

# ГЕОЛОГИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ НЕФТИ И ГАЗА

5'2014



SCIENTIFIC-TECHNICAL MAGAZINE "OIL AND GAS GEOLOGY"



# ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

5'2014

Основан в январе 1957 г.  
МИНГЕО СССР

ISSN 0016-7894

Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации  
ПИ № 773351 от 10 мая 2000 г.

## СОУЧРЕДИТЕЛИ:

Министерство природных ресурсов  
и экологии Российской Федерации  
(МПР России)

Федеральное агентство  
по недропользованию

ОАО "Газпром"

Всероссийский научно-  
исследовательский геологический  
нефтяной институт (ВНИГИ)

**Главный редактор**  
**А.И.Варламов**

## Редакционная коллегия:

А.Г.Будагов

О.И.Будянская (зам. гл. редактора)

В.И.Высоцкий

Г.А.Габриелянц

В.П.Гаврилов

М.Н.Григорьев

Е.Б.Грунис

С.М.Карнаухов

А.Э.Конторович

Н.А.Крылов

Ю.Г.Леонов

Н.В.Милетенко

В.И.Петерсилье (зам. гл. редактора)

О.М.Прищепа

Л.И.Ровнин

П.В.Садовник

Св.А.Сидоренко

В.А.Скоробогатов

В.П.Филиппов

Э.М.Халимов

П.А.Хлебников

В.А.Холодилов

Г.Г.Яценко

Изготовление оригинал-макета:

О.В.Боровкова

Н.А.Кандаурова

Отдел рекламы и маркетинга:

(495) 694-34-67

Адрес редакции:

127051 Москва, 1-й Колобовский пер., 11

Тел/факс: (495) 650-42-49

Факс: (495) 694-43-56

E-mail: gng@geoinform.ru

Web: <http://www.geoinform.ru>

Индекс: 70216

Тираж 4 000 экз.

Цена свободная

Отпечатано в типографии

«ТРИАДА ЛТД»

125130 Москва, ул.Клары Цеткин, 33

МОСКВА

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ ACTUAL PROBLEMS OF OIL AND GAS GEOLOGY

**Мкртчян О.М.** К проблемам тектонического и нефтегеологического районирования нефтегазоносных провинций древней и молодой платформ в связи с оценкой ресурсов углеводородов (на примере Волго-Уральской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций)

**Mkrtyan O.M.** Concerning the problems of tectonic and petroleum-geologic zonation of oil and gas bearing provinces of ancient and recent platforms in view of hydrocarbon resources evaluation (with reference to the Volga-Ural and the West-Siberian oil and gas bearing provinces) 4

### ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ГРР OIL AND GAS POTENTIAL AND SUBSTANTIATION OF EXPLORATION TRENDS

**Соборнов К.О., Данилов В.Н.** Строение и перспективы нефтегазоносности гряды Чернышева (Тимано-Печорский бассейн)

**Sobornov K.O., Danilov V.N.** Structure and petroleum potential of the chernyshhev swell (Timan Pechora basin) 11

### ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

**Кузнецов В.Г., Журавлева Л.М.** Специфика пустотного пространства литоральных и сублиторальных карбонатных отложений

**Kuznetsov V.G., Zhuravlyeva L.M.** Specific character of pore space in littoral and sublittoral carbonaceous deposits 19

### КОЛЛЕКТОРЫ НЕФТИ И ГАЗА OIL AND GAS RESERVOIRS

**Королев Э.А., Хузин И.А., Галеев А.А., Леонова Л.В.** Эпигенетические преобразования доломитовых пород под действием углеводородсодержащих флюидов (на примере Сюкеевского битумного месторождения)

**Korolev E.A., Khusin I.A., Galeev A.A., Leonova L.V.** Epigenetic transformations of dolomitic rocks under influence of hydrocarbon fluids (with reference to Syukyevo bitumen deposit) 28

**Хасанов И.И.** Анализ цветности пород по цифровым изображениям керна

**Khasanov I.I.** Rock color analysis using digital images of core material

19

### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS

**Каспаров О.С., Хлебников П.А., Панов Р.С., Костюченко С.Л., Сулейманов А.К., Александров Н.П., Нигматзянов А.М., Заможняя Н.Г.** Эффективность применения отечественных вибрационных источников возбуждения упругих колебаний при сейсморазведочных работах в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке

**Kasparov O.S., Khlebnikov P.A., Panov R.S., Kostyuchenko S.L., Suleimanov A.K., Alekseyukhin N.P., Nigmatzyanov A.M., Zamozhniaya N.G.** Efficiency of the application of Russian vibration sources for seismic survey in the eastern siberia and in the far east 40

### НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ NON-TRADITIONAL SOURCES OF HYDROCARBON RAW MATERIALS

**Скоробогатов В.А., Перлова Е.В.** Потенциальные ресурсы нетрадиционного газа недр России (суша и шельф) и перспективы их промышленного освоения до 2050 г.

**Skorobogatov V.A., Perlova E.V.** Potential resources of non-traditional gas of subsoil resources of Russia (land and shelf) and its industrial development prospects by 2050 48

**Зубков М.Ю.** Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза

**Zubkov M.Yu.** Reservoirs in the Bazheno-Abalak complex of the Western Siberia and methods of forecasting its spread

48

**Попков В.И., Соловьев В.А., Соловьева Л.П.** Газогидраты и дегазационная модель их формирования

**Popkov V.I., Soloviev V.A., Solovieva L.P.** Gas hydrates and degassing model of its formation 58

58

73



УДК 553.98

## КОЛЛЕКТОРЫ В БАЖЕНО-АБАЛАКСКОМ КОМПЛЕКСЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И СПОСОБЫ ИХ ПРОГНОЗА

**М.Ю.Зубков** (ООО "Западно-Сибирский геологический центр")

Рассмотрены существующие представления о механизмах формирования коллекторов в бажено-абалакском комплексе, приведены доказательства об их вторичном (тектоногидротермальном) способе образования, выделены литологические типы пород, получивших название "потенциально продуктивных", в которых возможно их формирование. Предложен способ прогнозирования УВ-залежей в бажено-абалакском комплексе на основе комплексирования данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования.

**Ключевые слова:** коллекторы; бажено-абалакский комплекс; прогнозирование УВ.

Уже более полувека отложения баженовской свиты привлекают внимание геологов и нефтяников, что объясняется их необычным вещественным составом и специфическими петрофизическими свойствами, благодаря которым в них сформировались УВ-залежи [1-14].

До открытия УВ-залежей в битуминозных отложениях баженовской свиты в пределах Салымского месторождения в конце 60-х гг. XX в. эти отложения считались исключительно нефтегенеринскими, а также надежным мощным экраном для юрских нефтяных и газовых залежей. При этом большинство геологов и нефтяников отложения баженовской свиты относило к главной нефтегенерирующей толще Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Сверчков Г.П., 1959; Гурари Ф.Г., 1961; Гурари Ф.Г., Казаринов В.П. и др., 1963; Конторович А.Э., Бабина Н.К. и др., 1967; Конторович А.Э., Полякова И.П., Стасова О.Ф., 1971; Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., 1975; Панченко Л.Т., Берестнев Н.Ф., 1973; Нестеров И.И., 1970).

Открытие УВ-залежей в верхнеюрских отложениях изменило отношение ученых к этим отложениям как только к нефтегенерирующей и изолирующей толще. Однако

долгое время, после получения промышленных притоков из битуминозных отложений, было не ясно, что является коллектором в этих отложениях, так как подавляющее большинство образцов, поднятых из интервала ее залегания, было представлено неколлекторами, имеющими крайне низкие фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС). По результатам петрофизических исследований их пористость редко превышает 10-12 %, а проницаемость обычно ниже  $10^{-6}$ - $10^{-5}$  мкм<sup>2</sup> и лишь в образцах, содержащих микротрещины, проницаемость может достигать  $\sim 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> и даже более [1, 3-5, 8, 10-12]. Остаточная водонасыщенность в битуминозных отложениях обычно составляет более 80 и даже 90 %, что свидетельствует о наличии в них очень мелких пор, практически полностью занятых связанной водой.

Было предложено огромное число моделей механизма формирования коллекторов и залежей в отложениях баженовской свиты, включая самые фантастические [1-4, 6, 9-13]. Тем не менее, с известной долей условности, среди них можно выделить две основные.

Авторы, предложившие первую модель формирования коллекторов, связывают их образование с

процессами нефтегенерации в битуминозных отложениях. По мнению исследователей, придерживающихся этой модели, в процессе нефтегенерации происходят многочисленные флюидоразрывы в битуминозной толще из-за увеличения объема образующихся из керогена жидких и газообразных нафтенов и неУВ-летучих. Вследствие протекания этого процесса возникает так называемый листоватый коллектор (Гурари Ф.Г., 1974, 1979, 1984; Добринин В.М., Мартынов В.Г., 1979, 1980; Дорофеева Т.В., Лебедев Б.А., Петрова Т.В., 1979, 1983; Елисеев В.Г., Нестеров И.И., 1978; Зарипов О.Г., Ушатинский И.Н., 1976; Клубова Т.Т., Климушина Л.П., Медведева А.М., 1980; Конышева Р.А., Сахибгареев Р.С., 1976; Корж М.В., Филина С.И., 1980; Краснов С.Г., Беликова А.Г., Галишев И.Р., 1981; Кривошеева З.А., Соколов Б.А., 1980; Нестеров И.И., 1979, 1980; Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тян А.В. 1979; Скоробогатов В.А., Краснов С.Г., 1984; Трофимук А.А., Карагодин Ю.Н., 1981).

Вторая модель образования коллектора связывает его формирование с тектоническими процессами, а именно с тектонической трещиноватостью, поэтому, по мнению исследователей, предложивших

этую модель, возникающие в этом случае коллекторы относятся к трещинному или даже жильному типу (Белкин В.Н., Ефремов Е.П., Каптевинин Н.Д., 1983; Микуленко К.И., 1974; Терещенко Ю.А., 1972; Халимов Э.М., Мелик-Пашаев В.С., 1980).

Авторы, придерживающиеся первой модели формирования коллекторов в отложениях баженовской свиты, исходя из этой модели, предложили следующий основной набор критериев для поисков залежей УВ в ней:

высокое содержание ОВ – > 10 %;  
надежная изоляция битуминозных отложений от ближайших пород-коллекторов (мощность подстилающих и перекрывающих свиту глинистых экранов, по их мнению, должна составлять > 6-8 м);

толщина битуминозных отложений баженовской свиты – ≤ 15 м;

величина удельных электрических сопротивлений – > 125 Ом·м;

современная пластовая температура по кровле баженовской свиты – > 100 °C;

величина вторичной пористости, возникшей в результате превращения керогена в УВ и неУВ-летучие, – ≥ 10 %.

На основе комплексирования этих критериев автором статьи были построены карты-схемы перспектив нефтегазоносности битуминозных отложений баженовской свиты с выделением земель различных категорий по степени их перспективности [2, 4, 11-13]. Однако даже в пределах самых высокоперспективных участков, например Салымского месторождения, вероятность получения высокодебитных притоков оказалась невысокой, более того, около половины всех скважин, пробуренных в пределах этой высокоперспективной зоны, оказались "сухими" либо только с признаками нефти в фильтрате бурового раствора. Кроме того, скважины, пробуренные в пределах первых сотен метров друг от друга,

отличались по дебиту на порядок и более [1-4, 6, 9, 11-14]. Таким образом, предложенная этими специалистами модель формирования коллекторов в битуминозных отложениях, оказалась малоэффективной и не смогла помочь геологам и нефтяникам в поисках УВ-залежей в этих отложениях.

Группа ученых, придерживающаяся второй ("тектонической") точки зрения на механизм формирования коллекторов, не сформулировала критериев для поисков залежей нефти и газа в отложениях баженовской свиты. Их представления носили главным образом декларативный характер без практических рекомендаций, направленных на целенаправленные поиски УВ-залежей.

Некоторое время абалакская свита находилась в "тени" своей знаменитой соседки. Однако позднее, с помощью геофизических и гидродинамических методов, было достоверно установлено, что, кроме отложений баженовской свиты, продуктивной является и подстилающая ее абалакская свита, которая, в отличие от первой, не является битуминозной из-за невысокой концентрации в ней керогена, поэтому первая модель образования коллекторов в ней явно неправомерна. Здесь следует заметить, что геологи-нефтяники, осуществляющие разработку верхнеуральских отложений в пределах Красноленинского свода, вообще считают продуктивной только абалакскую свиту, а баженовскую относят на второй план [14].

Какие же типы пород, входящих в состав верхнеуральских отложений, являются коллекторами?

Прямые признаки нефтеносности в рассматриваемых отложениях обнаружены лишь в нескольких литологических типах пород [5, 6, 9, 10], главными из которых являются следующие:

1 – кремнистые – радиолярии и силициты (рис. 1, A, B);

2 – карбонатные – известняки, доломиты, карбонатные радиолярии, реже сидеритолиты (см. рис. 1, B);

3 – копролитовые фосфориты (см. рис. 1, Г, Д).

Наиболее эффективно выглядят карбонатные коллекторы трещинно-кавернозного типа, особенно снятые в ультрафиолетовом свете из-за люминесценции микрокапельной нефти, захваченной в процессе роста эпигенетическими кристаллами карбонатов (рис. 2).

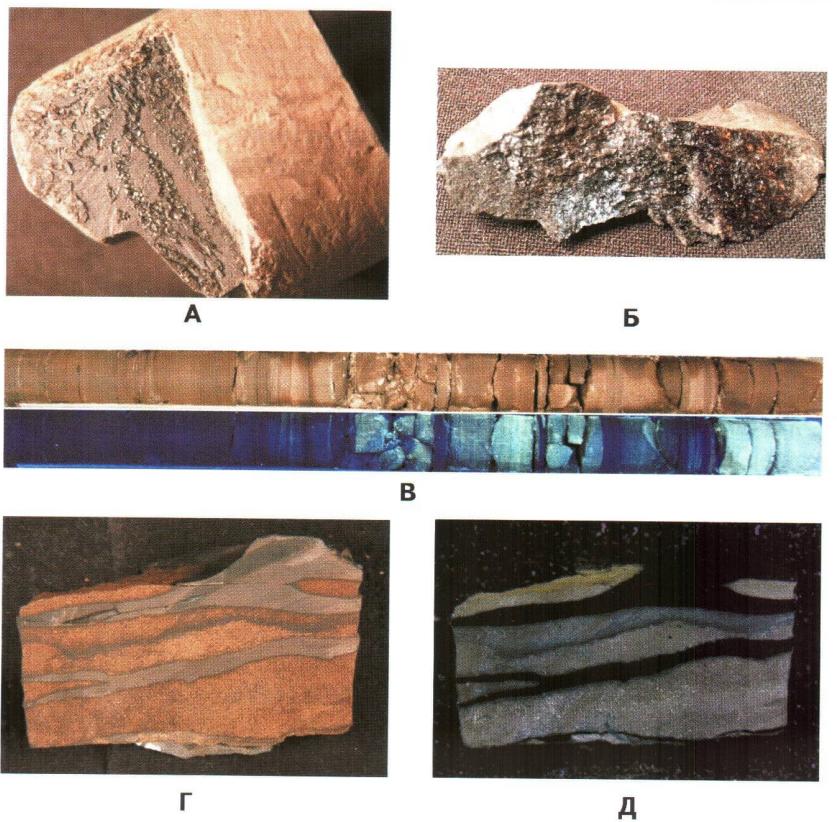
Кроме того, прямые признаки УВ встречаются в переходных между перечисленными литологическими разновидностями, чаще всего имеющих кремнисто-карбонатный, реже фосфатно-карбонатный или более сложный, карбонатно-кремнисто-пиритовый, составы [5-7, 9, 10].

Таким образом, данные о продуктивности верхнеуральских отложений свидетельствуют о том, что наиболее вероятной является вторая модель формирования коллекторов, а именно в результате тектонического дробления пород и образования трещинного и/или трещинно-кавернозного типов [1, 5-10].

Копролитовые фосфориты можно отнести к классу псевдогрануллярных коллекторов, так как нефтенасыщенной емкостью в них являются поры, расположенные между соседними копролитовыми зернами, размеры которых обычно соответствуют гранулометрической фракции крупноалевритовой и мелкозернистой песчаной размерности. Однако и в них отмечаются трещины и микрокаверны, имеющие вторичное (тектоногенное) происхождение.

Таким образом, как и обычные терригенные и карбонатные коллекторы, рассматриваемые также представлены достаточно прочными (вовсе не глинистыми и не глинисто-битуминозными) породами, имеющими кремнистый, карбонатный, фосфатный или комбинированный на основе тех же компонентов состав [5-7, 9, 10].

**Рис. 1. ФОТОГРАФИИ ОБРАЗЦОВ (А, Б, Г, Д) И КОЛОНКА ПОЛНОРАЗМЕРНОГО КЕРНА (В), ОТОБРАННЫХ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТ, С ПРЯМЫМИ ПРИЗНАКАМИ НАФТИДОВ (по [10] с изменениями)**



А – поверхность трещины в силиците (радиоляриите), покрытая пленками метаморфизированных битумов и мелкими кристаллами эпигенетических минералов (Маслиховское месторождение), Б – трещина в известняке, поверхность которой покрыта метаморфизованными битумами и кристаллами вторичных минералов (Пальяновская площадь), В – колонка керна силицитов, снятых в белом (вверху) и ультрафиолетовом (внизу) свете (Тортасинский лицензионный участок), Г, Д – когролитовые фосфориты с псевдогранулярной емкостью, заполненной легкими нефтеподобными битумами, снятые в белом (Г) и ультрафиолетовом (Д) свете (Пальяновская площадь)

Тектоническое дробление верхнеюрских отложений сопровождается гидротермальной проработкой, что, в свою очередь, стимулирует процессы нефтегенерации в них, а также вызывает выщелачивание неустойчивых минералов (в первую очередь карбонатов, а также фосфатов) с формированием, в дополнение к трещинной, еще и кавернозной емкости. Кроме того, происходит отложение новых эпигенетических минералов и их ассоциаций [5-7, 9, 10].

Рассмотрим доказательства активного участия гидротермальных флюидов в формировании вторичных коллекторов и УВ-залежей в верхнеюрских отложениях более подробно.

На поверхности образовавшихся вследствие тектонического дробления трещин и каверн, наряду с мелкими и довольно крупными (до 10 мм длиной) единичными кристаллами кварца и карбонатных минералов, часто отмечаются пленки сильно метаморфизованного биту-

ма черного цвета, хрупкого, микротрещиноватого (рис. 3, А; см. рис. 1, А, Б). Отмечается микродрузы прозрачного кварца (см. рис. 3, А, Б).

Наряду с очень хорошо ограниченными кристаллами кварца, кальцита и доломита в трещинах и кавернах отмечается присутствие агрегатов гидротермального барита (см. рис. 3, В, Д, Е). В рассматриваемых вторичных коллекторах из сульфатов следует также отметить присутствие многочисленных мелкокристаллических агрегатов ангидрита (см. рис. 3, Г).

Гидротермы, проникавшие в верхнеюрские отложения, обладали не только высокой температурой, но и характеризовались кислым составом и высоким окислительным потенциалом [5, 7, 9, 10]. Действительно, поверхность трещин в образцах баженовской свиты часто имеет не обычный (темно-серый, почти черный), а светло-коричневый цвет (см. рис. 3, Д), что объясняется интенсивным окислением рассеянного в рассматриваемых отложениях ОВ (керогена). Кроме того, на поверхности таких трещин отмечается присутствие многочисленных мелких кристаллов барита (см. рис. 3, Д, Е). В участке, прилегающем к трещине, в образце наблюдается интенсивное окремнение, что подтверждается результатами микрозондового элементного и данными рентгеноструктурного анализов (см. рис. 3, Д).

Обратим внимание еще раз на то, что достаточно высокий окислительный потенциал гидротерм подтверждается не только осветлением участков, проработанных ими, но и появлением в осадках, накапливавшихся в пиритовой геохимической фации [5, 7, 10], сульфатов (ангидрит, барит), которые являются “запрещенными” в этой фации, характеризующейся резко восстановительными условиями [2-5, 7, 10-13].

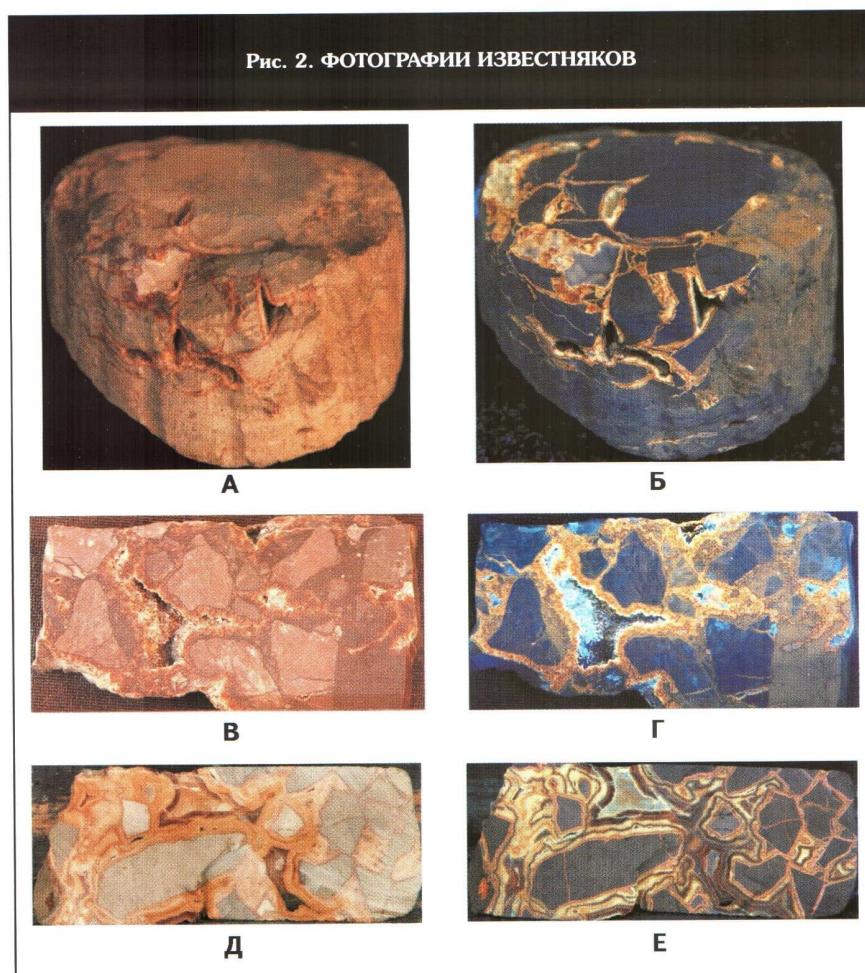
Изредка на поверхности вторичных (тектоногенных) трещин на тонкой “корочке” эпигенетического

мелекристаллического доломита отмечаются хорошо ограненные псевдогексагональные кристаллы гидротермального апатита (рис. 4, А). Интересно, что характерно присутствие бария не только в составе барита, но и в других новообразованных (гидротермальных) минералах. Так, на поверхности трещин и каверн отмечаются отдельные кристаллы и агрегаты барито-кальцита (см. рис. 4, Б) и даже бариевого полевого шпата или цельзиана (см. рис. 4, В). На заключительном этапе гидротермальной деятельности из оставающих гидротермальных растворов выделялись сульфиды, например сульфид никеля (никколит и/или миллерит) в виде тонких длинных кристаллов (см. рис. 4, Г).

Похожий комплекс вторичных (гидротермального происхождения) минералов встречен и в копролитовых фосфоритах, в которых, наряду с пленками метаморфизованных серосодержащих битумов (тиобитумов), отмечаются поры и микрокаверны, заполненные многочисленными агрегатами каолинита (диккита), насыщенные нефтью (рис. 5, А-В). Кроме того, присутствуют кристаллы кварца, кальцита, доломита и барита (см. рис. 4, А-Б). Интересно, что копролитовые фосфориты имеют не массивное, а микроглобулярное строение, причем размеры отдельных глобул варьируют в пределах 1-3 мкм (см. рис. 5, В). Такое строение фосфоритов обусловливает присутствие в них, наряду с достаточно крупными порами и микрокавернами, очень мелких пустот, расположенных между отдельными микроглобулами и заполненных связанный водой.

Таким образом, как в отложениях баженовской, так и абалакской свит коллекторы имеют единый механизм вторичного (тектоногидротермального) происхождения и образуются в определенных литологических типах пород (кремнистых, карбонатных, фосфатных), получивших название потенциально

Рис. 2. ФОТОГРАФИИ ИЗВЕСТНИКОВ



Трециновато-кавернозные известняки с захваченной в процессе роста эпигенетического (пленочно-порового) кальцита микрокапельной нефтью, отобранные из отложений абалакской свиты и ее литостратиграфических аналогов, сняты в белом (А, В, Д) и ультрафиолетовом (Б, Г, Е) свете (по [10]); месторождения: А, Б – Усть-Балыкское, Б, Г – Салымское, Д, Е – Сыморьяхское

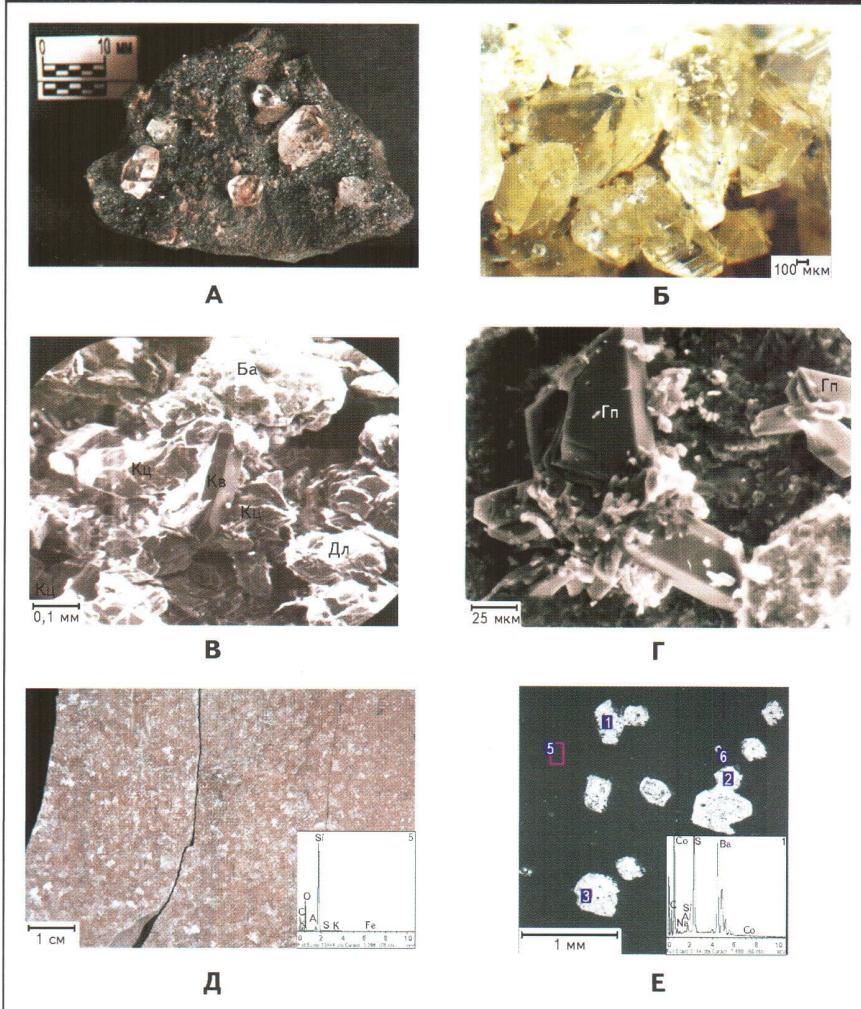
продуктивных (ППП) [5-7, 9, 10]. Поэтому их можно объединить в один верхнеюрский продуктивный объект – **бажено-абалакский комплекс** [10].

В настоящее время отсутствует методика выделения продуктивных или нефтенасыщенных интервалов в верхнеюрских отложениях, а также определения их пористости по данным ГИС, что объясняется особенностями вещественного состава верхнеюрских отложений и механизма формирования в них коллекторов [14]. Тем не менее сами ППП в силу специфического (карбонатного, кремнистого, реже фосфат-

ного) состава достаточно просто выделяются в разрезах баженовской и абалакской свит комплексом “плотностных” (ядерно-физических) и отчасти электрических и акустических методов (рис. 6). Но вопрос об определении их емкостных свойств методами ГИС остается открытым.

В этой связи перспективными, на взгляд автора статьи, являются, кроме ядерно-физических, акустические методы [10]. Кроме того, большой интерес представляет бурно развивающийся в настоящее время ядерно-магнитный каротаж (ЯМК).

**Рис. 3. ФОТОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕЩИН И КАВЕРН В ИЗВЕСТНИКАХ ИЗ БАЖЕНОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТ, НА КОТОРЫХ ОБРАЗОВАЛИСЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ОПЛОЖИЛСЯ МЕТАМОРФИЗОВАННЫЙ ГИДРОТЕРМАМИ БИТУМ (по [10])**



А – кристаллы кварца и тонкие пленки черного битума, Б – микродруза кварца, В – кристаллы кварца, барита, кальцита и доломита, Г – микродрузы ангидрита, Д – осветленная и окремненная поверхности трещины в силишите с образовавшимися на ней многочисленными мелкими оптически ориентированными кристаллами барита, Е – снимок РЭМ в режиме КОМПО поверхности той же трещины с многочисленными кристаллами барита, выделяющимися на нем белым цветом; в правом нижнем углу снимков Д и Е – элементные спектры поверхности трещины и кристаллов барита; площади: А–Г – Ем-Еговская, Д, Е – Пальяновская; Ба – барит, Кц – кальцит, Кв – кварц, Дл – доломит, Гп – гипс

Действительно, исследования, выполненные автором статьи с использованием ядерно-магнитного релаксометра (ЯМР) на керне, поднятом из отложений баженовской свиты, показали, что ЯМР-спектры, полученные на образцах, отобранных из нефтенасыщенных участков,

которые люминесцируют в ультрафиолетовом свете, явно отличаются от таковых, отобранных из нелюминесцирующих (“сухих”) интервалов. Так, образцы, отобранные из люминесцирующих интервалов отложений баженовской свиты в пределах Тортасинского лицензи-

онного участка (см. рис. 1, В), представленные радиоляритами (с псевдогранулярной емкостью, расположенной между раковинками радиолярий), характеризуются достаточно высокой пористостью (11,4 %) и сравнительно продолжительным временем поперечной релаксации ( $T_2$ ) ЯМР-сигнала, свидетельствующем о наличии в их поровом пространстве свободного флюида, в то время как обычные силишты, сложенные микроскопическими обломками кремнистых скелетов (диатомей?) и радиолярий), характеризуются очень низкой пористостью (2,7 %) и быстрым временем релаксации ЯМР-сигнала, что свидетельствует об отсутствии в них свободного флюида (рис. 7, А).

Фосфоритовые и карбонатные копролиты, отобранные из отложений баженовской свиты в пределах Пальяновской площади (см. рис. 1, Г, Д), обладают различными пористостью и  $T_2$ -спектрами. Копролитовые фосфориты характеризуются сравнительно высокой пористостью (14,9 %) и продолжительным временем релаксации  $T_2$ , в то время как копролиты, имеющие карбонатный состав, обладают небольшой пористостью (4,4 %) и меньшим временем поперечной релаксации (см. рис. 7, Б). Тем не менее в поровом пространстве обоих типов копролитов имеется свободный флюид, причем в копролитовом фосфорите его доля гораздо больше, чем в карбонатном копролите (см. рис. 7, Б).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что существует возможность выделения нефтенасыщенных интервалов и даже оценки их емкостных свойств в отложениях баженовской и абалакской свит с помощью ЯМК.

Таким образом, используя данные ГИС, можно выделить ППП в составе верхнеюрских отложений, определить их суммарную мощность, протяженность и построить карту суммарных толщин ППП в пределах той или иной площади или месторождения [6, 9, 10].

Однако полученная карта суммарных толщин ППП лишь свидетельствует об их наличии, но не позволяет определить места, где реально присутствуют вторичные коллекторы, образовавшиеся в этих породах в результате воздействия на них тектоногидротермальных процессов.

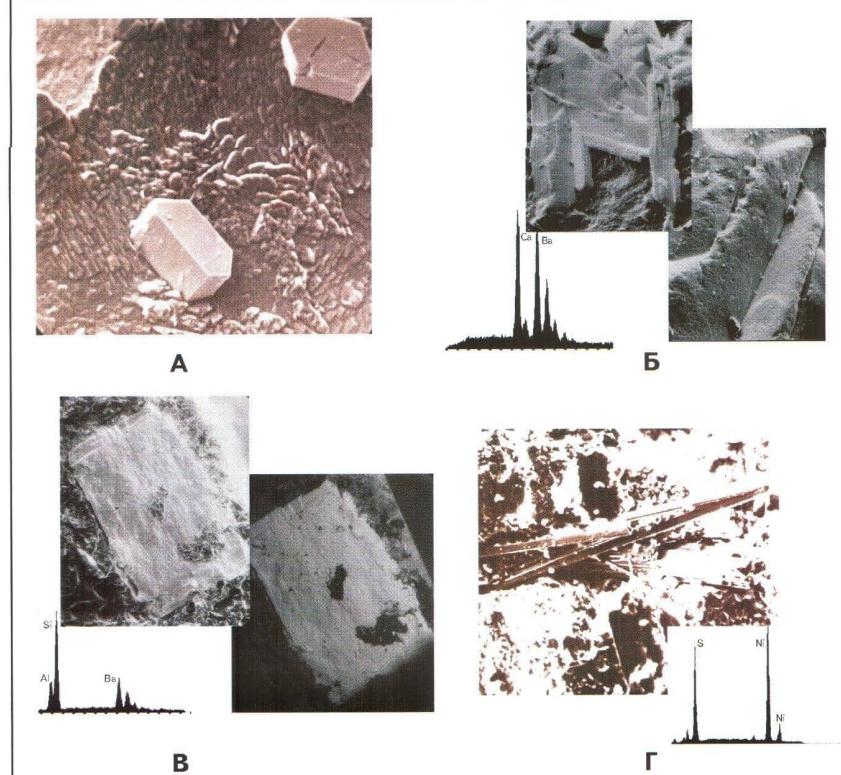
Для решения этой задачи необходимо выделить зоны тектонического дробления, в пределах которых возможно формирование вторичных трещинных и трещинно-кавернозных коллекторов. Эту задачу можно решить на основе комплексирования данных сейсморазведки и результатов тектонофизического моделирования [6, 8-10]. Для этого используются несколько опорных сейсмопрофилей для проведения двухмерного (рис. 8) и структурная карта по отражающему горизонту А (кровля фундамента) для трехмерного моделирования (рис. 9).

Тектонофизическое моделирование осуществляется двумя методами: оптико-поляризационным и тектоноседиментационным [6, 8-10].

Оптический метод исследования напряжений основан на явлении двупреломления в прозрачных аморфных оптически активных материалах (например, желатине), подвергнутых деформации. При этом изменение двойного лучепреломления в таких телах находится в прямой зависимости от величины напряжений, возникающих в деформируемом теле. К анализу проблем экспериментальной тектоники эти методы были привлечены в ряде работ российских (Осокина Д.М., 1963; Гзовский М.В., 1975; Бондаренко П.М., Лучицкий И.В., 1985; Зубков М.Ю., Бондаренко П.М. и др., 1992-2008) и зарубежных (Currie et al., 1962) исследователей.

Точность оптического метода исключительно высока, поэтому он широко применяется при исследованиях сложных систем напряжений, расчеты которых оказываются

Рис. 4. ФОТОГРАФИИ РЭМ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ТРЕЩИН И В КАВЕРНАХ ПОРОД БАЗЕННОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТ, С ПРИВЕДЕННЫМИ ИХ ЭЛЕМЕНТНЫМИ СПЕКТРАМИ (по [10])



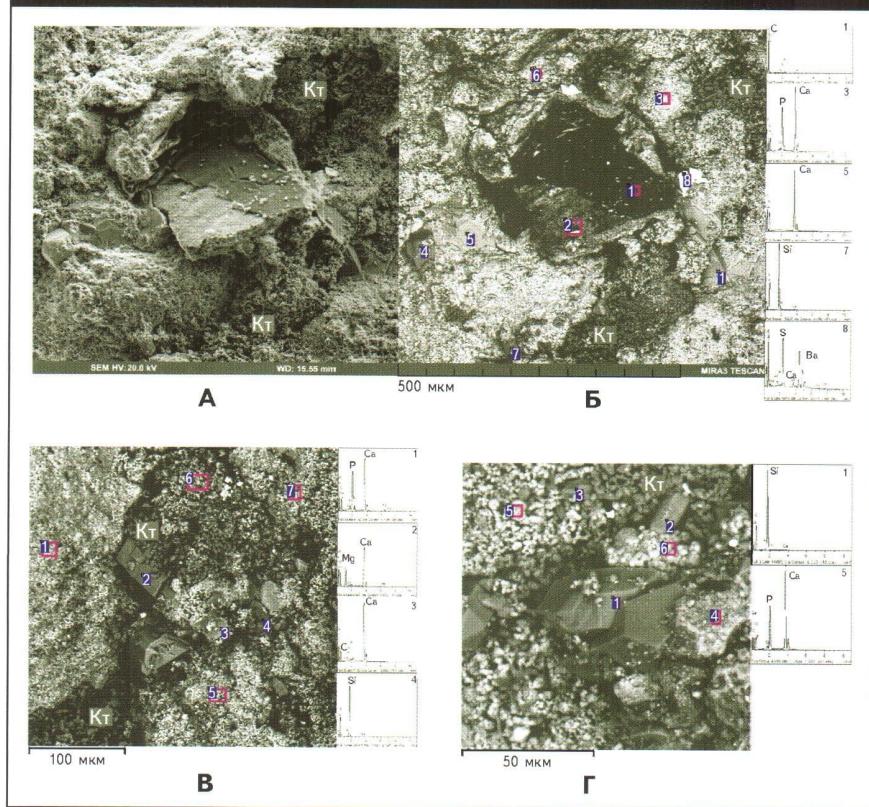
А – поверхность трещин, покрытая “корочкой” мелкокристаллического доломита с крупными кристаллами апатита, Б – кристаллы барито-кальцита, В – кристаллы цельзиана, снятый в обычном (слева) и КОМПО (справа) режимах, Г – кристаллы сульфида никеля и их элементный спектр; А – Ем-Еговская площадь, месторождения: Б, В – Маслиховское, Г – Северо-Даниловское

затруднительными или невозможными. Особенно трудно получить полное представление о распределении полей напряжений в геологических структурах на основе умозрительных построений, чем широко пользуются геологи и нефтяники в практике своих исследований, что нередко приводит к грубым ошибкам. Расчеты же полей напряжения даже в случае простых геологических структур оказываются очень сложными и дают неоднозначные результаты. Кроме того, этот метод обеспечивает относительно строгое соблюдение условий подобия для упругой области деформаций и правомерность сопоставления модели с реальными

объектами в тех пределах, в каких отдельные геологические структуры в различных стадиях их развития можно считать односвязными телами. Тогда распределение напряжений в них не зависит от величины и физических свойств сравниваемых объектов, а достаточно строго определяется аналогией внешнего нагружения и геометрическим подобием структурных форм (Фрохт М.М., 1948, 1950).

Для большей выразительности картин напряженного состояния моделей вертикальный масштаб моделируемых структур принимается (в 10-15 раз и более) больше горизонтального. Хотя в этом случае в определенной мере нарушается

**Рис. 5. ФОТОГРАФИИ РЭМ ПОВЕРХНОСТИ КОПРОЛИТОВЫХ ФОСФОРИТОВ С КОМПЛЕКСОМ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ (гидротермальных) МИНЕРАЛОВ И ИХ ЭЛЕМЕНТНЫМИ СПЕКТРАМИ**



А – участок, снятый в обычном (слева) и КОМПО (справа) режимах с порами и микроравнами, заполненными многочисленными агрегатами каолинита (диккита), насыщенными нефтью; отмечаются тонкие пленки метаморфизованных серосодержащих битумов (спектр 1), кристаллы кальцита, кварца и барита (спектры 5, 7, 8), Б – увеличенный фрагмент с нефтенасыщенными агрегатами порового каолинита (диккита) и кристаллами доломита, кальцита и кварца (элементные спектры 2, 3, 4), В – еще более увеличенный фрагмент с многочисленными кристаллами кварца (элементный спектр 1); на снимке хорошо видно, что фосфориты имеют не массивное, а микроглобулярное строение (спектр 5), Пальяновская площадь; Кт – каолинит

геометрическое подобие моделей природным объектам (в основном по углам наклона крыльев в последних, не превышающих в реальных объектах 3-5°), тем не менее это компенсируется сокращением горизонтальных размеров прогнозируемых в модели очагов трещиноватости.

В качестве эквивалентного материала при оптическом моделировании автором статьи использовались 12-20 %-е водно-глицериновые растворы желатина (упруго-хрупкие и упругие тела). Модели от-

ливались в специальных боксах, затем помещались в рабочую (нагружательную) камеру и исследовались в простейших поляризационно-оптических системах с рабочим полем поляроидов от 150 до 300 мм (ПКС-250).

Построение траекторий нормальных и касательных напряжений производилось на основе съемки изохром и изоклин, возникающих в напряженной модели в результате двулучепреломления. Его величина, характеризуемая разностью хода лучей ( $R$ ), зависит от разности по-

казателей преломления ( $n$ ) и толщины модели ( $d$ ):

$$R = (n_1 - n_3)d$$

и связывается с разностью главных нормальных напряжений ( $\sigma_1, \sigma_3$ ) следующим уравнением:

$$R = B_6(\sigma_1 - \sigma_3)d,$$

что в итоге приводит к полному соответству разности показателей преломления разности нормальных напряжений:

$$(n_1 - n_3) = B_6(\sigma_1 - \sigma_3),$$

где  $B_6$  – коэффициент оптической активности материала по напряжению.

Таким образом, изохроматические полосы отвечают равным значениям разности показателей преломления ( $n_1 - n_3$ ) и соответственно равным значениям разности главных нормальных напряжений ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ), что составляет половину максимального касательного напряжения ( $\tau_{\max}$ ).

Картины изохром дают наглядное представление о характере распределения напряжений в модели, их относительной величине, отвечающей для касательных напряжений номеру полосы по всему полю, а также о размещении участков концентрации напряжений (по плотности полос) и положении изотропных точек и нулевых изохром, где  $\sigma_1 = \sigma_3$ , а  $\tau_{\max} = 0$ , разделяющих области сжатия и растяжения.

Преимущества оптического метода использовались для выявления участков повышенных значений  $\tau_{\max}$  и прогноза в их пределах разрывных дислокаций в направлении траекторий нормальных и касательных напряжений, построенных по картине изоклин оптического поля.

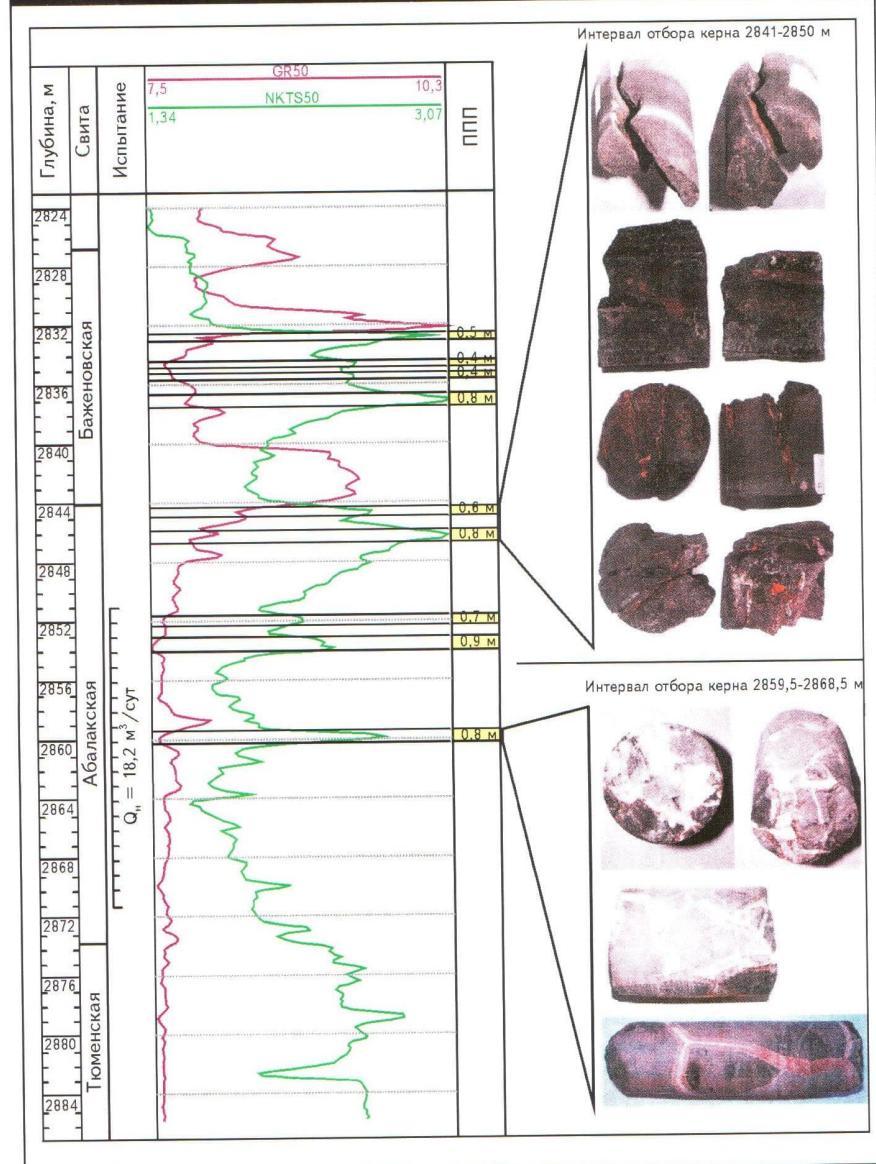
Поскольку прогноз типа разрывного нарушения – отрыва или сдвига (скола) – связан с нахождением предельных значений разрушающих напряжений в моделируемых объектах, на диаграммах наносились оба возможных их вида, образование кото-

рых зависит от конкретной геологической обстановки: при одностороннем сжатии прогнозируются сколы и отрывы, в зонах растяжения — отрывы, в зонах сдвигания — сколы и отрывы, что подтверждается возникновением последних в моделях по прогнозируемым направлениям.

В качестве примера рассмотрим результаты оптико-поляризационного моделирования, полученные с использованием сейсмовременного разреза (см. рис. 8, A). На этой модели имитируется рост трех антиклинальных блоков. В результате вздыбления первых двух в оптической модели сформировались фотоизохроматическая картина распределения напряжений над каждым из поднятий и две изотропные точки между ними в средней и нижней частях модели (см. рис. 8, B). После завершения роста третьего блока, полученная окончательная фотоизохроматическая картина обрабатывалась, в результате чего строилась графическая интерпретация распределения напряжений в этой модели (см. рис. 8, B). Полученные результаты свидетельствуют о том, что над вершинами антиклинальных блоков должны формироваться зоны трещин отрыва, имеющие субвертикальную ориентацию либо сколово-сдвиговые дислокации, ориентированные примерно под  $45^\circ$  к траекториям трещин отрыва (см. рис. 8, B).

Между поднятиями формируются по две зоны низких и нулевых (в их центре) напряжений, где касательные напряжения равны нулю, а нормальные одинаковы во всех направлениях (см. рис. 8, B). Замечательным свойством этих (изотропных) точек является то, что при переходе через них нормальные напряжения изменяют свое направление на  $90^\circ$ , т.е. если над изотропной точкой они имели субвертикальное направление, то под ней — субгоризонтальное (см. рис. 8, B). По этой причине если над вершинами антиклинальных блоков про-

Рис. 6. ПРИМЕР ВЫДЕЛЕНИЯ ППП В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТ (по [9])

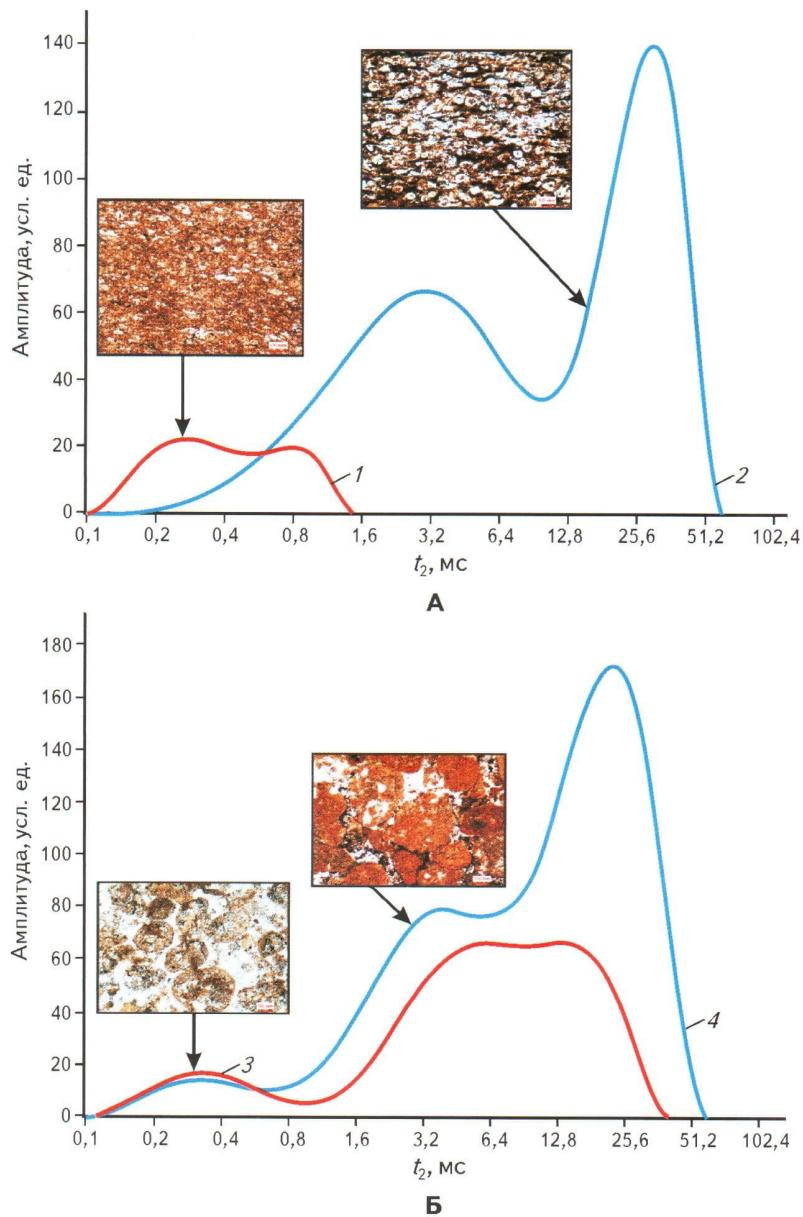


Назымская площадь, скв. 3000-Р

зируются субвертикальные трещины отрыва, как уже отмечалось, то между антиклинальными блоками должны возникать трещины отрыва, имеющие субгоризонтальное направление (см. рис. 8, B). Лишь в самом основании модели (под нижними изотропными точками) можно ожидать формирование трещин отрыва, имеющих субвертикальную ориентацию (см. рис. 8, B) [8].

В тектоноседиментационной модели, построенной по тому же сейсмовременному разрезу, а также в ее основании находится три антиклинальных блока (см. рис. 8, Г) [8]. Модель строится исходя из литолого-стратиграфической колонки моделируемых отложений с соблюдением принципа геометрического подобия (толщин слоев различного состава). Для моделирования кар-

**Рис. 7. СПЕКТРЫ ЯМР И ФОТОГРАФИИ ПРОЗРАЧНЫХ ШЛИФОВ СИЛИЦИТОВ И РАДИОЛЯРИТОВ (А), КОПРОЛИТОВЫХ ФОСФОРИТОВ И ИЗВЕСТНЯКОВ (Б)**



А – Тортасинский лицензионный участок, Б – Пальяновская площадь; 1 – силицит,  $K_{\text{п}} = 2,7 \%$ , 2 – радиоларит,  $K_{\text{п}} = 11,4 \%$ ; копролит: 3 – карбонатный,  $K_{\text{п}} = 4,4 \%$ , 4 – фосфоритовый,  $K_{\text{п}} = 14,9 \%$

бонатных и кремнистых (компетентных) слоев используется цемент или алебастр, имеющие для удобства наблюдения за ними белый цвет (см. рис. 8, Г).

Седиментационная модель, в отличие от оптико-поляризацион-

ной, не дает возможности изучать распределение напряжений в модели и прогнозировать пространственную ориентацию трещин, но позволяет исследовать закономерности перемещения осадков, механизм формирования трещин, а так-

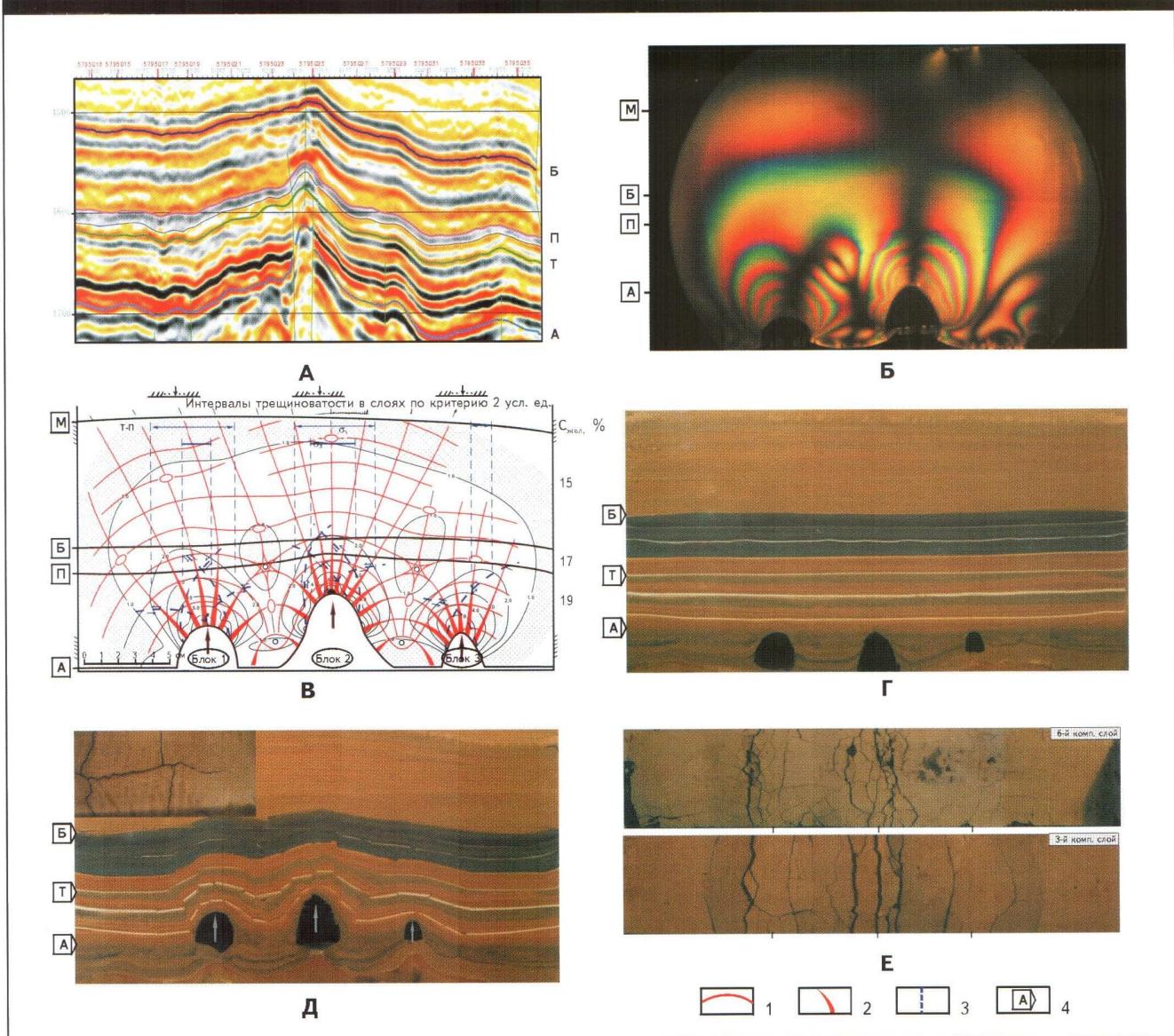
же определять их плотность в модели в результате роста антиклинальных блоков (см. рис. 8, Д).

Следует отметить, что предсказанные по анализу напряжений в оптической модели направления распространения трещин и их плотность подтвердились в седиментационной модели, а именно: в осадках над антиклинальными блоками в компетентных слоях сформировались субвертикальные трещины, плотность которых по мере удаления от их вершин закономерно уменьшается (см. рис. 8, Д). В межблочном пространстве отмечается формирование субгоризонтальных трещин, что особенно хорошо видно между первым и вторым блоками (см. рис. 8, Д). Зоны разуплотнения, формирующиеся над антиклинальными блоками вследствие их роста и раздвижения перекрывающих их осадков в стороны, в случае достаточно большой их амплитуды выходят на поверхность модели в виде трещин или в форме просадки, в зависимости от механических свойств осадков, лежащих на поверхности модели (см. рис. 8, Д).

Для изучения закономерностей изменения ориентации и формы трещин, а также их плотности на единицу площади модели, протяженности и раскрытия в зависимости от формы антиклинальных блоков, их амплитуды и размеров (по горизонтали) модели после окончания моделирования послойно разбирались, а компетентные слои, имитирующие карбонатные и кремнистые пласты, тщательно препарировались (см. рис. 8, Е). Затем строились зависимости плотности трещин, трещинной "пористости" от амплитуды антиклинальных блоков, их размеров, которые использовались для прогноза плотности трещин и величины пустотного пространства в них по имеющимся сейсмическим данным для построения прогнозных карт [6, 8-10].

Наиболее надежные зависимости получаются при анализе резуль-

Рис. 8. ФРАГМЕНТ СЕЙСМОВРЕМЕННОГО РАЗРЕЗА В ИНТЕРВАЛЕ КРОВЛИ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА – ДАНИЛОВСКАЯ СВИТА СЛАВЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (А) И ПОСТРОЕННЫЕ НА ЕГО ОСНОВЕ ОПТИКО-ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ (Б, В) И ТЕКТОНОСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ (Г–Е) МОДЕЛИ (по [8])



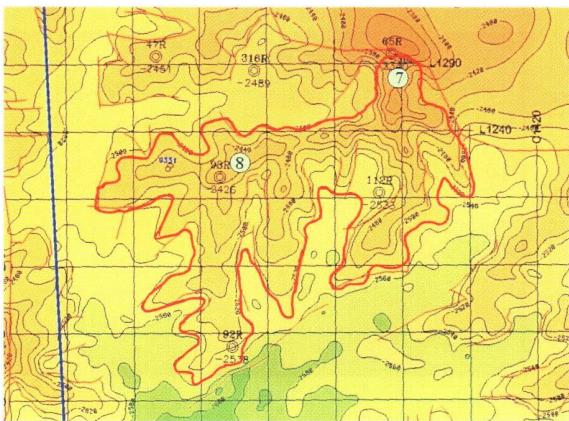
*Б* – фотоизохроматическая картина распределения касательных напряжений в многослойной разноденситетной модели после роста первого и второго антиклинальных блоков, *В* – графическая интерпретация фотоизохроматической модели после роста всех трех блоков, седиментационная модель: *Г* – до начала роста поднятий, *Д* – после завершения воздымания всех трех антиклинальных блоков (на врезке фотография поверхности модели с возникшей на ней сетью трещин, сформировавшихся после роста правого блока), *Е* – распределение трещин в 3-м и 6-м компетентных слоях той же модели; 1 – уровни касательных напряжений; 2 – положение трещинных зон разрывного типа и их ориентация в пространстве; 3 – прогнозируемое расположение сколово-сдвиговых дислокаций; 4 – сейсмоотражающие горизонты

татов проведения трехмерного тектоноседиментационного моделирования, когда используются трехмерные модели интересующих участков того или иного месторождения, построенные по структурной

карте доюрского основания (см. рис. 9, *А, Б*). Как в случае двухмерного седиментационного моделирования, после окончания моделирования роста трехмерного антиклинального поднятия компетент-

ные слои, входившие в состав модели, тщательно препарируются и в каждом из них анализируются линейная плотность трещин, их раскрытие, длина, величина трещинной (двухмерной) "пористости" (см.

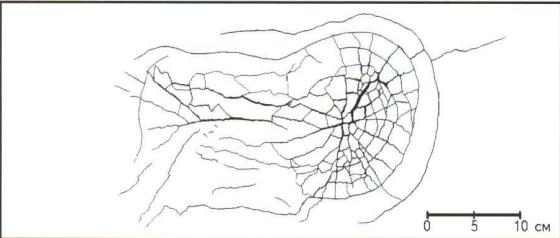
Рис. 9. ФРАГМЕНТ СТРУКТУРНОЙ КАРТЫ КАМЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО КРОВЛЕ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА (А) И ФОТОГРАФИЯ ТРЕХМЕРНОЙ АНТИКЛИНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ, ПОСТРОЕННОЙ НА ЕЕ ОСНОВЕ (Б)



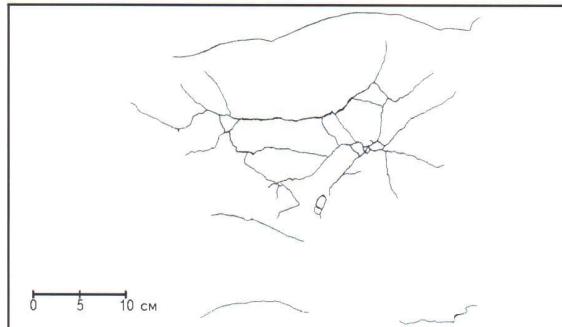
А



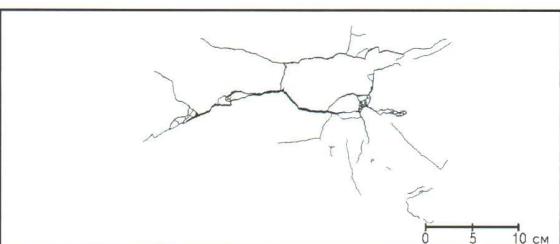
Б



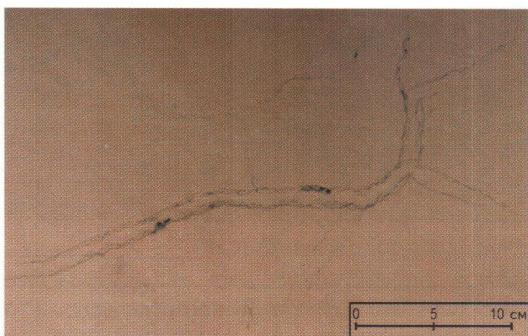
В



Г



Д



Е

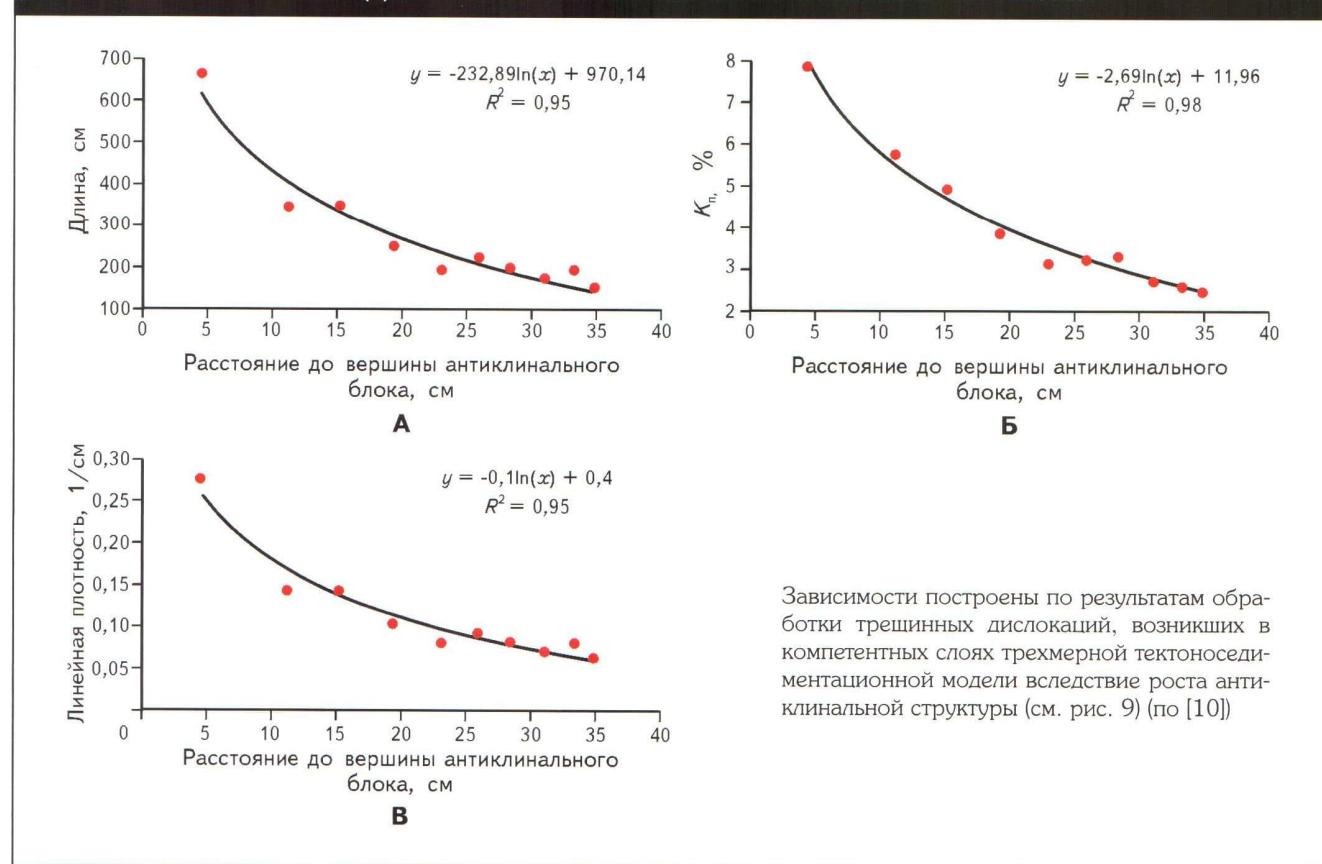
В, Г, Д – результаты препарации 2-го, 6-го и 11-го компетентных слоев, входивших в состав трехмерной седиментационной модели с распределением в них трещин, возникших вследствие роста антиклинальной структуры, Е – фотография поверхности трехмерной модели с вышедшей на нее зоной разуплотнения (просадки) по [10]

рис. 9, В-Д). Аналогично двухмерному моделированию, в трехмерных моделях, при достаточно большой амплитуде росшего антиклинального блока, на ее поверхности мо-

жет наблюдаться просадка осадков, фиксирующая границы зоны разуплотнения (см. рис. 9, Е). Если сопоставить расположение такой просадки с тем же участком на то-

пографической карте района, в пределах которого осуществлялось трехмерное седиментационное моделирование, то часто оказывается, что этим зонам просадки отвечают

**Рис. 10. ЗАВИСИМОСТЬ ДЛИНЫ ТРЕЩИН (А), ТРЕЩИННОЙ (ДВУХМЕРНОЙ) ПОРИСТОСТИ (Б) И ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ТРЕЩИН (В) ОТ РАССТОЯНИЯ ДО ВЕРШИНЫ АНТИКЛИНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ**



Зависимости построены по результатам обработки трещинных дислокаций, возникших в компетентных слоях трехмерной тектоноседиментационной модели вследствие роста антиклинальной структуры (см. рис. 9) (по [10])

руслы рек или ручьев или цепочки мелких озер [10]. Например, зона разуплотнения, выявленная в пределах участка сейморазведки 3D в пределах Ем-Еговского месторождения, достигла дневной поверхности и ей соответствует русло р. Ем-Ега. Именно поэтому все скважины, пробуренные на бажено-абалакский комплекс, расположенные в непосредственной близости от реки, оказались высокодебитными (Зубков М.Ю., Бондаренко П.М., 1992).

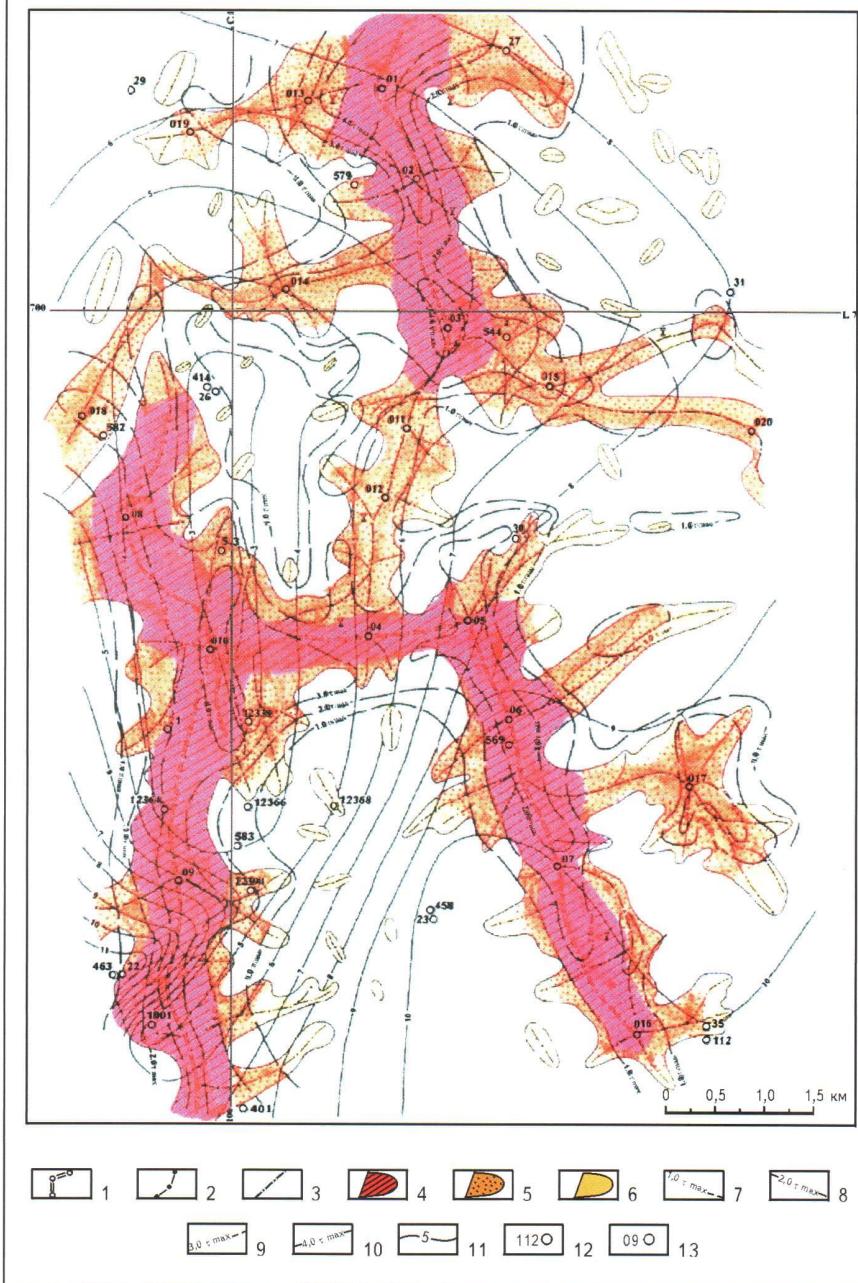
Зависимости длины трещин, трещинной "пористости", линейной плотности трещин, с одной стороны, от расстояния до вершины антиклинального блока, с другой – построенные на основе анализа результатов трехмерного моделирования, очень надежные и имеют высокие коэффициенты детерминации (рис. 10). Используя обсуждае-

мые зависимости, полученные на основе двух- и трехмерного седиментационного моделирования, а также результаты сейморазведочных работ, строятся структурно-прогнозные карты-схемы размещения трещинных коллекторов тектоногидротермального происхождения в бажено-абалакском комплексе, на которых выделяются участки различной степени перспективности, а в наиболее перспективных участках намечаются места расположения проектных скважин (рис. 11).

В заключение необходимо отметить, что по крайней мере два критерия для оценки перспектив бажено-абалакского комплекса, предложенные группой ученых, придерживающихся первой модели образования коллекторов в верхненюрских отложениях, могут быть также использованы и в рассматри-

ваемом варианте, основанном на комплексировании данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования. Во-первых, требования к гидродинамической изоляции бажено-абалакского комплекса от проникаемых отложений являются вполне разумными, так как в противном случае генерируемые баженовской свитой УВ легко эмигрируют в ближайшие к ней песчано-алевритовые отложения, что в действительности и наблюдается в восточной половине Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, где баженовская свита почти непосредственно (если не считать маломощную георгиевскую свиту) налагает на васюганские песчаники [2, 10, 11, 13]. По этой причине отложения баженовской свиты, распространенные в восточной половине Западно-Сибирского бассейна

Рис. 11. СТРУКТУРНО-ПРОГНОЗНАЯ СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ ТРЕЩИННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В БАЖЕНОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТАХ ВОСТОЧНО-ПАЛЬЯНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (по [5])



1 – оси поднятий (амплитуда), м: 2 – главных (> 120), 3 – второстепенных (60-120); 4 – малоамплитудных или внеродственных (10-60); зоны деструкции и формирования вторичных коллекторов, выделенные по плотности трещинноватости в компетентных слоях абалакской (Ab) и баженовской (B) свит в тектоноседиментационных моделях; 5 – высокоперспективные, 6 – перспективные, 7 – малоперспективные; границы зон вероятного трещиннообразования и объемного разуплотнения пород в компетентных слоях Ab и B, выделенные по уровням касательных напряжений в поляризационно-оптических моделях: 8 – низкие и нулевые, 9 – средние, 10 – высокие, 11 – критические; 12 – изопахиты суммарной толщины ППП, м; скважины: 12 – пробуренные, 13 – проектные

(начиная примерно с западного склона Сургутского свода), являются бесперспективными.

Во-вторых, повышенные значения современных пластовых температур по кровле отложений баженовской свиты также весьма важный и информативный признак. Он обозначает места протекания сравнительно недавних (в масштабе геологического времени) процессов тектоногидротермальной активизации, а значит, косвенно указывает на участки, где возможно происходило формирование трещинных и трещинно-кавернозных коллекторов в бажено-абалакском комплексе.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Коллекторы в отложениях баженовской и абалакской свит имеют вторичное (тектоногидротермальное) происхождение и образуются в прочных, но хрупких разновидностях пород – ППП.

2. К ППП относятся кремнистые (в том числе силициты, радиоляриты) и карбонатные литологические типы, а также переходные между ними (кремнисто-карбонатные) разновидности пород, с известной долей условности к ним можно отнести и фосфоритовые копролиты.

3. В результате тектонического дробления и последующей гидротермальной проработки ППП, в них формируются трещинные (в кремнистых разновидностях) и трещинно-кавернозные (в карбонатных разновидностях пород) типы вторичных коллекторов.

4. В фосфоритовых и карбонатных копролитах частично сохраняется первичная псевдогранулярная емкость, к которой добавляется вторичная трещинно-кавернозная, сформированная тектоногидротермальными процессами.

5. Участие гидротермальных флюидов в формировании вторичных коллекторов подтверждается присутствием на поверхности эпигенетических трещин и каверн разнообразных новообразованных мине-

ралов в форме хорошо ограненных кристаллов, таких как кварц, каолинит (диккит), кальцит, доломит, барито-кальцит, апатит, ангидрит, барит, бариевый полевой шпат (цельциан), сульфидов – пирит, галенит, никколит или миллерит ( $NiS$ ) и самородного никеля, а также пленок и агрегатов сильно метаморфизованных хрупких и пластичных битумов, имеющих почти черный цвет.

6. Судя по образующимся минеральным ассоциациям, а также результатам термобарогеохимических исследований, гидротермальные флюиды относятся преимущественно к средне- и низкотемпературным, характеризуются низкими значениями  $pH$  (кислая среда) и  $Eh$  (окислительные условия).

7. Выделение ППП в разрезах скважин в интервале залегания бажено-абалакского комплекса можно проводить с использованием комплекса ядерно-физических, акустических и электрических геофизических методов.

8. Для выделения в разрезе верхнеюрских отложений нефтенасыщенных интервалов и оценки их емкостных свойств предлагается использовать ЯМК, так как по результатам исследований спектров ЯМР, полученных в лабораторных условиях на образцах баженовской свиты, спектры “сухих” образцов однозначно отличаются от таковых, принадлежащих нефтенасыщенным образцам.

9. Прогноз зон распространения вторичных (тектоногидротермального происхождения) коллекторов осуществляется путем комплексирования геолого-геофизических данных, результатов сейсморазведки и тектонофизического моделирования.

10. С помощью оптико-поляризационного метода определяются участки с повышенными концентрациями напряжений, уточняется ориентация трещин в пределах этих участков и расположение изотропных точек.

11. При помощи двухмерных и трехмерных тектоноседиментационных моделей изучается механизм формирования трещин, определяется их плотность, раскрытие, величина трещинной “пористости” в зависимости от расстояния компетентных пластов (аналоги ППП) до вершины антиклинальных блоков в фундаменте.

12. На основе комплексирования результатов сейсморазведки и данных тектонофизического моделирования строится прогнозная карта-схема расположения зон вторичной трещиноватости различных категорий перспективности и намечаются места для бурения разведочных скважин.

13. При использовании метода гидроразрыва пласта для интенсификации добычи нефти из бажено-абалакского комплекса необходимо учитывать ориентацию природной (тектоногенной) трещиноватости, так как трещины гидроразрыва будут ориентироваться в соответствии с системой трещин, заложенных самой природой; более того, предлагаемая методика поисков УВ-залежей в бажено-абалакском комплексе, по сути, выделяет зоны дробления, возникшие благодаря тектоногидротермальным процессам, которые являются в известном смысле аналогичными методу гидроразрыва пласта, широко используемому разработчиками для повышения нефтеотдачи “сложных” геологических объектов.

## Литература

- Белкин В.И.** Модель коллекторов нефти баженовской свиты Салымского месторождения / В.И.Белкин, Е.П.Ефремов, Н.Д.Каптелинин // Нефтяное хозяйство. – 1983. – № 10.
- Гуарари Ф.Г.** Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири / Ф.Г.Гуарари, И.Ф.Гуарари // Геология нефти и газа. – 1974. – № 5.
- Добрынин В.М.** Коллектор нефти в нефтематеринских глинистых толщах / В.М.Добрынин, В.Г.Мартынов // Геология нефти и газа. – 1979. – № 7.
- Дорофеева Т.В.** Особенности формирования коллекторских свойств баженовской свиты Салымского месторождения / Т.В.Дорофеева, Б.А.Лебедев, Т.В.Петрова // Геология нефти и газа. – 1979. – № 9.
- Зубков М.Ю.** Литолого-petрофизическая характеристика отложений баженовской и абалацкой свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 12.
- Зубков М.Ю.** Прогноз углеводородных залежей в трещинных коллекторах баженовской и абалацкой свит Восточно-Пальяновской площади на основе результатов сейсморазведки и тектонофизического моделирования / М.Ю.Зубков, П.М.Бондаренко, Я.А.Трухан и др. // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск: Путинедь, 2000.
- 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.

## RESERVOIRS IN THE BAZHENO-ABALAK COMPLEX OF THE WESTERN SIBERIA AND METHODS OF FORECASTING ITS SPREAD

Zubkov M.Yu. (OOO "West Siberian Geologic Centre")

Present opinions on the mechanisms of reservoir formation in the Bazheno-Abalak complex were considered, and the proofs of its secondary (tectonic-hydrothermal) mode of formation were adduced. Lithologic types of rocks called potential productive were distinguished, in which reservoirs formation is possible. The method of hydrocarbon deposit prediction in the Bazheno-Abalak complex was proposed based on complexation of seismic survey data and tectonic and physical modeling.

**Key words:** reservoirs; Bazheno-Abalak complex; hydrocarbon prediction.

**8. Зубков М.Ю.** Прогноз углеводородных залежей на основе тектоно-физического моделирования на примере Славинского месторождения / М.Ю.Зубков, Я.А.Пормайстер, В.И.Николюк // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Седьмая научно-практическая конференция): в 2-х т. Т. I. — Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2004.

**9. Зубков М.Ю.** Прогноз продуктивных зон в отложениях баженовской и абалакской свиты Средненазымского лицензионного участка / М.Ю.Зубков, М.В.Каган, Р.Д.Вокин и др. // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. Т.2 (Одннадцатая научно-практическая конферен-

ция). — Ханты-Мансийск: ИздатНаука-Сервис, 2008.

**10. Зубков М.Ю.** Комплексирование геолого-геофизических и тектоно-физических данных с целью прогнозирования углеводородных залежей в бажено-абалакских отложениях (Западная Сибирь) // Горные ведомости. — 2014. — № 1 (116).

**11. Коллекторы нефти** баженовской свиты Западной Сибири / Под ред. Т.В.Дорофеевой. — Л.: Недра, 1983.

**12. Нестеров И.И.** Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа. — 1979. — № 10.

**13. Скоробогатов В.А.** Некоторые критерии перспектив нефтегазо-

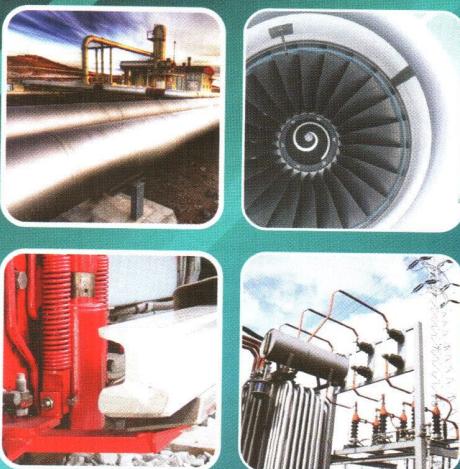
носности баженовской свиты Западной Сибири / В.А.Скоробогатов, С.Г.Краснов // Геология нефти и газа. — 1984. — № 3.

**14. Скрылев С.А.** Опыт и проблемы применения геофизических методов при изучении залежей нефти в абалакской свите Красноленинского месторождения / С.А.Скрылев, А.И.Чуйко, М.Ю.Зубков // Научно-технический вестник "Каротажник". — Тверь: Герс, 1997. — Вып. 41.

© М.Ю.Зубков, 2014

Михаил Юрьевич Зубков,  
директор,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
ZubkovMYu@mail.ru.

14-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



Получите  
электронный билет!  
[www.ndt-russia.ru](http://www.ndt-russia.ru)

0+  
РЕКЛАМА



17-19  
ФЕВРАЛЯ 2015

Место проведения:

**МОСКВА  
КРОКУС ЭКСПО**

Организаторы:



Тел. +7 (812) 380 6002/00  
факс +7 (812) 380 6001  
ndt@primexpo.ru