зарубежных специалистов скорости вязкопластических смещений имеют вид: