

На правах рукописи

**Красноярова Наталья Алексеевна**

**ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НИЖНЕЙ ЮРЫ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

25.00.09 – геохимия, геохимические методы  
поисков полезных ископаемых

Автореферат на соискание ученой степени  
Кандидата геолого-минералогических наук

Томск 2007

Работа выполнена в Институте химии нефти Сибирского отделения Российской Академии наук

Научный руководитель: доктор химических наук Серебrenникова О.В.

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук  
Запивалов Н.П.

доктор геолого-минералогических наук  
Карасева (Белоконь) Т.В.

Ведущая организация: ФГУП «СНИИГГиМС» (г. Новосибирск)

Защита состоится «23» мая 2007 г. в 16.30 ч. на заседании Диссертационного совета Д212.269.03 при Томском политехническом университете по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Томского политехнического университета

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Растущее энергопотребление и в двадцать первом веке обеспечивается в основном за счет природных ресурсов и, прежде всего, нефти и газа. В крупнейшей нефтедобывающей Западно-Сибирской провинции основные разведанные запасы УВ связаны с отложениями верхней юры, а в центральных и северных районах – нижнего и верхнего мела. Эти нефтегазоносные комплексы (НГК) достаточно хорошо изучены, тем не менее, отмечается истощение этого источника и постепенное снижение, особенно в последнее десятилетие, добычи нефти из этих отложений. Для стабилизации добычи нефти и газа необходимо вовлечение в освоение дополнительных нефтегазоносных этажей с высокими прогнозными запасами углеводородов.

В качестве новых НГК, способных стабилизировать уровень добычи углеводородного сырья в Западной Сибири, в последние годы рассматриваются нижний и среднеюрский. Однако слабая изученность этого комплекса затрудняет поиск новых залежей в этих отложениях. Поэтому весьма актуальным является анализ особенностей состава рассеянного органического вещества (РОВ) пород и нефтей нижней юры, закономерностей его изменения по площади и разрезу. Такие исследования позволят оценить перспективность отдельных участков территории по совокупности химических и геологических показателей, прогнозировать состав углеводородных флюидов на поисковых площадях.

Цель работы: Установить закономерности распространения и состава органического вещества по разрезу и простирацию нижнеюрских отложений Западной Сибири

### Задачи исследования:

- Изучить содержание и состав рассеянного органического вещества пород нижней юры по горизонтам и направленность их изменения по разрезу и простирацию;
- изучить закономерности в распространении отдельных хемофоссилий: металлопорфиринов и перилена, изменении индивидуального состава фенантронов, изопреноидных и нормальных алканов в РОВ и нефтях;
- определить степень термической преобразованности, фациально-генетическую принадлежность ОВ;
- исследовать влияние территориальной зональности, термической зрелости и фациальных условий накопления исходного ОВ на состав алифатических УВ, распределение в РОВ металлопорфиринов и перилена;
- провести сопоставление параметров состава хемофоссилий нефтей и РОВ и определить источник, генерировавший рассмотренные нефти.

Фактический материал. В основу диссертационной работы положены материалы личных исследований автора, полученные им в ходе выполнения научно-

исследовательских работ Института химии нефти СО РАН по темам: «Изучение преобразований компонентов нефтей и органического вещества пород при термическом созревании», «Изучение влияния фациальных условий формирования современных и древних осадочных толщ на состав рассеянных в них и концентрированных форм органического вещества», а также хоздоговорных работ. При выполнении работ была отобрана представительная коллекция образцов кернa нижней юры из кернохранилищ нефтегазоразведочных экспедиций Западной Сибири (более 250 образцов). Исследования состава и распределения ОВ в породах нижней юры различных районов Западно-Сибирской НГП выполнены автором в составе лаборатории природных превращений нефти Института химии нефти СО РАН под руководством д-ра хим. наук, профессора Серебренниковой О.В. Со-руководителем работ до своей безвременной кончины являлся д-р геол-мин. наук Казаков А.М. (СНИИГТиМС, г. Новосибирск). В процессе исследования выполнено более 1700 анализов содержания и состава РОВ и 54 анализа состава хемофоссилий нефтей.

#### Научная новизна.

- Впервые получен и обобщен большой аналитический материал по распределению широкого круга органических соединений в рассеянном органическом веществе и нефтях нижней юры Западной Сибири. Получены данные о составе фенантронов, изопреноидных и нормальных алканов, количественном содержании металлопорфиринов и перилена по разрезу и площади распространения нижнеюрских отложений исследуемого региона;
- Выявлены общие закономерности в составе алканов, распространении металлопорфиринов и перилена в рассеянном органическом веществе и нефтях нижней юры на территории Западной Сибири, а также условия, определяющие их наличие и состав.
- Установлена вертикальная зональность в распределении металлопорфиринов и изменении состава алканов, связанная с колебаниями уровня Мирового океана.
- Показана дискретность накопления металлопорфиринов и перилена при термическом созревании ОВ, обусловленная стадийностью процесса генерации битуминозных компонентов керогеном.
- На основе комплекса геохимических параметров проведена корреляция потенциально нефтематеринских пород и нефтей и определены наиболее вероятные источники формирования изученных скоплений.

Практическая значимость. Проведенное комплексное исследование является составной частью изучения состава РОВ и нефтей Западной Сибири. Полученные данные могут быть использованы при поисково-разведочных работах, стратификации и для создания карт нефтегазогеологического, фациального и палеогеографического районирования, по-

звolyающих решать практические задачи в различных областях нефтяной геологии и геохимии. Полученные данные в совокупности с другими методами способствуют получению более точных оценок ресурсного потенциала территории.

Данные о характере распределения металлопорфиринов, периленов, составе алканов и фенантронов использованы при нефтегазoгеологическом районировании юго-востока Западной Сибири и дифференциации земель по их перспективности.

Полученные данные о характере распределения хемофоссилий могут быть использованы для проведения корреляции нефть-порода на различных месторождениях, уточнения их геологического строения и повышения эффективности работ по разведке месторождений.

Материалы диссертации использованы в отчетах по х/д с Комитетом природных ресурсов по Томской области: «Стратиграфия, литолого-фациальные и геохимические критерии нефтегазоносности юрских отложений Томской области» (Всероссийские геологические фонды, 2000); «Оценка перспектив выявления залежей углеводородов нижнесреднеюрского комплекса отложений с разработкой рекомендаций по наращиванию минерально-сырьевой базы Томской области» (Всероссийские геологические фонды, 1997) «Исследование закономерностей в составе углеводородов нефтей, газо-конденсатов и природных битумов» (Отчет по НИР, № гос. регистрации 02960002086, 1996) и «Изучение трансформации индивидуальных компонентов ОВ пород в процессе нефтеобразования» (Отчет по НИР, № гос. регистрации 02960001534, 1996).

#### Защищаемые положения

- количественное содержание и состав РОВ в пределах отдельных фациальных зон и стратиграфических подразделений нижней юры Западно-Сибирской НГП свидетельствует о перспективности обнаружения в этих отложениях новых залежей нефти на большей части исследованной территории,
- полученные данные о влиянии на распределение в РОВ металлопорфиринов, перилена и состав алканов территориальной зональности, термической зрелости и фациальных условий накопления исходного ОВ свидетельствует о целесообразности использования комплекса этих геохимических параметров для реконструкции обстановок седиментогенеза исследуемых отложений;
- сравнительный анализ параметров состава хемофоссилий нефтей и РОВ в разрезе нижнеюрского НГК на юго-востоке Западной Сибири показывает их генетическую близость и соподчиненность.

Апробация работы. Основные результаты работ были доложены на 12 международных конференциях и симпозиумах, в том числе на 17-ой, 18-ой и 20-ой Organic Geochemistry International Meeting (Spain, 1995 г.; Maastrich, 1997 г.; France, 2001 г.); 3-ей и 4-ой Международных конференциях по химии нефти (Томск, ИХН СО РАН, 1997 и 2000 г.г.); Международных симпозиумах «Углеродсодержащие формации в геологической истории» (Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1998 и 2000 г.г.); Совещании «Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири» (Новосибирск, 1999 г.); 3-ей Международной конференции «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа» (Москва, МГУ, 1999 г.); Региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России (Томск, 2000 г.); Международной конференции «Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности» (Когалым, 2001 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 25 работ, в том числе 5 статей в отечественных журналах («Нефть и газ», 1999 г.; «Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений» 1997, 1999 гг.; «Нефтехимия» 1999, 2002 г.). Материалы и результаты исследований включены в 2 научных отчета, зарегистрированных ВИНТИ (1997 г.), и 2 отчета с Комитетом природных ресурсов по Томской области (фонды СНИИГГиМС, 1997 г.; Всероссийские геологические фонды, 2000 г.).

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка приложения и литературных источников. Работа содержит 135 страницы машинописного текста, 63 рисунка, 4 таблицы, приложение, перечень литературных источников из 137 наименований..

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **Глава 1 Состояние проблемы и обзор исследований хемофоссилий рассеяного органического вещества пород и нефтей Западной Сибири.**

В главе дается анализ современного состояния исследований состава и распространения хемофоссилий – металлопорфиринов, перилена, нормальных и изопреноидных алканов в РОВ и нефтях, данных о распределении и составе ОВ в породах Западной Сибири. Большой вклад в решение вопросов генезиса и закономерностей накопления в осадочной тоще отдельных представителей хемофоссилий внесли E.W. Baker, G.W. Louda, R.Alexander, R.I. Kagi, R.H.Filby, G.J. Van Berkel, D.M. McKirdy, Ал.А. Петров, В.В. Ильинская, П.Я. Деменкова, Т.В. Белоконь, О.В. Серебренникова, А.Н. Гусева, М.В. Дахнова, Г.Н. Гордадзе, О.А. Баженова, М.Г. Фрик, Н.В. Лопатин, А.В. Рыльков и др. Показано, что присутствие в ОВ комплексов порфиринов с ванадилем указывает на преимущественно морской генезис ОВ и восстановительные условия при осадконакоплении. Наличие никелевых порфиринов свидетельствует об отсутствии сероводородного заражения придон-

ных вод при седиментации и раннем диагенезе ОВ. Перилен, широко распространенный в озерах, встречается также в прибрежных районах морей. Соотношение изопреноидных углеводов пристана и фитана может быть использовано для оценки окислительно-восстановительных условий в бассейне седиментации. Следует, однако, учитывать, что наряду с окислительной средой, повышенное содержание пристана в осадках может быть обусловлено существенным вкладом в ОВ зоопланктона и биомассы бактерий. Состав *n*-алканов характеризует участие в формировании состава ОВ отдельных биопродуцентов. Основными углеводородами фитопланктона являются  $C_{15}$  и  $C_{17}$  *n*-алканы. Для наземной растительности характерно преобладание  $C_{27}$ ,  $C_{29}$  и  $C_{31}$  *n*-алканов. В прибрежно-морских водорослях преобладают  $C_{21}$ ,  $C_{23}$  и  $C_{25}$  гомологи. Следовательно, анализ рассмотренного набора хемофоссилий позволяет судить о фациально-генетической природе присутствующего в породах ОВ.

Для определения степени термической зрелости ОВ и нефтей М. Radke, Н. Butsiniski, Р. Garrigues, предложено использовать расчетную отражательную способность витринита ( $R_c$ ), основанную на различии в термической стабильности отдельных изомеров метилфенантронов. Этот показатель был опробован на большом количестве образцов пород Германии и показал хорошую сходимость с отражательной способностью витринита, определенной оптическим методом.

Исследованию состава и распределения различных классов органических соединений в РОВ и нефтях Западной Сибири посвящены многочисленные работы А.Э. Конторовича, О.Ф. Стасовой, М.М. Колгановой, И.В. Гончарова, Н.И. Ларичкиной, А.К. Головки В.С. Вышемирского, Н.П. Запивалова, А.Н. Гусевой, А.С. Фомичева, И.Д. Поляковой, А.Е. Андрусевича, Л.С. Борисовой, В.П. Даниловой, В.И. Москвина, Л.С. Озеранской, и др. Направленность изменения катагенеза ОВ в отдельных стратиграфических комплексах по территории Западной Сибири детально исследован А.Н. Фоминым. Тем не менее, анализ изученности РОВ и нефтей нижней юры Западной Сибири показывает, что имеющиеся данные характеризуют лишь локальные зоны, в пределах одного или нескольких месторождений. При этом рассматривается вся совокупность РОВ и нефтей, залегающих в тюменской свите (нерасчлененная нижняя и средняя юра). В то же время, современные материалы об условиях формирования отложений нижней и средней юры показывают различие в палеогеографических условиях их накопления. Это предполагает наличие отличительных признаков в составе РОВ и нефтей пород этих НГК и диктует необходимость раздельного исследования каждой совокупности.

На основании проведенного анализа литературных данных сформулированы основные цели и задачи диссертационной работы.

## 2 Методы исследования

Для геохимического исследования РОВ и нефтей использован комплексный подход, включающий различные варианты препаративной, аналитической хроматографии, методы экстракции и спектрофотометрический анализ, который позволил получить данные об особенностях количественного распределения в изучаемых объектах состава углеводородов и металлопорфиринов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общая схема выделения и исследования РОВ и нефтей

## 3 Геолого-геохимическая характеристика Западно-Сибирского НГП и объектов исследования

Приводятся тектоническая, литолого-стратиграфическая характеристики и схема фациального районирования изучаемого региона по данным В.С. Сурков и др., 1999; Ф.Г. Гурари и др., 2005. Показано, что нижняя юра Западной Сибири представлена чередованием трансгрессивных глинистых: левинский – lv и китербютский – kt (тогурская свита) и регрессивных песчано-алевритовых: зимний – zm, шараповский – sgr и надояхский – nd горизонтов. В раннеюрском седиментационном бассейне выделены три фациальные области (ФО): Ямало-Гыданская морская, Обь-Газовская переходная и Обь-Иртышская континентальная и 20 фациальных зон (ФЗ).

Анализом кернового материала в диссертационной работе охарактеризованы 12 фациальных зон по 74 площадям. Состав и распределение РОВ проанализировано в 252 образцах аргиллитов. Данные о составе хемофоссилий получены также для 35 образцов нефтей и нефтенасыщенных песчаников. Наиболее полно исследована юго-восточная часть

Западной Сибири. Схема размещения исследованных площадей на юго-востоке и в целом в Западной Сибири приведена на рисунке 2.

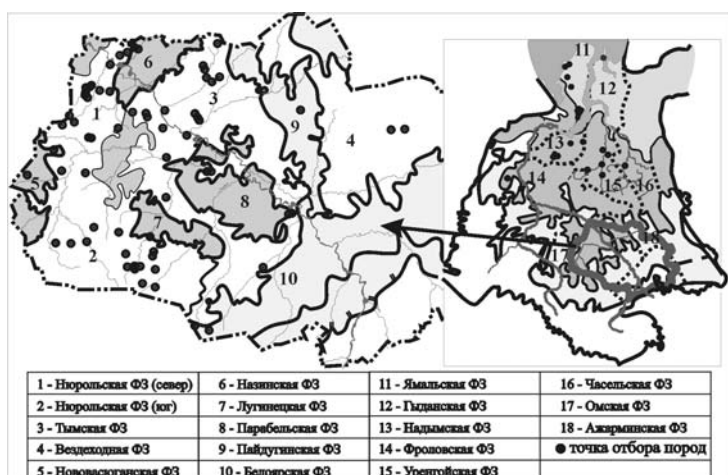


Рисунок 2 – Карта расположения скважин, исследованных на распределение и состав РОВ

Набор исследованных объектов, включающих РОВ и нефти, залегающие в пределах различных фациальных зон и горизонтов, накопившихся в период трансгрессии и регрессии моря позволил выявить общие закономерности в распространении металлопорфиринов и перилена, составе алканов ОВ

нижней юры, уточнить обстановки седиментогенеза на различных участках исследованной территории.

#### 4 Распределение и состав рассеянного органического вещества нижнеюрских отложений Западной Сибири

Общее содержание в породах ОВ и содержание его битуминозной составляющей (ХБ) варьирует по разрезу нижней юры и площади распространения отложений.

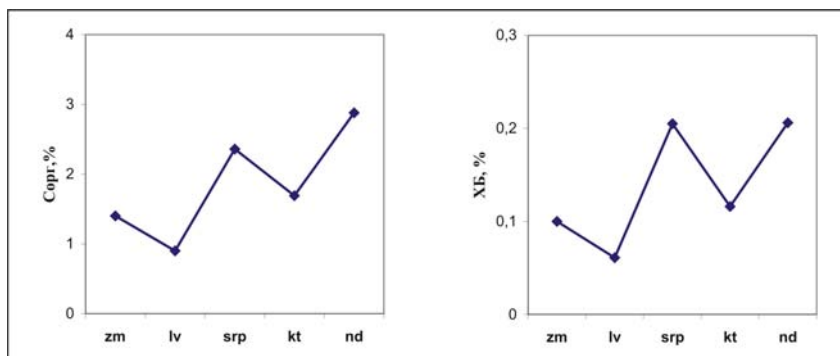


Рисунок 3 - Изменение средних значений содержания общего органического углерода и битуминозных компонентов по разрезу нижней юры

Отмечено возрастание средних значений Сорг и ХБ вверх по разрезу с падением концентрации в трансгрессивных глинистых, левинском и китербютском горизонтах (рисунок 3). По всем горизонтам фиксируется широкий разброс значений концентрации ХБ. Максимальные концентрации ХБ (>0,3 %) значительно чаще встречаются в регрессивных надояхском и шараповском горизонтах (рисунок 4). В зимнем горизонте высокая концентрация ХБ зафиксирована только в одном образце разреза Таркосалинской площади. Величина среднего значения битумоидного коэффициента ( $\beta$ ) растет вверх по разрезу нижней юры, резко увеличиваясь в надояхском горизонте, где при высокой концентрации битумоида, породы характеризуются низким содержанием Сорг. В латеральном плане мак-

симальные содержания Сорг и ХБ в глинистых породах резервуаров отмечаются в наиболее глубоководных зонах осадочного бассейна, а в глинистых покрывках и нефтематеринских толщах, наоборот, они концентрируются вокруг поднятий.

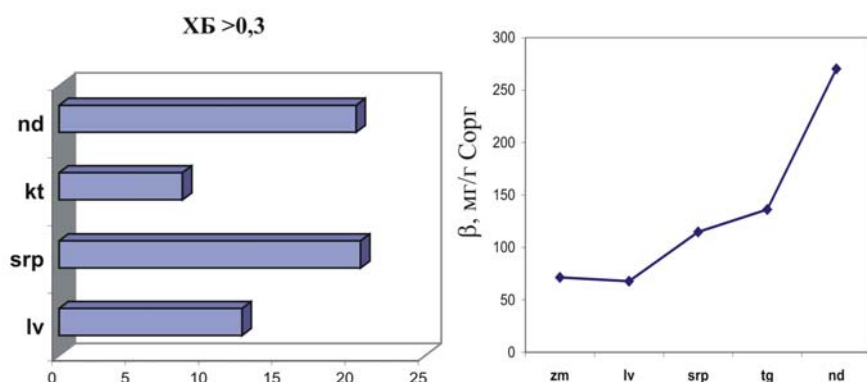


Рисунок 4 – Встречаемость повышенного содержания битумоида и изменение средних значений битумоидного коэффициента по разрезу нижней юры

В юго-восточной части Западной Сибири расчетная отражательная способность витринита колеблется в пределах градаций катагенеза МК<sub>2</sub> - МК<sub>3</sub> (рисунок 5). На основной части территории катагенез ОВ соответствует градации МК<sub>2</sub> (R<sub>c</sub> меняется от 0,65 до 0,85).

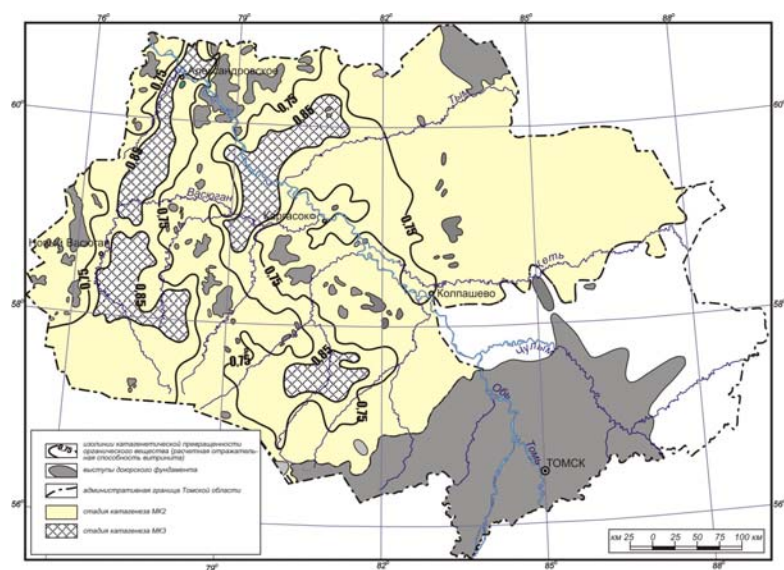


Рисунок 5 – Схема катагенетической преобразованности РОВ нижнеюрских отложений юго-востока Западной Сибири

Стадии МК<sub>3</sub> преобразованность ОВ достигает в пределах Колтогорского мегапрогиба, Бакчарской впадины, севера Нюрольской и запада Усть-Тымской впадин. Здесь же в породах глинистых (трансгрессивных) горизонтов фиксируются минимальные значения содержания Сорг и ХБ, что может быть следствием реализации породами нефтематеринского потенциала и эмиграции флюидов в проницаемые толщи. Зональность катагенеза РОВ на юго-востоке Западной Сибири, контролируется, видимо, главным образом тектоническим фактором и в меньшей степени глубинными процессами, связанными с зонами разломов. На севере Западной Сибири термическая преобразованность ОВ выше (в большинстве соответствует градации МК<sub>3</sub>), а в пределах Надымской ФЗ достигает апокатагенеза.

Процесс генерации нефти может быть отображен на графике зависимости битумоидного коэффициента ( $\beta$ ) от термической преобразованности ОВ. Поскольку различные типы ОВ генерируют нефтяные флюиды на различных отрезках шкалы преобразования, для построения эталонных кривых (рисунок 6) нами выбраны массивы, наиболее вероятно содержащие кероген, образованный водорослевым материалом, где в битумоидах преобладают  $C_{15}$  и/или  $C_{17}$  н-алканы (предположительно тип II). Второй массив характеризовался доминированием среди н-алканов  $C_{25}$  и/или  $C_{27}$  структур (тип III).

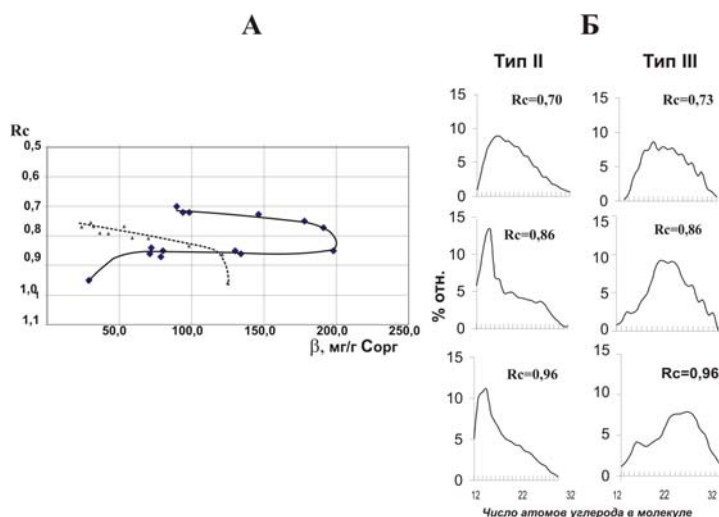


Рисунок 6 – Изменение битумоидного коэффициента (А) и состава алканов (Б) в зависимости от термической преобразованности ОВ китербютского горизонта (тогурской свиты)

Для первой группы образцов битумоидный коэффициент возрастает от  $R_c = 0,70$ , достигает максимума при  $R_c = 0,85$  и затем снижается. Для второй группы возрастание битумоидного коэффициента фиксируется при  $R_c = 0,73-0,75$ , а максимум нефтегенерации - при  $0,95$ . Состав н-алканов крайних точек кривой изменения  $\beta$  с возрастанием термической преобразованности ОВ показывает закономерное снижение количества высокомолекулярных алканов и “нечетных” гомологов, возрастание концентрации в смеси соединений с  $C_n < C_{15}$ . Сопоставление полученных результатов с литературными данными показывает, что наблюдаемый характер в изменении битумоидного коэффициента и состава н-алканов с ростом термической преобразованности типичен для керогенов II и III типов. Анализ данных о составе ОВ пород, для которых при определенных значениях  $R_c$  величина битумоидного коэффициента укладывается на одну из построенных эталонных кривых, показал, что для большинства образцов с керогеном типа II характерно наличие ванадилпорфиринов. Эти соединения присутствуют также в ОВ смешанного типа. Оба эти вида ОВ распространены в верхней части разреза тогурской свиты большинства исследованных площадей. Кероген типа III встречается в подошве свиты, а также на ряде площадей Тымской и севера Нюрольской ФЗ. Совокупность полученных данных свидетельствует об интенсивной генерации нефтяных флюидов породами тогурской свиты и позволяет прогно-

зировать открытие новых месторождений в нижнеюрском и палеозойском комплексах на территории ее распространения.

Следует отметить, что по термической зрелости и общему содержанию ОВ, в частности битуминозной составляющей, в качестве нефтегазопроизводящих могут рассматриваться не только китербютский глинистый горизонт, но и зональные и локальные глинистые толщи шараповского и надояхского резервуаров.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности обнаружения в отложениях нижней юры новых залежей нефти на большей части Западно-Сибирской НГП.

### **5 Закономерности распространения отдельных классов хемофоссилий в нижней юре Западной Сибири**

РОВ нижней юры характеризуется значительными вариациями в содержании металлопорфиринов и перилена, а также в составе алканов как по площади распространения, так и по разрезу отложений. Изменение в составе РОВ по площади Западной Сибири согласуется с различием в условиях осадконакопления, существовавших в нижней юре на отдельных участках территории. На севере Западно-Сибирской НГП, где на протяжении нижней юры существовал морской бассейн, и в отдельные периоды варьировала только глубина моря, значительных изменений по разрезу нижней юры в составе ОВ не наблюдается. В подавляющем большинстве исследованных образцов отсутствует перилен. Это соединение обнаружено только в одной точке разреза Южно-Часельской площади. В составе н-алканов в большинстве преобладают относительно низкомолекулярные или распределение бимодально с дополнительным максимумом, приходящимся на  $C_{23}$ - $C_{25}$ . Величина отношения П/Ф меняется в пределах отдельных фациальных зон незначительно с тенденцией снижения вниз по разрезу. Изменение глубины морского бассейна нашло свое отражение в распределении металлопорфиринов. Наличие этих соединений зафиксировано в породах Ямальской ФЗ, где они встречаются только в пределах трансгрессивных китербютского и левинского горизонтов. В осадках, накапливавшихся при обмелении морского бассейна, металлопорфирины отсутствуют. В разрезе трансгрессивных горизонтов содержание комплексов порфиринов с никелем в ОВ возрастает параллельно величине отношения пристана к фитану, а ванадилпорфирины встречаются только при  $P/F < 2,8$ .

На юго-востоке Западной Сибири в переходной между сушей и морем Обь-Тазовской ФО в соответствии со сменой периодов трансгрессии и регрессии моря по разрезу нижней юры варьирует, наряду с распределением металлопорфиринов, распространенность перилена и состав н-алканов. Наблюдается закономерное изменение по разрезу нижней юры параметра, отвечающего вкладу в исходный органический материал наземных растений –  $(C_{25}+C_{27})/2C_{20}$ . В периоды трансгрессии моря этот коэффициент снижает-

ся, а при отступлении моря – увеличивается (рисунок 7). Аналогично меняется распределение перилена.

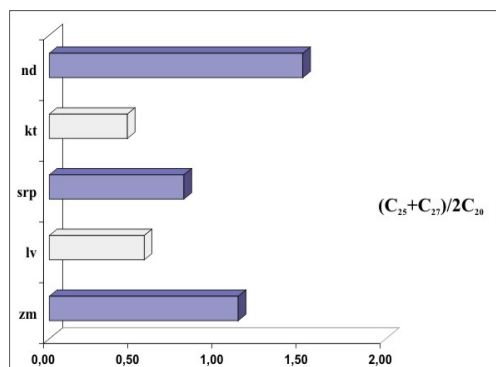


Рисунок 7 – Изменение состава n-алканов по разрезу нижней юры Западной Сибири

Это соединение присутствует в осадках Вездеходной ФЗ и на юге Нюрольской ФЗ с частотой встречаемости резко возрастающей при переходе от пород трансгрессивных горизонтов к осадкам, отлагавшимся при отступлении моря. Обратная картина наблюдается в случае ванадилпорфиринов (VO-Ph). Их распространенность возрастает в осадках, накапливавшихся при трансгрессии моря (рисунок 8). Для этих же горизонтов отмечены пониженные значения П/Ф, свидетельствующие о более низких значениях окислительно-восстановительного потенциала в осадках в периоды трансгрессии моря.

Распространенность никелевых порфиринов (Ni-Ph) снижается вверх по разрезу и только на поздних этапах нижней юры возрастает в трансгрессивном китербютском и затем вновь снижается в регрессивном надояхском горизонтах. При этом, как и на севере Западной Сибири, концентрация Ni-Ph растет в пределах каждого горизонта с ростом величины П/Ф. По площади распространения отдельных горизонтов в северном направлении наблюдается сглаживание различий величины П/Ф в РОВ осадков, накапливавшихся в периоды регрессии и трансгрессии моря.

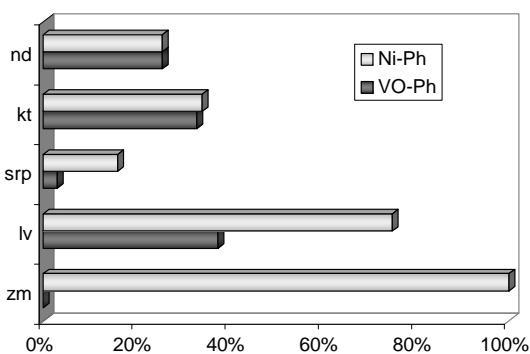


Рисунок 8 – Встречаемость металлопорфиринов в разрезе нижней юры на юго-востоке Западной Сибири

При увеличении термической зрелости ОВ отмечено скачкообразное изменение частоты встречаемости и содержания металлопорфиринов и перилена (рисунок 9).

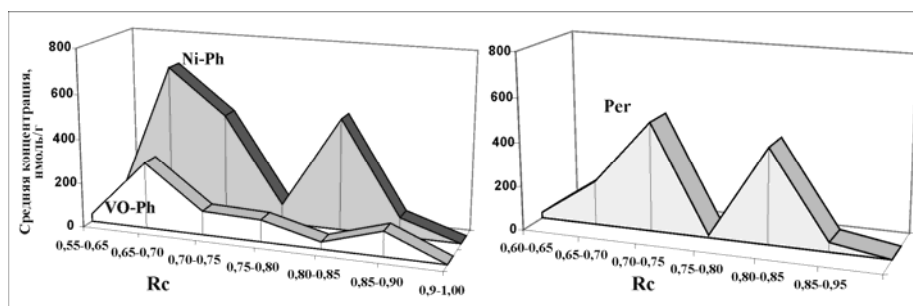


Рисунок 9 – Изменение средних концентраций металлопорфиринов и перилена с увеличением термической преобразованности ОВ

Это может быть связано с наложением двух процессов – высвобождением дополнительных порций пигментов при термической деструкции керогена и их последующего

термического разрушения в жидкой фазе. Первый максимум в концентрации металлопорфиринов в ОВ отмечен при  $R_c = 0,65-0,70$ , перилена – при  $0,70-0,75$ . Второй этап высвобождения из керогена Ni-Ph и перилена фиксируется при  $R_c = 0,80-0,85$ , а VO-Ph –  $0,85-0,90$ . Последнее свидетельствует о необходимости воздействия на кероген более высоких температур для высвобождения новых порций VO-Ph по сравнению с Ni-Ph и периленом.

Полученные результаты показывают, что благоприятные условия образования VO-Ph при захоронении ОВ реализовались в осадочных бассейнах в трансгрессивные стадии их существования (высокий уровень моря). В регрессивные стадии (низкий уровень моря) при обмелении седиментационного бассейна в составе n-алканов увеличивается роль соединений, продуцированных наземными растениями, повышается величина отношения П/Ф, в ОВ часто встречаются перилены. Все это свидетельствует о целесообразности использования комплекса этих геохимических параметров для реконструкции обстановок седиментогенеза исследуемых отложений.

Проведена сравнительная характеристика состава РОВ и нефтей нижней юры в пределах Нюрольской фациальной зоны Западной Сибири. Для оценки влияния процесса миграции на состав ОВ проведено исследование распределения углеводородов в зоне контакта отложений тогурской свиты и нефтенасыщенного коллектора на примере скв. 54 Арчинской площади. Все исследованные образцы отнесены нами к смешанному типу и близки по своей термической зрелости ( $R_c \div 0,75-0,77$ ). Для сравнения исследована средняя часть разреза скв.142 Кулгинской площади, удаленная от коллектора, где мала вероятность оттока флюида.

По мере приближения к коллектору за счет эмиграции нефтяного флюида в материнской породе должно снижаться содержание битуминозных компонентов и низкомолекулярных углеводородов, наиболее легко мигрирующих в коллектор, при этом максимальные изменения фиксируются в прилегающей к коллектору зоне. Аналогичная картина наблюдается и на Арчинской площади (рисунок 10 А). Нефтенасыщенный песчаник надояхского горизонта в скв. 54 Арчинской площади перекрывает отложения тогурской свиты на глубине 3115 м. Контакт с корой выветривания палеозоя прослеживается на глубине 3132 м. На расстоянии 13-15 м от коллектора изменения в содержании ХБ и относительного количества низкомолекулярных n-алканов весьма незначительны, затем наблюдается закономерное снижение обоих показателей, максимальное на расстоянии 2 м от коллектора. В коллекторе содержание ХБ и количество легких n-алканов вновь высоко. Вверх по коллектору доля легких n-алканов продолжает увеличиваться, содержание же ХБ падает. В ХБ снижается содержание ванадилпорфиринов и величина отношения П/Ф. Максимум n-алканов незначительно смещается в низкомолекулярную область. Снижение содержа-

ния металлопорфиринов во флюиде при отжати нефти в коллектор и дальнейшем ее перемещении было показано нами также и в модельных экспериментах.

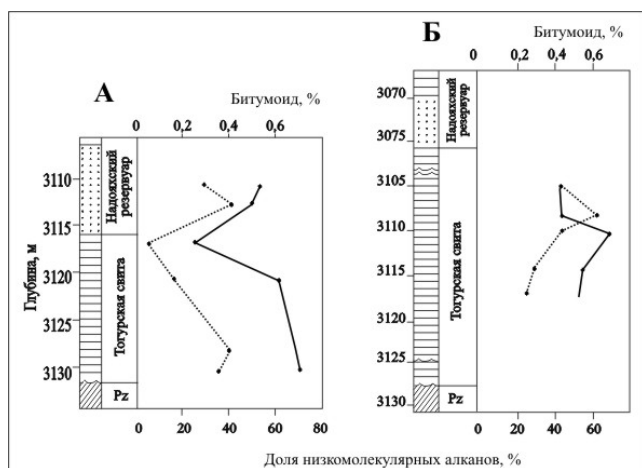


Рисунок 10 – Выход ХБ и относительное количество низкомолекулярных алканов в нижней юре на Арчинской (А) и Кулгинской (Б) площадях

ясь неизменным на протяжении еще трех метров, тогда как содержание битумоида снижается. Содержание ванадилпорфиринов сначала растет, затем начинает снижаться, отношение П/Ф меняется хаотично.

Различие в составе и условиях накопления ОВ на различных участках и в пределах отдельных горизонтов нижнеюрских отложений находит свое отражение в составе нефтей, залегающих в юрском и палеозойском комплексах. Нефти из нижнеюрских отложений Толпаровской и Приколтогорской площадей, аналогично ОВ тогурской свиты здесь, отличаются повышенными значениями отношения П/Ф, близки по распределению н-алканов с соответствующими разностями рассеянного ОВ. На Толпаровской площади в нефтях отсутствуют металлопорфирины, а на Приколтогорской, также как в тогурской свите, присутствуют их следовые количества.

На площадях юга Нюрольской зоны, где породы коры выветривания или палеозоя перекрываются нижнеюрскими, и в разрезе присутствуют отложения тогурской свиты, в надояхских, шараповских и доюрских коллекторах залегают нефти, параметры углеводородного состава которых характерны для ОВ тогурских отложений. Это нефти Арчинского, Урманского, Северо-Калинового, Нижнетабаганского, Солоновского, Хылкинского, Южно-Урманского и Широного месторождений. Они характеризуются незначительными вариациями состава н-алканов: преобладанием в смеси  $C_{11}-C_{15}$  гомологов, отношением П/Ф от 0,9 до 2,1. На большинстве площадей, кроме Солоновской и Южно-Урманской, в нефтях присутствуют ванадилпорфирины.

Таким образом, сравнительная характеристика состава РОВ и нефтей из разведанных залежей в нижней юре и, на некоторых участках, в палеозое на юго-востоке Западной Си-

По разрезу скв.142 Кулгинской площади картины, подобной вышеописанной не наблюдается (рисунок 10 Б). Вверх по разрезу здесь до глубины 3110 м фиксируется возрастание содержания битуминозной составляющей, а в ней легких н-алканов, до глубины 3108 м содержание битумоида продолжает расти, а низкомолекулярных алканов падает, сохраня-

бири показала их генетическую соподчиненность. Это указывает на возможность прогноза по данным о составе РОВ особенностей состава нефтей новых перспективных площадей.

Так богатые зрелым ОВ породы тогурской свиты в районах Столбовой и Грушевой площадей могли генерировать флюиды, отличающиеся невысокими значениями П/Ф, в которых отсутствуют металлопорфирины, а среди n-алканов преобладают низкомолекулярные гомологи. В районах Квартовой, Южно-Юганской и Медвежьей площадей следует ожидать парафинистые, содержащие никелевые порфирины нефти, а в районе Заячьей площади – не содержащие металлопорфиринов парафинистые нефти с высокими значениями П/Ф.

### **Заключение**

Проведенное исследование состава и распределения органического вещества в нижней юре Западной Сибири позволяет сделать следующие выводы:

- В нижней юре Западной Сибири накапливались толщи с высоким содержанием ОВ и с характеристиками, соответствующими нефтематеринским (китербютский – тогурская свита и левинский горизонты). Глинистые прослои в надояхском и шараповском горизонтах также способны генерировать УВ;
- Катагенетическая преобразованность ОВ (рассчитана на основании состава фенантронов) соответствует стадиям нефте- и газообразования;
- Геохимические маркеры (металлопорфирины, нормальные и изопреноидные алканы) свидетельствуют, что в разрезе нижней юры значительный объем занимают породы морских и прибрежно-морских фаций;
- Распространенность VO-Rh и перилена, состав n-алканов и отношение П/Ф в разрезе нижней юры зависят от колебаний уровня Мирового океана. Распространенность VO-Rh в осадках, отлагавшихся в периоды трансгрессии моря, выше, чем в регрессивных горизонтах. Доминирование среди n-алканов гомологов C<sub>25</sub>-C<sub>27</sub>, отражающее существенный вклад в состав ОВ наземных растений, величина П/Ф и распространенность перилена, наоборот, возрастают в периоды обмеления седиментационного бассейна.
- Процесс накопления металлопорфиринов и перилена при термическом созревании ОВ носит дискретный характер, обусловленный стадийностью процесса генерации битуминозных компонентов керогеном. В пределах главной фазы нефтеобразования отмечено два этапа генерации и последующей дегградации этих соединений.
- Сравнительная характеристика состава РОВ и нефтей нижней юры показала их генетическую близость и соподчиненность.

### **Список основных работ опубликованных по теме диссертации**

1. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Девятов В.П., Смирнов Л.В., Красноярова Н.А. Фациально-генетические и геохимические предпосылки нефтегазоносности нижнеюрских отложений юго-востока Западной Сибири //Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1997, № 10, с.11-20

2. Kazakov A.M., Serebrennikova O.V., Mozzhelina T.K., Krasnoyarova N.A. Stratygraphy and organofacies of Lower and Middle Jurassic sediments in sout-east part of West Siberian, Russia //Papers of the 18th International Meeting on Organic Geochemistry, Maastrich, 1997, p.875-877
3. Серебренникова О.В., Красноярова Н.А., Николаева Т.Л., Мин Р.С., Мозжелина Т.К. Состав углеводородов, металлопорфиринов и сернистых соединений в нефтях из нижнеюрских отложений юго-востока Западной Сибири //Нефтехимия, 1999, № 1, с.23-27
4. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Девятков В.П., Смирнов Л.В., Буркова В.Н., Сапьяник В.В., Красноярова Н.А. Тогурская свита (нижний тоар) на юго-востоке Западной Сибири – палеогеография, геохимия, нефть тегенерационный потенциал //Нефть и газ, 1999, № 3, с.7-15
5. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Девятков В.П., Буркова В.Н., Красноярова Н.А., Сапьяник В.В., Смирнов Л. В. Особенности формирования и геохимия органического вещества нижне-тоарских отложений (тогурская свита) на юго-востоке Западно-Сибирской плиты //Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1999, № 6, с.5-16.
6. Серебренникова О.В., Красноярова Н.А., Казаков А.М. Характеристика РОВ отложений тоара как источника нефтяных флюидов на юго-востоке Западной Сибири //Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири, Н-ск, 1999, с. 101-105
7. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Смирнов Л.В., Девятков В.П., Красноярова Н.А. Условия накопления и состав органического вещества в тоаре на юго-востоке Западной Сибири //Углеродсодержащие формации в геологической истории. Труды международного симпозиума (2-7 июня 1998 г. Петрозаводск), Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000 С.23-26
8. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Гулая Е.В., Красноярова Н.А. Геохимия органического вещества нижне-среднеюрских отложений Западной Сибири //Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России. Т. 1, Томск, 2000, с. 251-254
9. Серебренникова О.В., Филиппова Т.Ю., Красноярова Н.А., Гулая Е.В. Изменение параметров состава органического вещества при миграции //Материалы IV Международной конференции «Химия нефти и газа», 2-6 октября 2000 года, Томск, Россия – с. 287-291
10. Серебренникова О.В., Филиппова Т.Ю. Красноярова Н.А. Особенности состава нефтей в коре выветривания как отражение условий формирования нефтематеринских толщ //Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности. Когалым, 2001, Кн. 1, С.18-23
11. Серебренникова О.В., Филиппова Т.Ю., Красноярова Н.А. Взаимосвязь состава и содержания алканов и металлопорфиринов нефтей и ОВ пород юго-востока Западной Сибири как отражение условий формирования нефтематеринских толщ //Нефтехимия, 2003, т.43, № 3, с.163-167
12. Красноярова Н.А., Серебренникова О.В., Вашкевич Н.А. Особенности состава органического вещества отложений ранних периодов нижней юры Западной Сибири //6 Международная конференция «Химия нефти и газа», Томск, 2006, с.132-135