

УДК [552.5+551.762.3]:553.98 (571.122)

Н.И. Коробова<sup>1</sup>, О.М. Макарова<sup>2</sup>, Г.А. Калмыков<sup>3</sup>, Н.Н. Петракова<sup>4</sup>,  
А.Ю. Юрченко<sup>5</sup>, В.Ф. Шарафутдинов<sup>6</sup>, С.Р. Корост<sup>7</sup>, В.В. Калабин<sup>8</sup>

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РАЗРЕЗОВ НЕФТЕНОСНОЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СУРГУТСКОГО СВОДА

По данным литологических исследований керн баженовской свиты, вскрытой на северо-востоке Сургутского свода, выделены три типа разрезов, которые относятся к разным частям древнего внутрибассейнового поднятия. Эти типы демонстрируют изменение преобладающего типа осадконакопления с карбонатно-глинисто-кремнистого на кремнистый и глинисто-кремнистый при удалении от свода к его периферийным частям.

*Ключевые слова:* баженовская свита, тип разреза, пачка; глинисто-кремнистое, кремнистое, карбонатно-глинисто-кремнистое осадконакопление.

According to the lithologic core studies of the Bazhenov Formation, exposed in the north-east of Surgut arch, three types of sections that relate to different parts of the ancient intrabasin uplift were identified. These types show a change in the predominant type of sedimentation from carbonate-clay-siliceous to siliceous and clay-siliceous while moving away from the arch to its peripheral parts.

*Key words:* Bazhenov Formation, type of section, pack, clay-siliceous, siliceous, carbonate-clay-siliceous sedimentation.

**Введение.** В последнее время начались работы по классификации и систематизации разрезов баженовской свиты с целью прогноза перспектив нефтегазоносности [Балушкина и др., 2014; Грабовская и др., 2015]. С этой целью проведено детальное макроскопическое изучение керн из четырех скважин в северо-восточной части Сургутского свода и центральной части Северо-Вартовской мегатеррасы, где выделено три типа разрезов, различающихся по составу и строению (рис. 1).

**Типы разрезов баженовской свиты. Первый тип разреза** — карбонатно-глинисто-кремнистый — приурочен к присводовой части Сургутского свода и представлен в скважине 1. В строении разреза участвуют 5 пачек общей толщиной 20,68 м.

Пачка I (3,6 м) глинисто-кремнистая, сложена коричневатато-темно-серыми глинисто-кремнистыми породами с пологой косою слоистостью (угол наклона слойков 10°, измерен

относительно горизонта). Породы разбиты системой субвертикальных трещин (60–90°).

Пачка II (5,03 м) сложена коричневатато-серыми, темно-серыми глинисто-кремнистыми породами, которые насыщены серыми линзами карбонатного состава размером от 1 мм до 3 см. На плоскостях напластования встречены прослойки биогенного детрита, с которыми связаны крупные конкреционные образования известкового состава. Текстура горизонтально-линзовидная и косолинзовидная (угол наклона до 10–15°), в средней части нарушена оползанием. В верхней же части пачки (1 м) присутствуют редкие тонкие кремнисто-карбонатные (0,07 м) и карбонатные (0,06 м) прослойки. К карбонатным породам приурочено нефтенасыщение (рис. 2).

Пачка III (5,02 м) сложена темно-коричневыми косослоистыми (5–10°) глинисто-кремнистыми породами, которые расслоены карбонатными и

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, ассистент; *e-mail:* nataliya.korobova54@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* ok.hryst@yandex.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, доцент; *e-mail:* gera64@mail.ru

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* natali.petrakova@gmail.com

<sup>5</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* annette1988@inbox.ru

<sup>6</sup> ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», управление геологоразведочных работ, отдел литолого-фациального анализа, начальник отдела; *e-mail:* vadim.sharafutdinov@lukoil.com

<sup>7</sup> ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», управление геологоразведочных работ, отдел литолого-фациального анализа, вед. спец.; *e-mail:* svetlana.korost@lukoil.com

<sup>8</sup> ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», управление геологоразведочных работ, отдел литолого-фациального анализа, вед. спец.; *e-mail:* vasilij.kalabin@lukoil.com

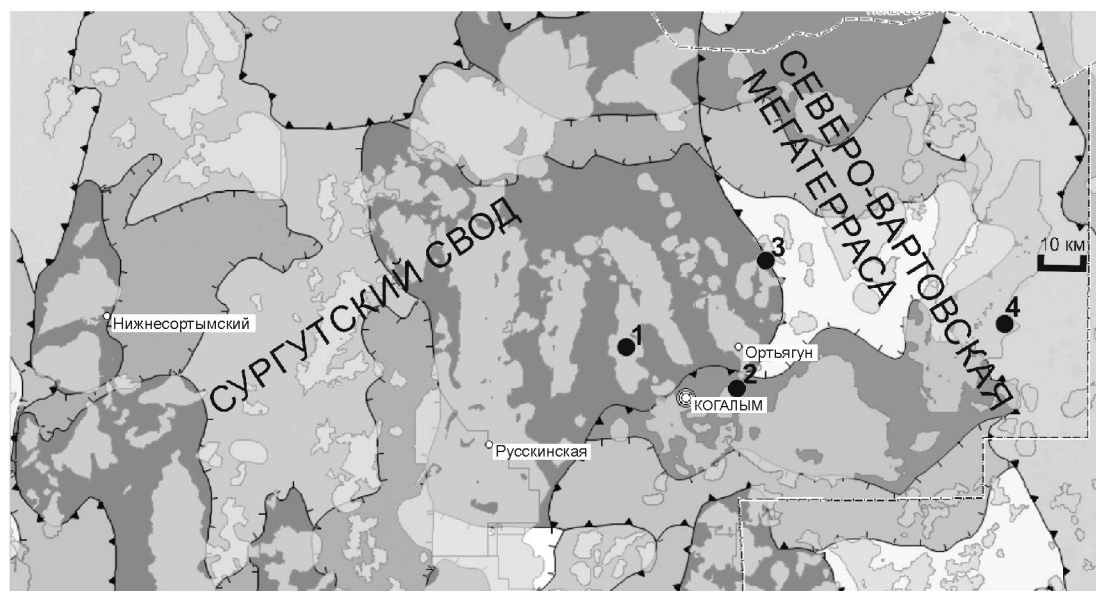


Рис. 1. Основные тектонические элементы и расположение изучаемых скважин, по [Тектоническая..., 1998], с изменениями: черные кружки — скважины глубокого бурения)

ракушняковыми сериями. Мощность карбонатных прослоев до 0,5–1 см. Глинисто-кремнистые образования часто обладают ритмичным тонкослоистым строением, расслоены прерывистыми пропластками и слойками, обогащенными биокластами двустворок, размер которых достигает 2×2,5 см. У раковин двустворок нередко отсутствует внешний перламутровый слой. Здесь же встречаются многочисленные серые линзы карбонатного состава размером 1×3 см, которые имеют конкреционную диагенетическую природу. На плоскостях напластования присутствуют отпечатки онихитов, а также стяжения аутигенного пирита. Верхняя часть пачки (1,1 м) представлена чередованием темно-коричневых глинисто-кремнистых пород и серых пятнистых известняков. Глинисто-кремнистые породы содержат многочисленные линзы карбонатного состава размером до 2×5 см. Текстура косо-линзовидная (угол наклона до 20°). Известняковые прослои (толщина до 9 см) заполняют эрозионные врезы и характеризуются нарушенной (оползневой) текстурой. Породы обладают нефтенасыщением.

Пачка IV (1,18 м) сложена кремнисто-карбонатными породами с многочисленными ракушняковыми прослоями. Кремнисто-карбонатные породы коричневато-темно-серые, темно-серые, бежево-серые, содержат многочисленные отпечатки двустворок (размер до 4×8 см) с хорошо выраженным перламутровым слоем на плоскостях напластования (рис. 3, А). Толщина ракушняковых прослоев, насыщенных биокластами двустворок, составляет 1–3 мм.

Пачка V (5,85 м) представлена чередованием кремнисто-карбонатных, карбонатных и глинисто-кремнистых пород. На плоскостях напластования отмечены примазки остаточного битуминозного вещества черного цвета. Породы содержат много-

численные серые конкреционные известняковые стяжения диаметром до 7 см, а также прослои диаметром до 12 см в верхней части пачки, которые рассечены жилами, выполненными кальцитом. К этим жильным образованиям часто приурочены мелкие (диаметр 1–2 мм) каверны. Текстура пород косо-слоистая и косо-линзовидно-слоистая (угол наклона 10°). Верхняя часть пачки (1,06 м) представлена глинисто-кремнистыми ритмитами с чередованием темно-серых, темно-коричневых и коричневых серий, которые содержат многочисленные линзы пирита размером до 5×5 см, а также черные отпечатки онихитов. Отложения баженновской свиты перекрыты кремнисто-глинистыми отложениями, которые формируют зону, переходную к терригенной неокомской толще.

*Второй тип разреза* — кремнистый — выделен на юго-восточном склоне Сургутского свода и вскрыт в скважине 2. Здесь отложения баженновской свиты состоят из 5 пачек общей мощностью 20,82 м.

В основании разреза выделяется пачка I (0,28 м), сложенная темно-серыми и черными глинисто-кремнистыми породами, которые содержат интракласты серых карбонатных пород, а также ростры белемнитов диаметром до 2 см.

Пачка II (6,89 м) представлена чередованием бежево-серых, коричневато-серых кремнистых и коричневато-темно-серых до черных глинисто-кремнистых пород (рис. 3, Б). В нижней части пачки (IIа, мощность 2,62 м) преобладают кремнистые разности, как пелитоморфные, так и биоморфные (радиоляриты), которые обладают неравномерным нефтенасыщением. В ее верхней части (IIб, мощность 4,27 м) чередование становится равномерным. Текстура линзовидно- и горизонтально-слоистая. Линзы сложены кремнистым веществом, имеют размер до 0,5×3,5 см и часто

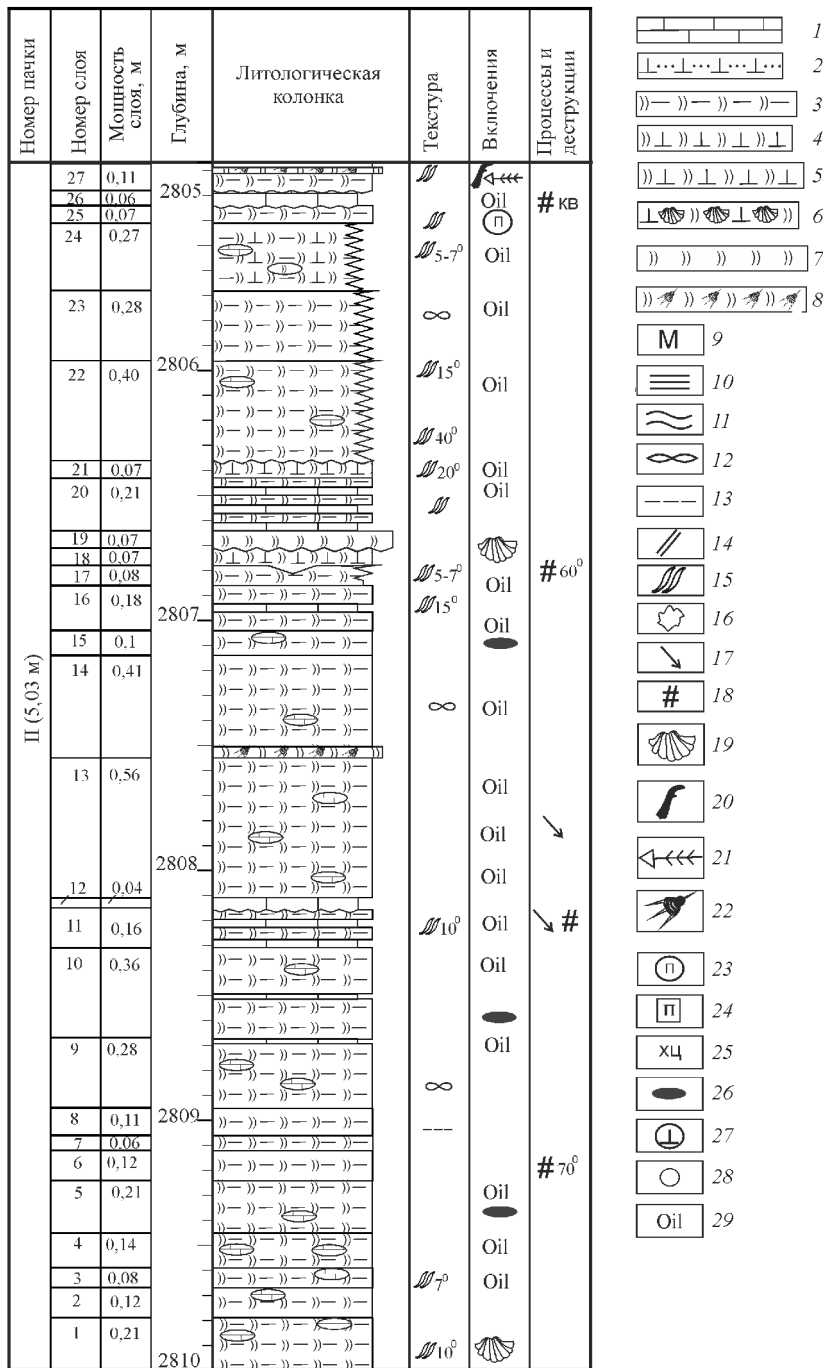
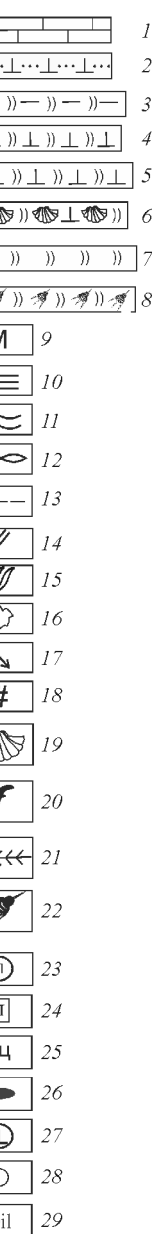


Рис. 2. Литологический разрез баженовской свиты, скважина 1, пачка II: 1–8 — преобладающие типы пород: 1 — известняки, 2 — терригенно-карбонатные, 3 — кремнисто-карбонатные, 4 — карбонатно-кремнистые, 5 — карбонатно-кремнистые и кремнисто-карбонатные с ракушняковыми прослоями двустворок, 6 — глинисто-кремнистые, 7 — кремнистые, 8 — кремнистые с реликтовой радиоляриевой структурой (радиоляриты); 9–17 — текстура: 9 — массивная, 10 — горизонтальная параллельная, 11 — волнистая, 12 — линзовидная, 13 — неясная горизонтальная, 14 — косая, 15 — косолинзовидная, 16 — пятнистая, 17 — оползания; 18 — трещины; 19–22 — биогенные компоненты: 19 — двустворчатые моллюски, 20 — костные остатки рыб, 21 — онихиты, 22 — радиолярии; 23–27 — минерализация: 23 — пирит рассеянный, 24 — пирит конкреционный, 25 — перекристаллизация кремнистого вещества с образованием халцедона, 26 — конкреционные образования карбонатного состава, 27 — кальцит рассеянный; 28–29 — включения: 28 — обломки пород, 29 — нефтенасыщение

карбонатизированы. Отмечаются также стяжения аутигенного пирита размером до 2×6 см. На плоскостях напластования наблюдаются отпечатки онихитов и костных остатков рыб, а также выпоты



черного остаточного битуминозного вещества.

Пачка III (6,57 м) сложена серыми и коричневато-серыми кремнистыми отложениями, среди которых выделяются массивные и биоморфные (радиоляриевые) разности. Кремнистые породы нередко расслоены темно-коричневыми до черных глинисто-кремнистыми разностями, на плоскостях напластования которых отмечаются выпоты черного остаточного битуминозного вещества, они неравномерно карбонатизированы, издают запах УВ, а также нередко неравномерно нефтенасыщены. Здесь встречаются линзы пирита размером до 0,5×2,5 см, черные отпечатки онихитов размером до 0,3×2 см и аммонитов диаметром 2,5–3 см (рис. 3, В) на плоскостях напластования пород.

Пачка IV (3,83 м) представлена чередованием темно-коричневых, черных глинисто-кремнистых и серых карбонатно-кремнистых пород, обогащенных биокластами раковин двустворок. Мощность ракушняковых прослоев здесь варьирует от 1–3 мм до 3 см. Текстура линзовидная и пологая косолинзовидная (угол наклона до 5°).

Пачка V (3,25 м) представлена циклическим чередованием серых, темно-серых кремнисто-карбонатных, темно-серых карбонатно-кремнистых пород с маломощными темно-серыми глинисто-кремнистыми прослоями. Кремнисто-карбонатные породы содержат многочисленные конкреционные образования карбонатного состава серого цвета диаметром от 1 до 5 см (рис. 3, Г). Текстура линзовидная, в верхней части (0,4 м) косолистая с углом наклона слоев 10–15° (рис. 4). Породы баженовской свиты перекрыты отложениями переходной зоны (0,53 м), которые состоят из чередования серых и желтовато-серых терригенно-карбонатных, темно-серых глинисто-кремнистых пород и серых известняков, вероятно, бактериального генезиса. Известняки пятнистые, участками

перекристаллизованные, трещиноватые, содержат стяжения аутигенного пирита размером до 2×3 см. В основании терригенно-карбонатных и известняковых серий нередко выделяются карма-

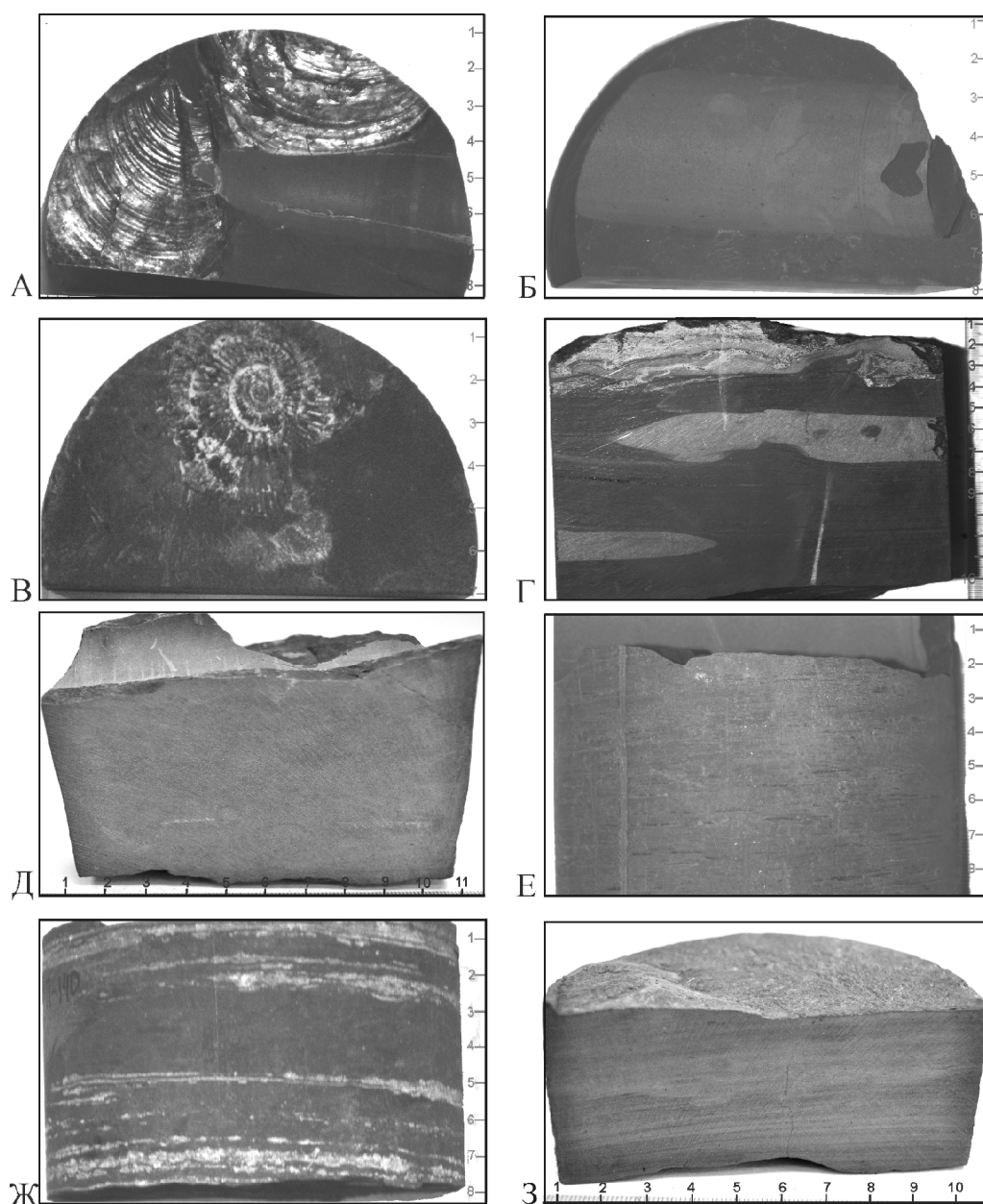


Рис. 3. Фото образцов керна: А — отпечатки раковин двустворок; Б — чередование кремнистых и глинисто-кремнистых пород; В — отпечатки аммонитов; Г — кремнисто-карбонатная порода; Д — радиолярит; Е — глинисто-кремнистая порода; Ж — ракушняковые прослои в глинисто-кремнистой породе; З — ритм глинисто-кремнистый

нообразные врезы с амплитудой 2–3 см. На этих отложениях залегают преимущественно глинистые породы неокомского возраста.

*Третий тип разреза* — глинисто-кремнистый, он приурочен к восточному склону Сургутского свода и изучен в скважинах 3 и 4. В разрезах этого типа выделяют 5 пачек общей мощностью 21,11–21,57 м.

Пачка I (0,53–1,85 м) представлена глинисто-кремнистыми темно-коричневыми, темно-серыми, бежево-серыми породами и ритмитами (рис. 3, З) с горизонтальной слоистостью, содержащими линзы пирита размером 2×4 см (рис. 5).

Пачка II (1,93–2,38 м) имеет кремнистый состав. Она сложена кремнистыми породами, в том числе с биоморфной радиоляриевой структурой

(радиоляритами), серыми, коричневато-серыми, карбонатизированными (рис. 3, Д). Текстура массивная и неяснослоистая, в верхней части косослоистая с углом наклона 10–15°, а также пятнистая. Породы разбиты системой субвертикальных (70–90°) трещин и обладают неравномерным нефтенасыщением. Ближе к присводовой части кремнистые породы равномерно расслоены линзовиднослоистыми коричневато- и темно-серыми глинисто-кремнистыми породами, содержащими линзы кремнистого состава размером 0,5–2,5×5–7 см. При удалении от свода преобладают сильнокарбонатизированные разности радиоляритов (рис. 6).

Пачка III (10,16–11,69 м) представлена глинисто-кремнистыми отложениями темно-ко-

Пачка	Номер слоя	Мощность слоя, м	Глубина, м	Литологическая колонка	Текстура	Включения	Процессы и деструкции	
V (3,25 м)	26	0,21	2848		$\parallel 10^{\circ}$		#	
	25	0,11			$\parallel 10-15^{\circ}$ $\parallel 15-20^{\circ}$			
	24	0,07						
	23	0,07			$\infty$			
	22	0,13						
	21	0,08			$\infty$			
	20	0,07						
	19	0,16			$\infty$			
	18	0,08						
	17	0,04			$\infty$			
	16	0,04						
	15	0,05			$\parallel$			
	14	0,15						
	13	0,18		2849		$\parallel$		
	12	0,07						
	11	0,03						
	10	0,08						
9	0,05		$\infty$					
8	0,41				$M$			
7	0,06		$\infty$					
6	0,35				$\parallel$			
5	0,1	2850		$\infty$				
4	0,1					$\parallel$		
3	0,34					$\parallel$		
2	0,12		$\parallel$					
1	0,1				$\parallel$			

Рис. 4. Литологический разрез баженовской свиты, скважина 2, пачка V. Условные обозначения см. на рис. 2

ричевыми, темно-серыми до черных, которые расслоены редкими пропластками кремнистого состава толщиной до 0,08 м (рис. 3, Е). В нижней части текстура косоугольная (угол наклона 10–15°), в средней и верхней частях текстура горизонтальная и неясная горизонтальная. На плоскостях напластования наблюдаются биокласты раковин двустворок с сохранившимся перламутровым слоем размером до 1×1,5 см, черные отпечатки онихитов, а также присутствуют стяжения аутигенного пирита размером от 0,2×0,5 до 0,7×5 см. В наименее удаленной от свода части склона в верхней части пачки (1,51 м) встречено равномерное чередование через 1–3 см светло-серых радиоляритов и темно-

коричневых глинисто-кремнистых отложений. Текстура пород в нижней части косоугольная с углом наклона 10–20°, выше горизонтально-слоистая. На плоскостях напластования встречены отпечатки двустворок темно-коричневого цвета, размер которых достигает 3–4 см в поперечнике.

Пачка IV (3,87–5,31 м) состоит из чередования темно-коричневых глинисто-кремнистых и серых карбонатно-ракушечковых пород. Толщина ракушечковых прослоев, обогащенных цельносkeletalными остатками бентосных двустворок, варьирует от 1,5 мм до 5 см. Текстура меняется от горизонтальной, линзовидно-горизонтальной до косоугольной (угол 10°). Породы часто разделяются на плитки толщиной до 2 см и при раскалывании издают запах УВ. На плоскостях напластования пород присутствуют отпечатки перламутрового слоя двустворок (иноцерамы), а также аммонитов диаметром до 3 см. Раковины двустворок частично растворены. Здесь же встречаются стяжения аутигенного глауконита, часто минерализующего раковины аммонитов, а также присутствуют конкреции карбонатного состава диаметром до 6 см, при этом угол наклона слоев вокруг конкреционных образований варьирует от 10 до 40°.

Пачка V (2,73–3,27 м) представлена чередованием серовато-коричневых кремнисто-карбонатных, бежево-коричневых карбонатно-кремнистых, темно-коричневых глинисто-кремнистых пород, содержащих многочисленные конкреционные стяжения и линзы серого карбонатного вещества, формирование которых связано с участками растворения биокластов двустворок и перераспределением карбонатного вещества (рис. 3, Ж). Здесь же встречаются мелкие линзы пирита шириной 1–2 мм и длиной 1,5–2 см. Выше залегают породы переходной зоны (0,43 м), представленные глинисто-кремнистыми породами с прослоями светло-серых бактериальных известняков.

На рис. 7 представлены разрезы четырех скважин с первым (скважина 1), вторым (скважина 2) и третьим (скважины 3 и 4) типами разреза, выделенными по макроописанию керна материала. Привязка литологических колонок по глубине к каротажным кривым осуществлена с использованием профильных замеров гамма-излучения на колонке полноразмерного керна

На рис. 7 представлены разрезы четырех скважин с первым (скважина 1), вторым (скважина 2) и третьим (скважины 3 и 4) типами разреза, выделенными по макроописанию керна материала. Привязка литологических колонок по глубине к каротажным кривым осуществлена с использованием профильных замеров гамма-излучения на колонке полноразмерного керна

(точки «Керн.ГК» на рисунке), показаны также основные каротажные кривые, по которым проводили выделение пород баженовской свиты и корреляцию пачек: гамма-каротажа (ГК), нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТВ) и бокового каротажа (БК).

Породы баженовской свиты хорошо выделяются на каротажных кривых. Большое содержание урана определяет высокую радиоактивность (как правило,  $GK > 20$  мкр/ч), низкая глинистость и большая концентрация органического вещества — высокое сопротивление ( $> 12$  Ом·м).

Выделенные литологические пачки в целом хорошо прослеживаются и на каротажных кривых. Пачка I коррелируется в скважинах 1 и 4, в скважинах 2 и 3 она не выделяется, вероятно, из-за малой мощности. Кремнистые пачки II в скважинах 3 и 4 и IIa в скважине 2 характеризуются низкими значениями радиоактивности и повышенными показаниями НКТВ. Судя по физическим свойствам, в скважине 4 она сложена преимущественно карбонатным материалом. В скважине 1 аналогичные отложения не прослеживаются. Пачка III (IIIб в скважинах 3 и 4) отличается по площади литологическим составом, но четко коррелируется по конфигурации каротажных кривых. Граница между пачками I и II в скважине 1 по данным ГИС прослеживается выше, чем по результатам литологического изучения, она будет уточнена в результате дальнейших исследований.

**Заключение.** Таким образом, на территории исследования выделены три типа разрезов, приуроченных к присводовой части, восточному и юго-восточному склонам Сургутского внутрибассейнового поднятия, которое существовало в баженовское время (рис. 7). В основании отложений баженовской свиты во всех типах разрезов залегают глинисто-кремнистые породы. Выше, в пределах присводовой части палеоподнятия, преобладают карбонатно-глинисто-кремнистый, на юго-восточном склоне — кремнистый, а на восточном склоне — глинисто-кремнистый типы осадконакопления. Пачка IV сложена

Пачка	Номер слоя	Мощность слоя, м	Глубина, м	Литологическая колонка	Текстура	Включения
I (1,85 м)	6	0,92	3001			
	5	0,05				
	4	0,45	3002			
	3	0,03				
	2	0,38	1			
	1	0,02				

Рис. 5. Литологический разрез баженовской свиты, скважина 3, пачка I. Условные обозначения см. на рис. 2

Пачка	Номер слоя	Мощность слоя, м	Глубина, м	Литологическая колонка	Текстура	Включения	Процессы и деструкции
II (1,93 м)	8	0,2	2999				
	7	0,06					
	6	0,17					
	5	0,3	3000				
	4	0,2					
	3	0,17	1				
	2	0,13					
	1	0,7					

Рис. 6. Литологический разрез баженовской свиты, скважина 3, пачка II. Условные обозначения см. на рис. 2

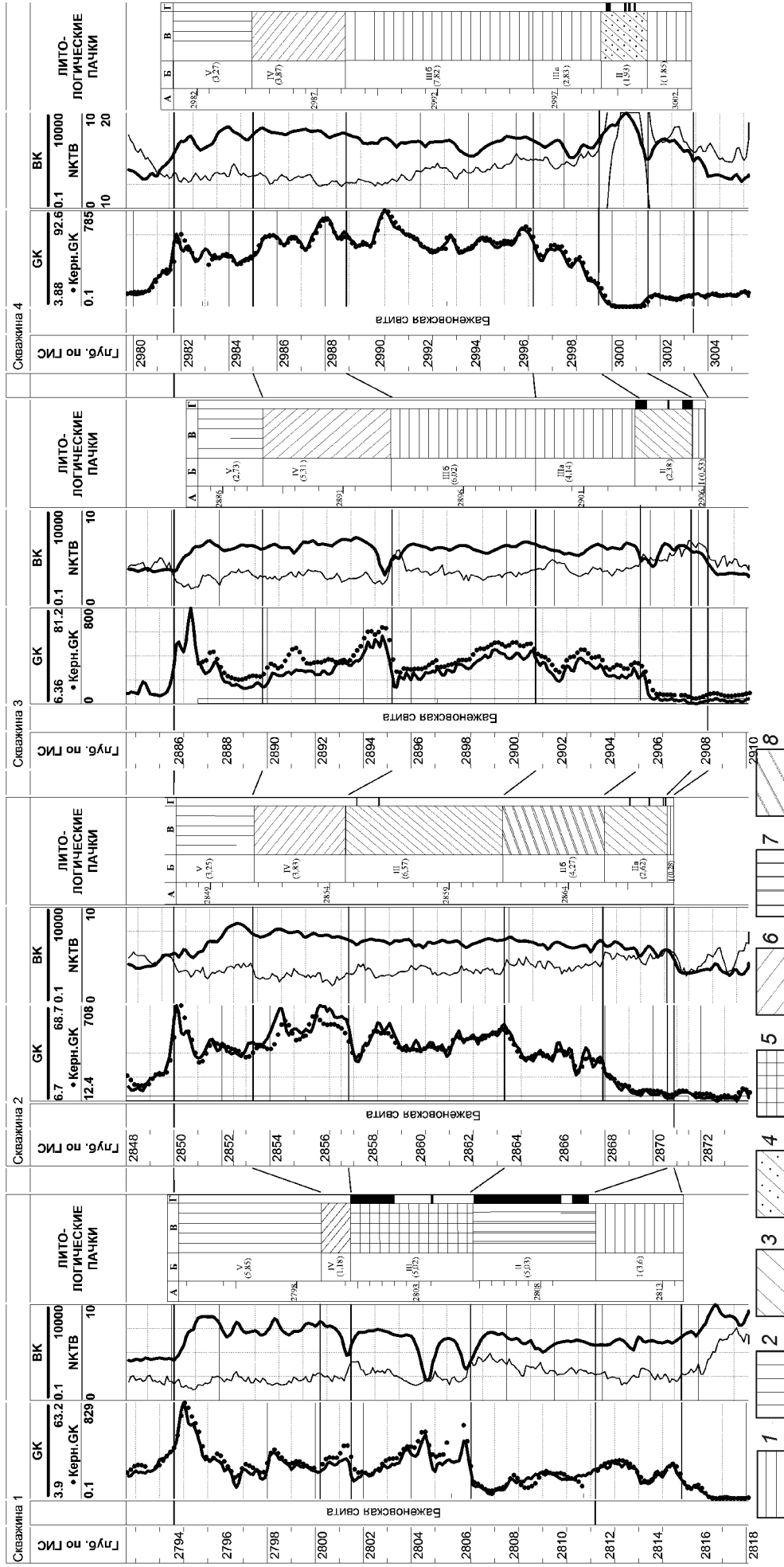


Рис. 7. Стрoение баженовской свиты на северо-востоке Сургутского палеосвода: А — глубина, км; Б — номер пачки; В — пачки; Г — уровни нефтенасыщения; 1–8 — преобладающие типы пород: 1 — глинисто-кремнистые, 2 — карбонатно-кремнистые, 3 — кремнистые, 4 — карбонатизированные радиоариты, 5 — глинисто-кремнистые с линзами известняков, 6 — глинисто-кремнистые с прослоями ракушнякав, 7 — известняково-глинисто-кремнистые с прослоями ракушнякав, 8 — чередование кремнистых и глинисто-кремнистых пород

чередованием глинисто-кремнистых и карбонатно-ракушняковых пород. Мощность пачки увеличивается к периферийным частям поднятия (1,18; 3,83–3,87 и 5,31 м соответственно). Пачка V в каждом типе разреза представлена кремнисто-карбонатными и карбонатно-кремнистыми отложениями с многочисленными конкреционными образованиями карбонатного состава. Максимальной мощности эти отложения достигают в привершинной части свода (5,85 м). Далее повсеместно эта толща перекрыта маломощными кремнисто-карбонатными отложениями переходной зоны, содержащими прослойки бактериальных известняков. Выше во всех типах разрезов породы баженовской свиты перекрыты кремнисто-глинистыми отложениями толщи, переходной к терригенным неокомским образованиям. Все выделенные пачки прослеживаются на каротажных кривых.

Выделенные типы разрезов различаются по составу пород-коллекторов и степени глинистости кремнистых и смешанных отложений. Последние могут обладать как нефтематеринскими и флюидо-

упорными свойствами, так и служить коллекторами углеводородов. Первичные коллекторы обычно связаны с радиоляритами. Наиболее широко распространены их вторичные карбонатизированные разности, нередко нефтенасыщенные. Типичны также трещинные породы разного состава.

С этих позиций возможно присутствие залежей нефти в кремнистых пачках, в том числе с прослоями карбонатизированных разностей, которые приурочены к склонам Сургутского свода (второй и третий типы разрезов). Это подтверждается неравномерным нефтенасыщением пород. В присводовой части палеоподнятия (первый тип разреза) выявлены нефтенасыщенные известковые и кремнисто-карбонатные породы, залегающие среди кремнисто-глинистых отложений, обладающих нефтематеринскими и флюидоупорными свойствами.

В рассмотренных разрезах отложений баженовской свиты наблюдается чередование материнских пород и возможных пород-коллекторов. Такое строение толщ — предпосылка для миграции УВ с последующим формированием залежей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Балушкина Н.С., Калмыков Г.А., Хамидуллин Р.А.* и др. Комплексная литофизическая типизация пород баженовской свиты по данным керна и комплексу ГИС: Мат-лы Росс. техн.-нефтегазовой конф. и выставки SPE по разведке и добыче. М., 2014.

*Грабовская Ф.* Особенности строения баженовского горизонта в связи с перспективами его нефтеносности

(Пальяновская площадь, Западная Сибирь): Мат-лы техн. конф. SPE «Актуальные подходы при подсчете запасов и оценке ресурсов углеводородов». Тюмень, 2015.

Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского, Л.Л. Подсосовой. М., 1998.

Поступила в редакцию  
23.03.2015