

## СОДЕРЖАНИЕ

**УЧРЕДИТЕЛИ:**  
**Минэнерго РФ,**  
**Российское внешнеэкономическое объединение «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ»,**  
**Нефтяная компания «РОСНЕФТЬ»,**  
**Российский межотраслевой научно-технический комплекс «НЕФТЕОТДАЧА»,**  
**Научно-техническое общество нефтяников и газовиков им. академика И. М. Губкина,**  
**ОАО «ТАТНЕФТЬ»,**  
**АНК «БАШНЕФТЬ»**

Журнал основан в январе 1920 года

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**  
 Л. Д. ЧУРИЛОВ (главный редактор),  
 Е. Г. АРЕЩЕВ,  
 П.П. БЕЗРУКИХ,  
 С. М. БОГДАНЧИКОВ,  
 М.Д. ВАЛЕЕВ,  
 Э. Х. ВЕКИЛОВ,  
 А.Г. ГУМЕРОВ,  
 Х.Х. ГУМЕРСКИЙ,  
 С. А. ЖДАНОВ,  
 В. Н. ЗВЕРЕВА (зам. главного редактора),  
 Р.Р. ИБАТУЛЛИН  
 Н.Г. ИБРАГИМОВ,  
 Н.Н. ЛИСОВСКИЙ  
 А. М. МАСТЕПАНОВ,  
 А. Г. МЕССЕР,  
 Р. Х. МУСЛИМОВ,  
 М. Б. НАЗАРЕТОВ,  
 В. И. ОТТ,  
 Б. И. ПОТАПОВ,  
 Е. Н. САФОНОВ,  
 Н.П. ТОКАРЕВ  
 Р. А. ХРАМОВ,  
 А.Х. ШАХВЕРДИЕВ  
 В. Н. ЩЕЛКАЧЕВ

### Нефтегазовые компании

Новости компаний-учредители	4
-----------------------------	---

### Геология и геолого-разведочные работы

Зубков М.Ю., Качкин А.А., Пормейстер Я.А. Оценка перспектив нефтегазоносности Даниловской свиты Южно-Сыморьяхской площади	10
Лурье М.В., Брюховецкий О.С. Нефть и газ на берегах палеоморя	17

### Бурение скважин

Рябоконь С.А., Мильштейн В.М. Устройство для ступенчатого цементирования скважин в особых условиях	20
Богданов А.А., Пайганов А.А. Некоторые вопросы создания кабины бурильщика	22

### Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений

Бочаров В.А., Григорьев М.Н. Методический подход к выделению граничных точек стадий разработки месторождения	24
--	----

Савенков В.Ю. Моделирование процесса нефтеизвлечения для оценки потерь углеводородов вследствие преждевременного вывода скважин из эксплуатации	28
---	----

Антонов Г.П., Шалин П.А., Хисамов Р.С., Ахметов Н.З., Файзуллин И.Н. Уточнение геологического строения горизонта D <sub>1</sub> Абдрахмановской площади по результатам индикаторных исследований	31
--	----

Рамазанов Р.Г., Земцов Ю.В. Эффективность и перспективы применения химических методов увеличения нефтеотдачи для стабилизации добычи нефти	34
--	----

Кащавцев В.Е. О солеобразовании при смешении вод в процессе разработки залежей нефти месторождений морского шельфа Южного Вьетнама	36
--	----

Тронов В.П., Тронов А.В. Геолого-технические предпосылки улучшения качества закачиваемой воды	38
---	----

Сизоненко О.Н., Любимов А.Д., Денисюк О.Н., Хвоцан О.В., Петухов С.В. Исследование зависимости фильтрационных характеристик коллекторов от воздействия электрического разряда в водонефтяной эмульсии	43
---	----

Закиров С.Н. Что такое рациональная разработка месторождений нефти и газа? (в порядке обсуждения)	46
---	----

### Техника и технология добычи нефти

Виденеев В.И., Чистяков В.Г. Улучшение показателей работы насосных скважин при совместном проявлении механических примесей и асфальтосмолопарафинов	50
---	----

Константинов С.В., Аношкин А.П., Зотов В.С. Новое в технологии капитального ремонта скважин	54
---	----

Терегулова Г.Р., Коробейников Н.Ю. Оценка экономической целесообразности оптимизации работы насосного оборудования добывающей скважины	56
--	----

### Нефтепромысловое оборудование

Исаченко И.Н., Гольдштейн Е.И., Налимов Г.П. Методы контроля сбалансированности станка-качалки на основе измерения электрических параметров	60
---	----

Горбунов А.И. Выбор схемы управления задвижкой	62
--	----

Мовсумзаде А.Э., Али-Заде М.Ф. Некоторые начальные базисные элементы авторегулирования	64
--	----



## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДАНИЛОВСКОЙ СВИТЫ ЮЖНО-СЫМОРЬЯХСКОЙ ПЛОЩАДИ

**М.Ю.Зубков**  
**(ОАО "СибНИИНПП"),**  
**А.А.Качкин**  
**(ООО "ЛУКОЙЛ-**  
**Западная Сибирь,**  
**ТПП "Урайнефтегаз"),**  
**Я.А.Пормейстер**  
**(ООО "Сибгеоцентр")**

**M.Y.Zubkov**  
**(Open Jooint Stock**  
**Association "SibNIINPP"),**  
**A.A.Kachkin (Limited**  
**Liability Company "LUKOIL-**  
**West Siberia", Trading**  
**Industrial Enterprise**  
**"Urayneftegas"),**  
**Ya.A.Pormeister (Limited**  
**Liability Association**  
**"Sibgeocenter")**

### **Evaluation of oil and gas presence prospects of Danilovskaya suite at Yujno-Simoriakhskaya area**

Reviewed are methods of lithologic-petrophysical studies of potentially productive formations. Presented are results of such studies and paleogeographic reconstruction of the given formations forming conditions. Conducted is a forecast of prospective zones in the sediments of Danilovskaya suite at Yujno-Simoriakhskoye field. Constructed is a forecast scheme-map of prospective areas distribution, where development of secondary fractured reservoirs of tectonic origin is assumed.

**П**олучение промышленных притоков нефти из абалакской свиты на некоторых месторождениях Красноленинского свода, расположенного северо-восточнее Шаймского нефтегазоносного района, вызвало интерес к отложениям даниловской свиты, нижняя часть которой является литостратиграфическим аналогом абалакской свиты.

Накопленные к настоящему времени геолого-промышленные данные свидетельствуют о том, что продуктивными в абалакской свите соседнего Красноленинского района являются главным образом карбонатные литологические типы пород, в которых под действием вторичных (наложенных) процессов сформировались трещинные и трещинно-кавернозные коллекторы, заполненные впоследствии углеводородами. Эти литотипы получили название потенциально продуктивных пластов (ППП), так как первоначально не были коллекторами, а под действием вторичных (скорее всего тектоногенных) процессов в них образуются вторичные коллекторы трещинно-кавернозного типа [1 - 6]. Поэтому, если предположить возможность существования углеводородных залежей в отложениях даниловской свиты, то необходимо найти ППП в ее составе, изучить их вещественный состав и петрофизические свойства, которые впоследствии потребуются для разработки методики выделения этих пластов в разрезе даниловской свиты и оценки их емкостных свойств.

Исходя из имеющейся информации, прогноз зон распространения вторичных коллекторов и содержащихся в них углеводородных

залежей в отложениях даниловской свиты связан с решением двух основных задач: 1) определением площади распространения карбонатных пластов, их суммарной толщины, коррелируемости в пределах рассматриваемой площади; 2) выделением зон тектонического дробления, в границах которых ППП могли преобразоваться в трещинно-кавернозный коллектор, заполненный впоследствии углеводородами. Первая задача решается на основе данных ГИС, позволяющих выделить ППП, оценить их суммарную толщину и площадь распространения; вторая - путем комплексного рассмотрения результатов сейсморазведочных работ и тектонофизического моделирования, позволяющих прогнозировать зоны тектонического дробления [1 - 4].

#### **Методы литолого-петрофизических исследований ППП.**

Вещественный состав ППП, входящих в состав даниловской свиты, исследовался с использованием комплекса физических методов, включающих рентгеноструктурный анализ (PCA), оптическую и электронную микроскопию. Точность определения содержания основных породообразующих минералов зависит от их концентрации: чем ниже концентрация компонента, тем выше точность ее определения. В среднем погрешность определения массовой доли отдельных породообразующих минералов составляла 3 - 5%.

Предварительно все отобранные образцы исследовались и описывались с использованием бинокулярного микроскопа. Кроме того, для оценки характера насыщения или присутствия в них углеводородов они исследовались в ультрафиолетовом свете.

Коллекторские свойства отобранных образцов изучались по стандартной методике. Открытая пористость  $K_p$  определялась по воде. Водоудерживающая способность или остаточная водонасыщенность  $K_b$  исследовалась с помощью центрифуги. Погрешность измерений коллекторских свойств зависит от используемых методических приемов и абсолютных значений измеряемых параметров. Обычно абсолютную проницаемость определяют с относительной погрешностью не более 5-7% (при сравнении параллельных опытов), а пористости - от 5 до 10%.

Электрические свойства образцов ППП, отобранных из даниловской свиты, также определялись по обычной методике (двухэлектродной схеме). Поскольку все отобранные образцы характеризуются низкими коллекторскими свойствами, их удельное электрическое сопротивление изменилось только при 100%-ной водонасыщенности без промежуточных значений, создаваемых обычно путем отжимания образцов на центрифуге с различной скоростью. Относительная погрешность определения электрического сопротивления образцов составляет 5-7%.

Распределение естественно-радиоактивных элементов в образцах ППП исследовалось с помощью сцинтилляционной гамма-спектрометрической установки. Определялись содержание калия, урана, тория и суммарная радиоактивность. Расчетным путем устанавливается вклад каждого радиоактивного элемента в общую радиоактивность, а также вычислялись

соотношения концентраций радиоактивных элементов. Относительная погрешность определения доли радиоактивных элементов и суммарной радиоактивности зависит от их концентрации в образцах и в среднем составляет около 15%.

Емкость катионного обмена (ЕКО) образцов ППП характеризует их обменную адсорбционную способность и используется для оценки влияния двойного электрического слоя на многие петрофизические параметры и установление связей между ними. ЕКО определялась по стандартной методике с использованием растворов солей различной концентрации и отделением твердой фазы от отмычочных растворов на центрифуге. Погрешность измерений, полученная как разность между средним и единичным измерением на одном и том же образце, не превышает 0,1–0,3 мг-экв/100 г породы.

Всего различными методами проанализировано 22 образца, отобранных из шести скважин, пробуренных в пределах Южно-Сыморьяхского месторождения.

#### **Результаты литологических исследований ППП и палеогеографическая реконструкция условий их образования.**

Анализ вещественного состава образцов ППП, отобранных из нижней пачки даниловской свиты, показал, что они сложены главным образом различными карбонатными минералами, часто представляющими собой их твердые растворы. Кроме того, в них присутствуют глинистые минералы, обломки кварц-полевошпатового состава алевритовой размерности и пирит. Отобранные образцы ППП представлены мергелями, известняками и сидеритолитами. Среди них можно выделить несколько основных типов, различающихся главным образом текстурно-структурными особенностями и в меньшей степени вещественным составом.

**Сидеритолиты** обычно сложены мелкими зернами, имеющими близкие размеры (30-60 мкм), соответствующие алевритовой гранулометрической фракции. В них часто присутствуют небольшие зерна глауконита, часть сидеритолитов имеет микрокавернозную, изредка микротрещиноватую текстуру. Часть микрокаверн заполнена эпигенетическим хальцедоном или кварцем, в микротрещинах отмечается присутствие битумоидов.

**Известники** часто имеют очень сложный минеральный состав, обусловленный присутствием нескольких фаз карбонатных минералов, включая их твердые растворы. Довольно часто они имеют оолитовую структуру. Оолиты, входящие в состав известняков, обладают концентрически-зональной или радиально-лучистой структу-

рой. В центральной части оолитов чаще всего присутствуют обломки алевритовой размерности, представленные зернами кварца, полевого шпата или глинистого агрегата (чаще всего каолинита и/или глауконита). Внешние оболочки оолитов обычно сложены железосодержащим кальцитом, анкеритом или сидеритом, а при низком значении окислительно-востановительного потенциала среды (востановительные условия), в которой образовались оолиты, внешняя их оболочка может быть представлена пиритом. Оолиты чаще всего цементируются железосодержащим кальцитом, доломитом, реже сидеритом. Радиально-лучистые оолиты в основном сложены кальцитом с небольшой примесью доломита.

Известняки кальцит-доломитового состава обычно имеют средне- и крупнозернистую структуру, причем наличие зерен, имеющих резко различные размеры (от 10-20 до 300-400 мкм), свидетельствует о неоднократной их перекристаллизации.

Следует обратить внимание на присутствие в составе ППП известняков, сложенных мanganocalцитом и родохрозитом, причем содержание последнего иногда достигает 50-57%. Описываемые литотипы имеют своеобразную ритмично-зональную текстуру, в них отмечаются микротрещины и микрокаверны, в которых присутствуют мелкие кристаллы эпигенетического кварца и кальцита, часто имеющие желтый или светло-буроватый оттенок из-за присутствия в них микропримесей нефтеподобных битумоидов. В этих же породах отмечается присутствие жильного пирита. Все это может свидетельствовать об участии в их формировании гидротермальных флюидов, обогащенных марганцем, а также сульфидами железа.

Анализ распределения различных карбонатных минералов по глубине во вскрытых различными скважинами интервалах не позволил установить явные закономерности. Можно лишь отметить некоторые тенденции в их распределении по разрезу. Кальцит встречается практически на любом уровне рассматриваемой части даниловской свиты. Сидерит чаще входит в состав ее средней и нижней частей. Доломит распространен по всему разрезу, однако чаще встречается в средней части нижнеданиловской пачки. Родохрозит отмечен в средней части рассматриваемой пачки и полностью отсутствует в ее нижней части.

К сожалению, не удалось прокоррелировать между собой отдельные ППП, вскрытые различными скважинами, принимая за основу их вещественный состав. Возможно, это связано с изменением их состава по площади либо выклиниванием,

хотя карбонатные пласти морского происхождения обычно характеризуются значительной выдержанностью по площади.

**Глинистые минералы**, присутствующие в известняках и сидеритолитах, чаще всего представлены каолинитом, который, судя по морфологии его зерен и отдельных кристаллов, могут быть как аллотигенными, так и эпигенетическими и смешанослойными образованиями (ССО), относящимися к группе глауконита и имеющими аутигенное происхождение. Глауконитовые зерна сложены мелкими изогнутыми листами, имеющими длину 2 - 8 мкм и толщину 0,3 – 0,5 мкм. Гидрослюд и хлорит присутствуют в примесных концентрациях.

Распределение глинистых минералов по разрезу нижней пачки даниловской свиты имеет более четкую закономерность. Так, ССО (глауконит) чаще всего преобладает в верхней и средней частях исследованного интервала, а каолинит - в нижней части рассматриваемого разреза.

Обращает внимание присутствие в ППП пирита, который чаще всего представлен рассеянными мелкими зернами, реже – довольно крупными агрегатами (до 5 мм). Намечается обратно пропорциональная зависимость между содержаниями сидерита и пирита, входящими в состав ППП. Так, в сидеритолитах пирит обычно полностью отсутствует, а в известняках его содержание достигает 4 - 5%. Характерным отличием сидеритолитов от известняков является почти полное отсутствие в них трещин и микрокаверн. В известняках же часто наблюдаются трещины и каверны, поверхность которых покрыта кристаллами эпигенетического кварца и кальцита, причем доля последнего явно преобладает.

Анализ трещиноватых разновидностей известняков в ультрафиолетовом свете позволил установить в трещинах и кавернах, частично залеченных кальцитом, присутствие микровключений нефтеподобных битумоидов, о чем свидетельствует их интенсивная флюоресценция.

Проведенный краткий анализ вещественного состава и текстурно-структурных особенностей ППП из нижней пачки даниловской свиты позволил в общих чертах уточнить палеогеографическую обстановку накопления описываемых осадков.

Все проанализированные образцы ППП имеют хемогенное происхождение, что указывает на мелководные, вероятно, близкие к лагунным, условиям накопления осадков. Климат, скорее всего, был засушливым (семиаридным), что способствовало увеличению концентрации карбонат-ионов в морской воде и как следствие – выпадению различных типов карбонатов

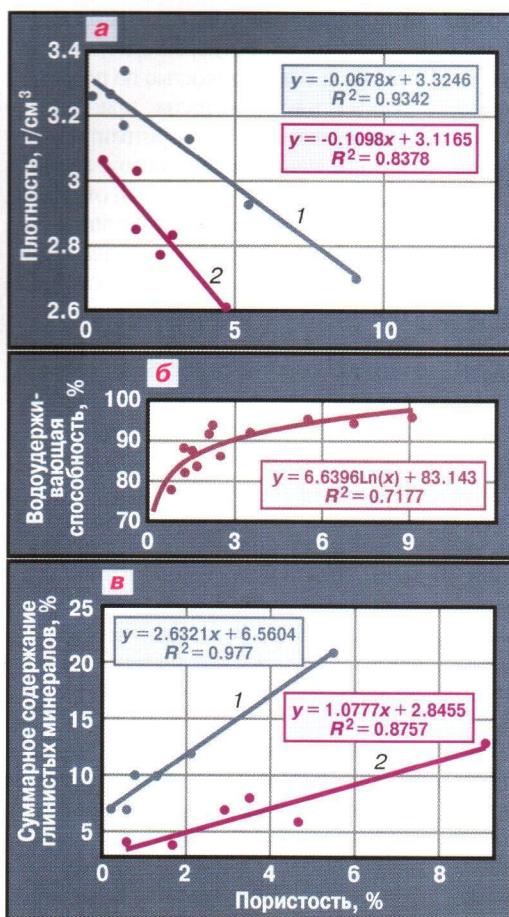


Рис. 1. Зависимость плотности (а), водоудерживающей способности (б) и суммарного содержания глин (в) от пористости для образцов ППП, отобранных из даниловской свиты Южно-Сыморьяхского месторождения:

а: 1 – сидерит-родохрозитовый состав; 2 – кальцит-доломитовый состав; в: 1, 2 – образцы с большим содержанием соответственно каолинита и ССО

в осадок. По той же причине поступление терригенного материала с окружающей море суши напротив резко уменьшалось. Присутствие в рассматриваемом разрезе оолитовых известняков свидетельствует об очень мелководных условиях в моменты их отложения (глубина не более 5–7 м), обеспечивающих активную гидродинамическую деятельность волн и течений.

Наличие экзотических минеральных ассоциаций в составе ППП, включая их необычные текстурно-структурные особенности, позволяет предполагать участие в их образовании гидротермальных флюидов, причем из-за небольшого временного интервала, к которому они приурочены (средняя часть нижнеданиловской пачки) и широкой площадной распространенности в пределах рассматриваемого и соседних районов, можно предположить, что этот процесс имел глобальный масштаб.

#### Петрофизические свойства ППП.

Анализ результатов определений коллекторских свойств отобранных из ППП образцов показал, что все они представ-

лены непроницаемой матрицей, имеющей чрезвычайно низкие фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС): открытая пористость  $K_{\text{п}}$  изменяется от 0,2 до 9,1% (среднее значение 2,8%), проницаемость  $k_{\text{пп}}$  – от менее  $0,1 \cdot 10^{-3}$  до  $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$  (среднее значение менее  $0,1 \text{ мкм}^2$ ), а водоудерживающая способность  $K_{\text{в}}$  – от 77,8 до 96,1% (среднее значение 88,7%), плотность  $\rho$  – от 2,59 до 3,34 г/см<sup>3</sup> (среднее значение 2,91 г/см<sup>3</sup>).

Построение фундаментальной петрофизической зависимости пористость – плотность для рассматриваемых образцов показало, что между этими параметрами связь отсутствует (коэффициент детерминации равен 0,358). Это объясняется двумя основными причинами: во-первых, небольшим интервалом абсолютных значений открытой пористости; во-вторых, значительными вариациями величин плотности отдельных породообразующих минералов – от 2,67 г/см<sup>3</sup> (кварц, полевые шпаты, каолинит) до 3,7 – 3,96 г/см<sup>3</sup> (родохрозит, сидерит) и даже до 5,2 г/см<sup>3</sup> (пирит). Поэтому при интерпретации плотностных геофизических методов, используемых для оценки пористости, необходимо учитывать эти особенности рассматриваемых пород. При разбиении образцов на два класса, один из которых представлен породами с преимущественно сидеритовым и родохрозитовым составами, а другой – кальцитовым и доломитовым, удалось получить значимые связи с коэффициентами детерминации соответственно 0,934 и 0,838 (рис. 1, а).

Связь между пористостью и водоудерживающей способностью является значимой (коэффициент детерминации равен 0,718), но имеет весьма необычную (прямо пропорциональную) зависимость (см. рис. 1, б). Действительно, для традиционных гранулярных коллекторов описываемая связь, как правило, характеризуется обратно пропорциональной зависимостью. Необычный характер описываемой зависимости можно объяснить, лишь предположив, что в образцах ППП основная часть пор имеет очень маленькие размеры, в которых вода прочно удерживается капиллярными силами даже при частоте вращения ротора центрифуги 5000 мин<sup>-1</sup>. Действительно, при сопоставлении суммарного содержания глинистых минералов и открытой пористости образцов ППП получена прямо пропорциональная зависи-

мость между этими параметрами (см. рис. 1, в). Причем для образцов, обогащенных каолинитом (подшвейная часть нижнеданиловской пачки) и ССО (средняя ее часть), эти зависимости различаются вследствие особенностей микроструктуры глинистых частиц, их разных размеров и способа упаковки. Самым кардинальным различием между каолинитом и ССО (глуконитом) является наличие в последнем набухающих слоев, в которых присутствует межслоевая вода, удерживаемая при сушке образцов, что приводит к образованию дополнительной емкости. Поэтому при одинаковом абсолютном содержании глинистых минералов пористость в разновидностях ППП, обогащенных глуконитом, заметно выше (см. рис. 1, в). Описываемая разновидность пористости не является эффективной, так как в пластовых условиях она занята различными типами воды, прочно удерживаемой в микропорах и межслоевом пространстве глинистых минералов.

Анализ результатов определения электрических свойств образцов ППП при 100%-ной водонасыщенности ( $K_{\text{п}} = 0,5$  – 12,1%, среднее значение 3%; удельное электрическое сопротивление равно 21,7 – 1211,0 Ом·м, среднее 365,9 Ом·м; относительное электрическое сопротивление пласта  $P_{\text{п}} = 51,1 - 2857,8$ , среднее 863,5; удельное электрическое сопротивление модели пластовой воды при температуре 20°C равно 0,415 Ом·м) и построение зависимости параметра  $P_{\text{п}}$  от открытой пористости позволили установить достаточно надежную зависимость между этими параметрами с коэффициентом детерминации равным 0,831 ( $y = 5,1985x - 1,1672$ ). Если бы карбонаты, слагающие ППП, имели одинаковый минеральный состав, то коэффициент детерминации был бы значительно выше. Действительно, сопоставление электрических сопротивлений образцов с близкой величиной пористости, но сложенных различными карбонатными минералами, свидетельствует о том, что они имеют различное электрическое сопротивление. Так, образцы, состоящие преимущественно из кальцита и доломита, при примерно одинаковом содержании в них глинистых минералов и близкой открытой пористости имеют заметно более высокое сопротивление при 100%-ной водонасыщенности (примерно в 3 – 3,5 раза), чем образцы, сложенные в основном сидеритом и родохрозитом.

Радиоактивные свойства ППП изменяются в широких пределах, что объясняется, главным образом значительными вариациями концентраций урана и тория в них (табл. 1).

Таблица 1

Содержание, %			Доля в общей радиоактивности, %			Общая радиоактивность, $\mu\text{g}$	Th/U	K/U	Th/K
K	$U \cdot 10^{-4}$	$Th \cdot 10^{-4}$	K	U	Th				
0,36	1,9	2,6	22,7	50,4	26,9	3,5	1,96	0,29	8,92
0,20 – 0,57	0,4 – 0,81	0,5 – 8,4	7,0 – 41,1	19,9 – 82,8	6,1 – 9,0	1,4 – 12,2	0,27 – 9,50	0,06 – 0,52	1,75 – 32,86

Примечание. Усреднение проведено по 22 образцам.

Наибольший вклад в суммарную радиоактивность рассматриваемых пород вносит уран (до 82% общей радиоактивности), затем следует торий (до 69% общей радиоактивности), наименьший вклад калия - не более 41% суммарной радиоактивности. Практически весь калий, присутствующий в ППП, содержится в ССО (глауконите). Основная часть тория в рассматриваемых отложениях связана с акцессорными минералами и, вероятно, с глинисто-алевритовой фракцией.

Наиболее разнообразными являются формы концентрации урана в ППП. Во-первых, он часто накапливается в фосфатизированных костных остатках морских организмов, живших в морском палеобассейне. Во-вторых, как и торий, он концентрируется в акцессорных минералах. В-третьих, возможно его накопление в битумах, присутствующих в трещинах. В-четвертых, установлен механизм концентрации урана в тонких пленках оксидов марганца, покрывающих отдельные микроскопические зерна, слагающие рудохрозит [5, 6]. Сопоставление вклада урана в суммарную радиоактивность образцов с их вещественным составом свидетельствует о том, что в образцах, в которых высока концентрация рудохрозита, отмечаются повышенные концентрации урана и его вклад в общую радиоактивность.

Сопоставление концентраций отдельных радиоактивных элементов между собой показало, что в целом связи между ними отсутствуют. Однако при разбиении всех точек, присутствующих на графиках, по крайней мере на два класса, для одного из них удается найти значимые зависимости (рис. 2). Так, на рис. 2, а выделяются две группы точек, одна расположена в верхней его части, а другая – в нижней. Связь между торием и калием отмечается лишь для нижней группы точек. Это образцы, где калий и торий связаны с одним концентратом этих элементов, которым скорее всего является глауконит. Верхняя группа точек вероятнее всего отвечает образцам, в которых торий сконцентрирован в акцессорных минералах типа эпидота, циркона, рутила, монацита и др.

Между торием и ураном также при условии разделения всех точек на две группы для одной из них намечается значимая положительная связь, указывающая на общий для обоих элементов способ их концентрирования (см. рис. 2, б). Вторая групп-

па точек, расположенная в верхней части рисунка, так же как и на ранее рассмотренной зависимости, отвечает образцам, обогащенным акцессорными минералами, содержащими преимущественно торий.

Между калием и ураном ни при каких условиях установить значимую связь не удалось, что указывает на отсутствие общих для обоих элементов минералов-концентратов или условий их совместного накопления.

Неожиданным оказалось отсутствие связи между общей радиоактивностью и содержанием отдельных радиоактивных элементов, с одной стороны, и суммарным содержанием глинистых минералов, с другой. Следовательно, в отличие от обычных осадочных пород, содержание глинистых минералов в которых оценивается по их радиоактивности, для рассматриваемых известняков и сидеритолитов такая оценка неприемлема. Вследствие особенностей условий их образования и вещественного состава основная часть радиоактивных элементов не имеет связи с глинами, так как они концентрируются не столько в глинах, сколько в акцессорных минералах, фосфатизированных органических остатках, пленках оксидов марганца, вероятно, в битумоидах и др.

Анализ степени вариаций отношения Th/U, называемого фациальным [7], показал, что оно изменяется от 0,27, что соответствует мелководному морскому бассейну со слабо восстановительной средой в осадке, до 9,5, что отмечается в образцах, отложившихся в континентальных условиях (см. табл.1). Полученные результаты позволяют утверждать, что различные типы ППП отлагались в резко отличающихся друг от друга палеогеографических условиях: от умеренно мелководных со слабой гидродинамической активностью течений и волн до чрезвычайно мелководных, вероятно, временами полностью осушаемых (наиболее приподнятых в палеоплане) участков, на которых формировались оолитовые известняки и сидеритолиты.

Сопоставление емкости катионного обмена с различными петрофизическими параметрами не позволило выявить значимых связей

между ними. Однако между содержанием калия и ЕКО существует надежная зависимость вида  $y = 6,289x + 2,0381$  ( $R^2 = 0,8821$ ). Наличие этой связи объясняется тем, что почти весь калий, присутствующий в

ППП, входит в состав ССО (глауконита), имеющего наибольшую величину ЕКО среди всех остальных породообразующих минералов.

#### Прогноз перспективных зон в отложениях даниловской свиты Южно-Сыморьяхского месторождения.

Приведенные результаты комплексных литолого-петрофизических исследований свидетельствуют о том, что коллекторами в рассматриваемых отложениях являются трещинно-кавернозные карбонатные пласты (ППП). Образование коллекторов обусловлено тектоническими движениями, сопровождавшимися гидротермальной проработкой [1 – 5]. Следовательно, прогноз зон развития вторичных коллекторов описываемого типа, как отмечалось выше, связан с решением двух задач: во-первых, с выделением в разрезе даниловской свиты ППП и построением карты их площадного распространения с указанием суммарной толщины карбонатных пластов, во-вторых, с необходимостью спрогнозировать участки развития зон тектонического дробления, в пределах которых ППП ока-

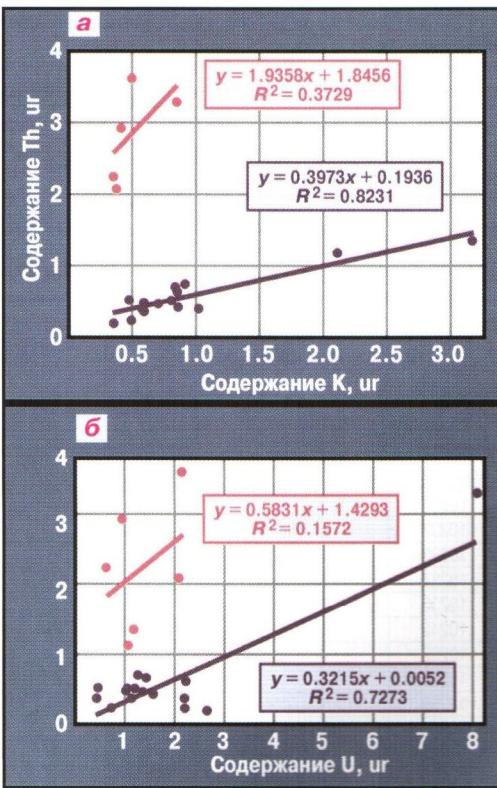


Рис. 2. Сопоставление концентраций тория и калия (а), тория и урана (б) в ППП даниловской свиты Южно-Сыморьяхского месторождения

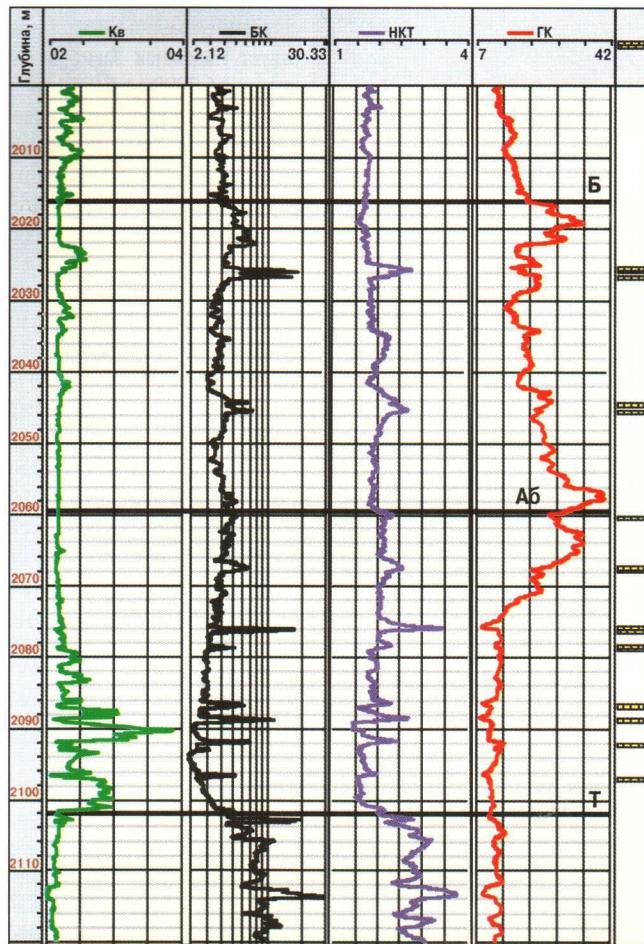


Рис. 3. Обобщенный разрез отложений даниловской свиты Южно-Сымурьяхского месторождения с выделенными в его составе ППП на примере скв. 10548

жутся раздробленными, и в них сформируется коллектор [1 - 5].

Прежде чем перейти к решению первой задачи необходимо сделать несколько замечаний, касающихся стратиграфии и систематики ППП в рассматриваемом районе.

Продуктивные пласти в одновозрастных отложениях туглейской (баженовской) и абалакской свит соседнего с Ша-

имским Красноленинским районом получили индексы ЮК<sub>0</sub> и ЮК<sub>1</sub>. По аналогии с Красноленинским и другими нефтегазоносными районами можно предложить для даниловской свиты Шаймского района следующую индексацию: ЮШ<sub>0</sub> и ЮШ<sub>1</sub>. Для этого следует в ее составе выделить верхнюю наиболее радиоактивную пачку (литолого-стратиграфический аналог баженовской свиты) и нижнюю менее радиоактивную пачку (аналог абалакской свиты), которая залегает на отложениях тюменской свиты (рис. 3).

По данным ГИС, в верхней пачке даниловской свиты выделяется 1 - 8 ППП, их

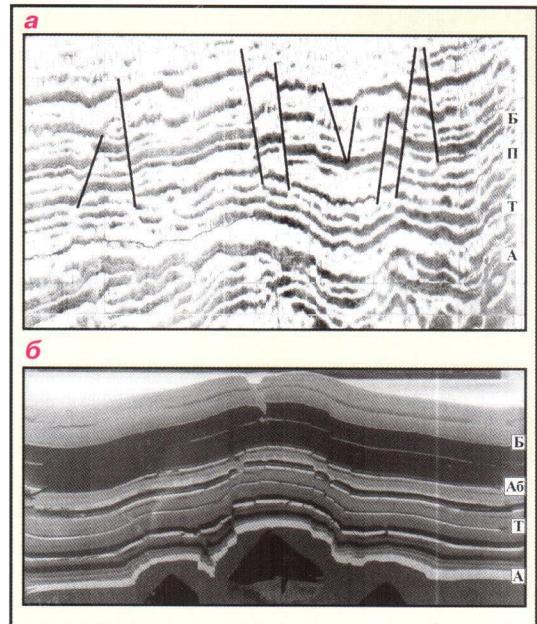


Рис. 4. Временной сейсмический разрез (а) и построенная на его основе тектонофизическая (тектоноседиментационная) модель после окончания эксперимента (б)

суммарная толщина изменяется от 0 до 5,6 м (табл. 2); в нижней пачке выделяется 1 - 14 ППП (см. рис. 3, табл. 2), суммарная толщина ППП составляет 3,5 - 6,8 м.

В пределах рассматриваемого месторождения наибольшей площадной распространенностю и соответственно коррелируемостью характеризуется карбонатный пласт, разделяющий верхнюю и нижнюю пачки даниловской свиты, который условно отнесен к осадкам нижней пачки (аналог абалакской свиты). Его толщина в среднем составляет около 1,5 м. Данный слой является региональным репером в рассматриваемой части Шаймского нефтегазоносного района, поэтому при прочих равных условиях наиболее перспективный в составе даниловской свиты именно указанный пласт. Полученные данные свидетельствуют о том, что суммарная толщина ППП, входящих в состав даниловской свиты, вполне сравнима с толщиной песчаных пластов верхнеюрского возраста, распространенных в пределах, например, Широтного Приобья.

Вторая задача решается с помощью оригинальной методики, основанной на комплексном использовании данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования [1 - 4]. Суть методики заключается в выделении основных типов антиклинальных структур на сейсмовременных разрезах в пределах рассматриваемой площади и последующем тектонофизическом моделировании процесса их формирования для установления закономерностей в

Таблица 2

Номер скважины	Пласт				Пласти Ю <sub>0</sub> и Ю <sub>1</sub>	
	Ю <sub>0</sub>		Ю <sub>1</sub>		Число ППП	Толщина, м
	Число ППП	Толщина, м	Число ППП	Толщина, м		
10231	5	3,7	14	5,8	19	9,5
10232	6	3,5	6	3,7	12	7,2
10233	1	1	10	3,5	11	4,5
10234	5	2,7	12	6,2	17	8,9
10235	8	5,6	6	3,6	14	9,2
10242	5	1,7	10	4,1	15	5,8
10255	4	2,5	10	6,8	14	9,3
10256	3	1,6	6	2,7	9	4,3
10259	1	1	7	4,7	8	5,7
10260	2	1,6	8	3,9	10	5,5
10261	1	0,8	8	4,8	9	5,6
10262	0	0	8	6,2	8	6,2
10548	7	3,2	8	4,6	15	7,8
10549	2	0,4	7	4	9	4,4

механизме образования и распространения зон дробления, возникающих в ППП вследствие роста этих структур (рис. 4).

Моделирование проводилось в камере, в основании которой располагались блоки выбранной на основе анализа сейсмовременных разрезов формы, имитирующие главные типы антиклинальных структур, присутствующих в пределах Южно-Сыморьяхского месторождения. После подготовки модели она заливалась водой, затем в камере начиналось осаждение слоев в заданной (на основе реального разреза месторождения) последовательности. Для моделирования использовались глины, алевриты и пески. Карбонатные пласти (ППП) моделировались цементом. Отложения верхней пачки даниловской свиты, обогащенные керогеном, имитировались глиной с высоким содержанием органического детрита. Рост антиклиналей моделировался поднятием вмонтированных в основание модели блоков выбранной формы.

Анализ полученных в результате тектонофизического моделирования данных позволил выявить следующие общие закономерности:

► в процессе роста поднятий под действием воздымающихся блоков в компетентных слоях образуются субвертикальные трещины, плотность и раскрытие которых зависят от размеров блоков и амплитуды их воздыmania;

► под действием поднимающихся блоков осадки смещаются не только вверх, но и в стороны, что приводит к образованию в прикупольной части поднятия зоны разуплотнения (растяжения);

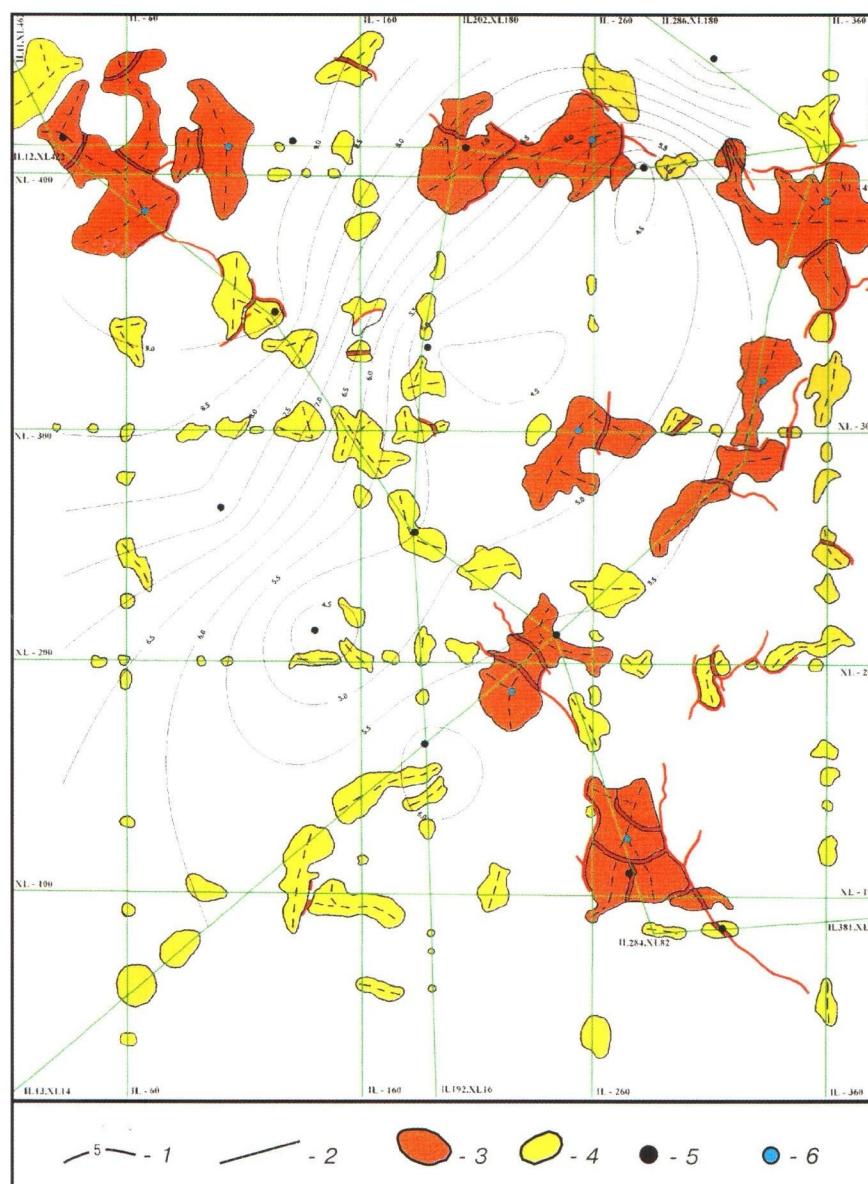
► боковое смещение осадков приводит также к увеличению их толщины в межблочных участках и формированию иногда бескорневых поднятий;

► прочные слои (ППП) под действием воздымающихся блоков дробятся, а пластичные частично перетекают из области повышенных давлений в зоны с более низкими давлениями, поэтому толщина осадочной толщи в результате роста блоков изменяется главным образом за счет пластичных слоев;

► плотность и раскрытие трещин в компетентных слоях (ППП) при прочих равных условиях зависят от глубины их залегания, прочности и толщины;

► пространственная ориентировка трещин, возникающих над растущими блоками, зависит от морфологии последних, что следует учитывать при бурении наклонно направленных и горизонтальных скважин.

Установленные на основе тектонофизического моделирования закономерно-



**Рис. 5. Структурно-прогнозная схема размещения трещиноватых коллекторов в ППП даниловской свиты Южно-Сыморьяхского месторождения (район сейсморазведочных работ 3D):**

1 – суммарная толщина ППП, входящих в состав даниловской свиты; 2 – оси зон вторичной (техногенной) трещиноватости; 3, 4 – соответственно перспективные и малоперспективные зоны деструкции и формирования вторичных коллекторов, выделенных по плотности трещин в ППП даниловской свиты; 5, 6 – скважины соответственно пробуренные и перспективные

сти позволили построить прогнозную карту-схему распространения перспективных участков, в пределах которых предполагается развитие вторичных трещинных коллекторов тектонического происхождения (рис. 5).

Следует обратить внимание на весьма важное отличие рассматриваемого месторождения от других, расположенных, например, в соседнем Красноленинском районе. Оно заключается в том, что рост поднятий, присутствующих в пределах Южно-Сыморьяхского месторождения,

привело к разбиению выделенных перспективных участков на отдельные блоки, которые скорее всего не имеют между собой гидродинамической связи (см. рис. 4, 5). В связи с указанным выделенные перспективные участки имеют небольшие размеры и, как следствие, незначительные прогнозные запасы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что бурение специальных скважин для оценки перспектив отложений только даниловской свиты вряд ли экономически целесообразно. Более разумно считать эти отложения возвратным объектом и опробовать их наряду с продуктивными отложениями тюменской сви-

ты, тем более, что месторасположение части проектных скважин практически совпадает с расположением уже пробуренных, или они находятся в одном и том же выделенном на основе тектонофизического моделирования перспективном блоке. Начать работы по проверке выполненных прогнозов в отношении нефтегазоносности отложений даниловской свиты следует путем опробования именно этих уже пробуренных скважин.

**Список литературы**

1. Методы оценки перспектив нефтегазоносности баженовской и абалакской свит Западной Сибири/М.Ю.Зубков, С.А.Скрылев, П.М. Бондаренко и др.///В кн.: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Вторая научно-практическая конференция). - Ханты-Мансийск: - 1999. - С. 206 - 222.

2. Зубков М.Ю., Бондаренко П.М. Прогноз зон повышенной продуктивности на основе комплексирования данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования. //В кн.: Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири. - Тюмень: СибНИИП, 1997. - С. 15 - 34.

3. Зубков М.Ю., Бондаренко П.М. Прогноз зон вторичной трещиноватости на основе данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования/Геология нефти и газа. - 1999. - № 11 – 12. - С. 31 - 40.

4. Прогноз углеводородных залежей в трещинных коллекторах баженовской и абалакской свит Восточно-Пальяновской площади на основе результатов сейсморазведки и тектонофизического моделирования/ М.Ю.Зубков, П.М.Бондаренко, Я.А.Трухан, А.Г.Лазарев//В кн.: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО

(Третья научно-практическая конференция). - Ханты-Мансийск: - 2000. - С. 174 - 187.

5. Зубков М.Ю. Литолого-петрофизическая характеристика отложений баженовской и абалакской свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь)//Геология и геофизика. - 1999. - Т. 40. - С. 1821 - 1835.

6. Зубков М.Ю. Анализ распределения K, U, Th и В в верхнеюрских отложениях центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) с целью их стратификации, корреляции и выделения в них потенциально продуктивных пластов//Геохимия. - 2001. - № 1. - С. 51 - 70.

7. Adams J.A.S., Weaver C.E. Thorium-to-uranium ratios as indicators of sedimentary process: example of concept of geochemical facies. Bull. Amer./Assoc. of Petroleum Geologists. - 1958. - V. 42. - P. 387 - 430.



6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

## АВТОЗАПРАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС СЕВЕРО-ЗАПАД 2002

СТРОИТЕЛЬСТВО,  
ОБОРУДОВАНИЕ,  
ОСЛУЖИВАНИЕ  
АВТОЗАПРАВОЧНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ.  
НЕФТЕПРОДУКТЫ.  
АВТОХИМИЯ.  
СЕРВИС

**2 – 5 АПРЕЛЯ**

**Санкт-Петербург**

Михайловский манеж, Манежная пл., 2

**ВЫСТАВКА ПРОВОДИТСЯ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА  
«ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС: РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ»**

СОВМЕСТНО С ОАО «ГАЗПРОМ» ОРГАНИЗУЕТСЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РАЗДЕЛ  
«ПРИРОДНЫЙ И СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ –  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ МОТОРНОЕ ТОПЛИВО»

ОДНОВРЕМЕННО В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА  
«ТЭК: РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ» ПРОЙДЕТ 2-Я КОНФЕРЕНЦИЯ,  
НА КОТОРОЙ БУДУТ РАССМОТРЕНЫ ВОПРОСЫ:

- использование природного и сжиженного газа в качестве моторного топлива
- рынок нефтепродуктов Северо-Запада России и перспективы его развития
- правовое и лицензионное обеспечение деятельности автозаправочных комплексов

**РЕСТЕК**  
выставочное объединение

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:  
197110, Санкт-Петербург,  
Петrozаводская ул., 12  
Тел. (812) 230-65-30  
320-80-91  
320-96-60  
Факс (812) 320-80-90  
E-mail: oilgas@restec.spb.su  
<http://www.restec.ru/filstation>