



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ТОМ

I



МОСКВА 1977

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ГЕОХИМИИ И КОСМОХИМИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР



2203  
**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
КОНГРЕСС  
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ  
ГЕОХИМИИ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
**ТОМ I**

**МОСКВА  
10-13 МАЯ 1977**

МОСКВА 1977



УДК (553.981/982+550.84):551.49:502.76:551.2/7

Редакционная коллегия

Н.Б. Вассоевич (председатель), Л.М. Зорькин (зам.председателя),  
О.К. Бордовский, Э.М. Галимов, В.И. Ермаков, А.А. Карцев,  
Е.А. Романкевич, С.А. Сидоренко, А.И. Симонов, В.А. Строганов,  
В.А. Чахмахчев, В.М. Швец.

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС  
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

---

ГЕОХИМИЯ  
РАССЕЯННОГО  
И КОНЦЕНТРИРОВАННОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
СОВРЕМЕННЫХ  
И  
ИСКОПАЕМЫХ  
ОСАДКОВ



# ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗМОЖНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ КЕРОГЕНА, ВЫДЕЛЯЕМЫХ ИЗ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР ВОДОРОСЛЕЙ И БАКТЕРИЙ

Р.П.Филп, С.Браун, Э.Янг,  
М.Кэлвин (США)

При окислительном разложении нерастворимых органических остатков, выделяемых из культур сине-зеленых и зеленых водорослей, образуются продукты, близкие по составу к продуктам окислительного разложения природных керогенов водорослевого происхождения. Эти результаты показывают, что основные структурные компоненты керогенов водорослевого типа содержатся, вероятно, в оболочках или стенках клеток самих водорослей.

Для дальнейшей разработки этого предположения мы провели широкое физическое и химическое исследование нерастворимых органических остатков разложения следующих организмов:

*Chlorella pyrenoidosa* и *Rhodospseudomonas spheroides*.

Эти остатки выделяли из исследуемых организмов тем же способом, каким выделяют кероген из глинистых пород или осадков.

Три нерастворимых остатка исследовали физическими методами, включая инфракрасную спектроскопию, спектроскопию электронного спинового резонанса, ядерного магнитного резонанса ( $C^{13}$ ) и растровую электронную микроскопию. В химическом отношении остатки омыляли КОН в растворе метилового спирта и обрабатывали бромистым водородом и йодистым водородом для разрушения эфирных связей в химических структурах.

В докладе будут рассмотрены результаты физического и химического исследования этих остатков. Будет рассмотрено также значение этих результатов для установления характера реакций, которые могут происходить в самих остатках и между ними с образованием в конечном счете сложной структуры, обнаруженной во многих древних керогенах водорослевого происхождения.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕРНЫХ ОСАДКАХ  
I. ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

Р.Ишиватари, К.Огура,  
С.Хори (Япония)

Из пресноводного озера Харуна (Япония), расположенного на высоте 1084 м над уровнем моря, был взят керн осадков длиной 130 см. Оз.Харуна представляет собой типичное мезотрофное озеро, сравнительно мало загрязненное в результате деятельности человека. Определено вертикальное распределение органических веществ, таких как феопигмент, жирные кислоты, стеролы, перилен и гумусовые вещества; наблюдаемые изменения объясняются колебаниями количества поступающих в осадки материнских веществ и ранним диагенезом органических соединений.

Исследование распределения моно- и дикарбоновых кислот в керне осадков дает следующие результаты.

1. В осадках обнаружены нормальные монокарбоновые кислоты от  $C_{14}$  приблизительно до  $C_{30}$ . Распределение этих кислот по числу атомов углерода в молекуле двухвершинное с максимумами при  $C_{16}$  и  $C_{24} \sim C_{26}$ , что, вероятно, обусловлено присутствием, соответственно, автохтонных и аллохтонных веществ.

2. Вертикальные изменения отношения нормальных монокарбоновых кислот  $(C_{16} + C_{18}) / (C_{20} + C_{30})$  хорошо соответствуют вертикальным изменениям в содержании других органических соединений, таких как феопигмент и перилен.

3. В осадках обнаружены нормальные дикарбоновые кислоты от  $C_{14}$  приблизительно до  $C_{30}$ . Они составляют около 1/20 количества нормальных монокарбоновых кислот.

При рассмотрении диагенеза жирных кислот полученные данные сравниваются с результатами исследования 200-метрового керна отложений (возраст которых около 0,5 млн. лет) из оз.Бива в Японии.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕРНЫХ ОСАДКАХ  
П. СТЕРОЛЫ

К.Огура, Р.Ишиватари,  
С.Хори (Япония)

Стеро́лы, содержащиеся в экстрактах, извлеченных смесью метилового спирта и хлороформа (1:1) из тех же образцов осадков, которые описаны в I части этого исследования, выделяли с помощью тонкослойной хроматографии и определяли комбинированным методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Затем для каждой химической формы определяли количественное отношение станолов к стеролам.

Целым рядом геохимиков-органиков проведены многочисленные исследования органических веществ, содержащихся в осадочных отложениях, однако, ничего не сообщается о химических формах этих веществ. Цель этого исследования заключалась в том, чтобы установить связь между химическими формами органических веществ в осадочных отложениях и их способностью к диагенетическим изменениям.

В осадках оз. Харуна были обнаружены гликозиды, сложные эфиры, свободные стеролы и связанные стеролы других типов. Около 50% холестерина было выделено в форме сложных эфиров, остальная часть была представлена свободными и гликозидными типами. Процент  $\beta$ -ситостерола, встречающегося в форме сложных эфиров, в этих осадках ниже (20-30%).

Какого-либо характерного изменения химических форм в зависимости от глубины в осадках оз.Харуна не обнаружено; связь между содержанием станолов и химическими формами также незначительна.

Было замечено, что присутствие соляной кислоты в осадках во время экстрагирования вызывает превращение гликозидных типов в свободные стеролы, в то время как сложные эфиры не были так заметно изменены.

Роль отдельных стеролов (холестерин,  $\beta$ -ситостерол, кампестерол, стигмастерол и брассикастерол) как биологических инди-

каторов происхождения органических веществ кратко рассмотрена в I части в связи с распределением жирных кислот.

## ДЕГРАДАЦИЯ СТЕРОИДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ

М.Дастилунг, П.Альбрехт  
(Франция)<sup>X</sup>

В различных современных морских и континентальных осадках при помощи методов газовой хроматографии и масс-спектрометрии с использованием стандартов определен ряд  $\Delta^2$ -стеринов. В геологических условиях эти соединения являются продуктами раннего разложения стеринов через станолы. Здесь они претерпевают дальнейшие преобразования, например, структурную изомеризацию скелета, под действием кислот приводящую к перегруппировке стеринов, которые, восстанавливаясь, дают соответствующие перегруппированные стераны. Последние были определены в качестве основных компонентов фракции полициклических углеводородов в некоторых ископаемых осадках и нефтях.

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА МОРСКОЙ ВОДЫ И ОСАДКА: АНАЛИЗ НАСЫЩЕННЫХ, НЕНАСЫЩЕННЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ, ЖИРНЫХ КИСЛОТ И СТЕРИНОВ В ОСАДКАХ И В МОРСКОЙ ВОДЕ

М.Дастилунг<sup>XX</sup>, А.Салио,  
М.Ж.Тиссье<sup>XXX</sup> (Франция)

Органические компоненты осадка представлены растворенны-

---

<sup>X</sup>Химический институт, ул.Бизза Паскаля, I, 67008, Страсбург, Франция.

<sup>XX</sup>Лаборатория органической химии природных соединений при НИЦ, Институт химии-Университет Луи Пастера, Страсбург, Франция.

<sup>XXX</sup>Лаборатория физики и химии моря, исследовательская группа при НИЦ, Университет Пьера и Марии Кюри, Париж, Франция.

ми и взвешенными веществами, медленно осаждающимися из морской воды и изменяющимися на границе раздела воды и осадка, а также продуктами метаболизма и распада бентосных организмов.

Для изучения превращений органического вещества (ОВ) на границе раздела морской воды и осадка был проведен детальный анализ углеводов, жирных кислот и стеринов из придонных вод и поверхностного слоя глубоководных осадков Норвежского моря методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

В изучаемом районе наблюдалась заметная разница между растворенными и взвешенными липидами морской воды и липидами осадка, проявляющаяся, в основном, в составе  $n$ -алканов. Осадок содержит меньше ненасыщенных жирных кислот, чем морская вода, и особенно взвешенные частицы.  $C_{27}$ -стерины содержатся в большом количестве во взвешенных частицах (90% всех стеринов) и в осадке (50%), а в растворенных веществах воды их около 25%.

Обсуждение полученных результатов сосредоточено на возможном объяснении физическими и биологическими процессами наблюдаемых различий в ОВ на границе раздела вода - осадки.

#### ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕРНЫХ ОСАДКАХ (НИЗКОВОЛЬТНАЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ)

В.Гайгер, К.Шаффер  
(Швейцария)

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) исследовали при помощи масс-спектрометрии низкого напряжения. Для анализа гомологических рядов ПАУ был применен комбинированный метод капиллярной газовой хроматографии и масс-спектрометрии с обработкой результатов на ЭВМ. Этим методом исследовали в основном ПАУ из керна современных осадков типичного эвтрофного озера (оз.Грейфен в Швейцарии). Полученные результаты рассматриваются с точки зрения возможных источников органического вещества. Кроме того, исследованы ПАУ в частицах, взвешен-

ных в речной воде и переносимых воздухом, и в нефти. Авторы пришли к выводу, что ПАУ в верхних слоях осадков, возможно, представлены продуктами пиролиза. Состав ПАУ в более глубоких слоях позволяет считать, что их образование связано с постседиментационными процессами.

#### ДИАГЕНЕЗ СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ

Й.Й.Бон, Й.В. де Леув,  
П.А.Схенк (Нидерланды)

В последние годы стало ясно, что необходимо иметь более точное представление об органических процессах, происходящих в верхних слоях современных осадков. Только эти данные позволят удовлетворительно объяснить распределение органических веществ в экстрактах из современных и древних осадочных отложений.

Мы исследовали стероиды в природных условиях двух различных типов и в нескольких организмах. Полученные данные позволили составить общее представление о возможном пути разложения этих соединений. Лабораторные исследования с меченым ( $C^{14}$ ) холестерином подтвердили нашу гипотезу.

#### СОСТАВ БОЛОТНЫХ ГАЗОВ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ВОСТОЧНЫХ РАЙОНАХ США

Ф.М.Свейн, Б.Д.Джонсон (США)

Проведены масс-спектрометрические анализы болотных газов, отобранных в разное время года из пресноводных и соленых болот. Полученные результаты обнаруживают различия, обусловленные типом материнских веществ, влиянием приливов, сезонными колебаниями температуры, величиной окислительно-восстановительного потенциала и другими причинами. Масс-спектрометрический

анализ показал, что, кроме углекислого газа и метана, обычными компонентами этих газов являются азот, пропан и сероводород. Зимой в составе газов, выделяющихся из некоторых болот штата Миннесота, господствует воздух.

Контролируемая деятельность газопroduцирующих организмов в природных или искусственных болотах, ведущая к образованию скорее водорода, чем метана, могла бы быть важным потенциальным источником энергии.

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКАХ БАЛЧИКСКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Й.Ковачева, П.Мандев  
Т.Минчева, Р.Петрова  
(Болгария)

В исследованных мелководных осадках на расстоянии 500-11000 м от берега содержится в среднем 0,42% органического углерода (нерастворимая часть осадков 51-91%). Распределение органического вещества, гуминовых кислот и битумоидов определяется крайне ограниченным доступом аллохтонного (гумусового) органического материала и преимущественным значением автохтонного органического материала морского происхождения. В окислительной геохимической обстановке органическое вещество окислено слабо. Оно состоит большей частью из нерастворимых компонентов и гуминовых кислот (67,8-95,8%) и из битумоидов (4,2-32,2%). Хлороформенные битумоиды "А" наполовину состоят из масляной фракции (48,71-62,84%), которая почти нацело представлена углеводородами. Количество углеводородов (из хлороформенных битумоидов) в осадках высокое (0,0114-0,0207%). Состав углеводородов преимущественно жидкий (твердые парафины составляют 0,43-3,99% от битумоидов). В хлороформенных битумоидах "А" количества метаново-нафтеновых и нафтеново-моно-биароматических углеводородов приблизительно одинаковые или с преобладанием первых (0,99-1,79), а в спирто-бензольном битумоиде "А" это соот-

ношение - 1,62. В спирто-бензольном битумоиде "А+С" оно составляет 2,82 при би- и полициклической структуре ароматических углеводов. В высокомолекулярных парафинах из хлороформенных битумоидов "А" максимально представлены нормальные алканы  $C_{24}$ - $C_{27}$ ,  $C_{29}$ , а из спирто-бензольного битумоида "А" -  $C_{25}$ - $C_{28}$ . В них соотношение между "нечетными" и "четными" алканами близко к единице.

Полученные данные показывают, что в органическом веществе имеют место процессы нефтеобразования.

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ КЕРНА  
ЧЕРНОМОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ  
ПРОЕКТА ГЛУБОКОВОДНОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ ЭТОГО РАЙОНА И ОБРАЗЦОВ  
ИЗ ПРИБРЕЖНОЙ МОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КАЛИФОРНИИ

А.Л.Берлингейм (США)<sup>х</sup>

В последние десять лет наблюдается непрерывная интенсификация исследований в области органической геохимии осадочных отложений и природных условий среды, направленных на изучение молекулярной природы и сложности органического вещества в атмосфере, биосфере, гидросфере и литосфере. Достигнутые успехи стали возможными благодаря сочетанию разных методов анализов с уделением особого внимания контролю за чистотой образцов и сведению до минимума возможности их загрязнения при отборе и хранении в полевых условиях, а также в лабораторной обстановке.

Доведение концентрации примесей до уровня следов является решающим требованием при выделении органического вещества из образца и разделении его на смеси соединений разных классов (иногда путем образования производных) до газохромато-

---

<sup>х</sup>Секция масс-спектрометрии, лаборатория космических наук, Калифорнийский университет. Беркли, Калифорния, 94720, США.

графического или масс-спектрометрического анализе. Характеристика этих веществ и контроль за чистотой образцов стали возможными благодаря появлению масс-спектрометрических методов исследования органического вещества, особенно масс-спектрометров и комбинированных газовых хроматографов - масс-спектрометров, снабженных ЭВМ для облегчения интерпретации, хранения, использования и сравнения огромного множества данных, получаемых при этих исследованиях.

В этой работе особое внимание будет уделено достижениям в следующих областях:

- 1) использование газохроматографических колонок высокого разрешения с неразъемными инжекторами типа Grob, состоящими из открытых трубочатых или цельностеклянных систем;
- 2) применение масс-спектрометров низкого и высокого разрешения с быстрыми циклами сканирования;
- 3) отбор проб морской воды и донных и литоральных организмов и осадков из морской экосистемы Калифорнии.

В начале этого доклада будут рассмотрены аналитические требования и результаты, необходимые для осуществления такой широкой программы, как исследование морской экосистемы Калифорнии. Вторая часть доклада будет посвящена примерам типов информации, получаемой при исследовании органических веществ в такой сложной системе, и тому, как их связать с антропогенным и природным органическим веществом в этой экосистеме.

#### ИСКУССТВЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КЕРОГЕНА ИЗ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР ВОДОРОСЛЕЙ И БАКТЕРИЙ

Р.П.Филп, С.Браун,  
М.Кэлвин (США)

В результате проведенных ранее исследований было установлено присутствие керогеноподобных остатков в современных отложениях скоплений водорослей в лагуне Мормона (Калифорнийский залив). Главный вывод этих исследований заключается в том, что

основным строительным материалом керогенов водорослевого типа являются сами остатки водорослей.

Мы пытались моделировать образование керогенов водорослевого типа в опытах по созреванию органического вещества, используя чистые культуры *Nostoc Muscorum*, *Chlorella pyrenoidosa* и бактерий *Rhodospirillum rubrum*. Опыты по созреванию органического вещества проводились на чистых культурах водорослей и бактерий или на нерастворимом органическом остатке, выделяемом из этих культур, в присутствии монтмориллонита или без него при прочих равных условиях. Это составило серию из шести опытов. Каждый опыт продолжался в течение двух недель, одного и трех месяцев в запаянных стеклянных трубках при 200°C без кислорода.

В конце каждого из этих периодов времени реагирующие смеси обрабатывали органическими растворителями до полного выделения растворимых компонентов и затем HF для удаления монтмориллонита. Остатки исследовали при помощи инфракрасной спектроскопии и разлагали щелочным раствором марганцевокислого калия и бромистым водородом. Продукты разложения исследовали с помощью газовой хроматографии и комбинированным методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии с обработкой результатов на ЭВМ.

В общем установлено, что реакции, протекавшие без монтмориллонита, не привели к конденсации или усложнению структуры остатков. Реакции, происходившие в присутствии монтмориллонита, сопровождались усилением конденсации и образованием поперечных связей в остатках, о чем свидетельствует более сложная структура продуктов разложения, которые состояли из гомологических рядов ароматических дикарбоновых и изопреноидных кислот.

Эти опыты способствовали выяснению способа образования керогена из водорослевого вещества. Они показали, что в присутствии глинистого минерала, монтмориллонита, играющего роль катализатора, происходит усложнение структуры нерастворимых органических остатков, разложения водорослей и бактерий, которые приближаются по многим физическим свойствам и химической

структуре к керогену водорослевого происхождения. Продолжение исследований с этими искусственными системами позволит получить новые данные о реакциях, протекающих на ранних этапах образования керогена.

## ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Е.А.Романкевич, В.Е.Артемов,  
А.Н.Беляева (СССР)

1. Распределение  $C_{орг}$  в современных и плейстоценовых осадках контролируется совокупностью фациальных условий осадконакопления и подчиняется циркумконтинентальной, широтной и вертикальной зональностям, которые унаследованы от взвеси. В пределах подводных окраин континентов и краевых частей ложа наибольшее влияние на содержание ОВ в осадках оказывают следующие факторы: а) биологическая продуктивность и поступление на дно автохтонного и аллохтонного взвешенного ОВ; б) гранулометрический состав осадков и условия захоронения ОВ, зависящие от гидродинамики вод, рельефа дна, агрегирования осадочного материала бентосом, скорости поступления и крупности речной взвеси и продуктов абразии; в) количества и состав бентоса; г) разбавляющее влияние минерального материала.

2. В осадках Мирового океана (с морями) захороняется около 85 млрд. т.  $C_{орг}$  за 1000 лет. Коэффициенты фоссилизации ОВ составляют: в осадках подводной окраины 0,7%, в осадках ложа океана 0,1%, а в целом для океана - 0,4%. Во внутренних морях коэффициенты фоссилизации ОВ сильно колеблются (от 0,8 до 2-9%), но в целом выше, чем среднее значение для океана.

3. В Мировом океане 85-90% всего ОВ отлагается в области подводных окраин континентов. Основная масса ОВ захороняется в осадках континентальных склонов. Наиболее перспективными для накопления особо крупных масс ОВ, исходного для нефти и

газа, являются естественные отстойники осадочного материала, где накапливаются мощные толщи илов и алевроитов с высоким содержанием планктоногенного ОВ, изначально характеризующегося высокой степенью битуминизации и, одновременно, гумификации.

4. На стадиях седиментогенеза и раннего диагенеза типичным процессом изменения химической природы ОВ является его гумификация — преимущественно ферментативная деполимеризация биомолекул и образование новых геополимеров, устойчивых вне организмов. Отличием состава ОВ донных осадков от взвешенного ОВ является уменьшение в поверхностном слое осадков относительно взвеси высокомолекулярных белковоподобных соединений (в 100–200 раз), аминокислот (в 10–20 раз), углеводоподобных соединений (в 1,2–2 раза), липидов (в 2–4 раза) и увеличение содержания гетерополиконденсированных структур (в 10–20 раз).

5. В океане основная масса геополимеров образуется *in situ* при трансформации ОВ низших водорослей. Усиление связи геополимеров ОВ с минеральной частью и переход амикагиновых и сапропелевых кислот в гумины является одним из главных путей сохранения ОВ при переходе его в ископаемое состояние.

#### НАКОПЛЕНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОСАДКАХ

Т.В. Дроздова (СССР)

Как известно, наибольшее накопление органического вещества в современных морских осадках происходит в застойных областях бассейнов, в районах континентального склона, где обычно наблюдается низкое содержание кислорода в придонных водах, а осадки характеризуются отрицательными значениями  $E_{H_2}$ . Вероятно, подобные условия содействовали накоплению и сохранению органического вещества в осадках древних морей. Наибольшие количества органического вещества содержатся в сапропелевых илах современных морей. В областях моря, где наблю-

дается аэрация до самого дня, осадки почти не содержат или совсем не содержат органическое вещество.

К числу процессов, ведущих к образованию органического вещества осадков, относятся процессы меланоидинообразования и термолиза, продукты которых при дальнейшей полимеризации участвуют в образовании высокополимерных структур рассеянного органического вещества.

Экспериментально показано, что в результате меланоидиновой реакции глюкозамина с аминокислотами можно получить полимеры типа гетерополиконденсатов разной степени полимеризации. При нагревании этих соединений в водной среде на первых стадиях полимеризации образуются продукты, подобные фульвокислотам. При дальнейшем нагревании ( $t = 100^{\circ}\text{C}$ ) кроме этих продуктов появляются соединения типа гуминовых кислот. При продолжительном нагревании появляются нерастворимые меланоидины, подобные нерастворимому остаточному органическому веществу керогена, и постепенно исчезают гуминовые кислоты. Образовавшиеся в результате реакции полимерные соединения имеют разный изотопный состав углерода. Наиболее тяжелыми оказались полимеры типа фульвокислот, наиболее легкими по изотопному составу углерода были нерастворимые меланоидины. Меланоидинообразование из глюкозамина в отсутствие кислорода не развивалось.

В дальнейшем в процессе диагенеза и категенеза значительную роль могут играть процессы термолиза, ведущие к дальнейшей полимеризации органического вещества, к формированию структуры последнего. Процессы перекристаллизации и переотложения пород приводят к разрушению рассеянного органического вещества.

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НЕПРЕРЫВНОМ РАЗРЕЗЕ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

П.Н.Куприн (СССР)

В результате комплексного литолого-петрографического, инженерно-геологического и геохимического изучения непрерывных

разрезов морских отложений голоцен-миоценового возраста определены границы осадков переходных отложений и горных пород. Обнаружилась зависимость состава ОВ от того, находится ли оно в осадках или в породах, а также от типа исходного органического материала. Содержание  $C_{орг}$  в целом контролируется процессами осадконакопления. Доля НОВ в осадках и переходных отложениях равна примерно 70%, в породах увеличивается до 81%, а на глубине 750 м от дна составляет 87%. В отложениях Каспийского моря содержание гуминовых веществ в осадках равно 7-5% в переходных отложениях - 4%, в верхней зоне пород 2-3%, а к основанию разреза они фиксируются в виде следов. В черноморском разрезе в ОВ осадков ГВ составляет 18-20%, в породах - 12-14%. То же происходит и с легкогидролизуемыми веществами. Количественные изменения сопровождаются внутренними перестройками указанных групп, обуславливающими вариации их состава и свойств.

Значительные колебания наблюдаются в составе битумоидов. Степень битуминизации ОВ в породах заметно выше, чем в осадках. Доля масляной фракции в ХБ осадков и переходных отложениях равна 24-29%; в ХБ пород - 45-50%. В маслах присутствует много кислородных группировок; углеводороды в ХБ составляют не более 9-25%. Вниз по разрезу отмечено увеличение общего содержания УВ отдельных индивидуальных соединений и ароматики.

ОВ в породах ранних и поздних этапов катагенеза близко по целому ряду геохимических показателей. Отличительным признаком первого является более высокий коэффициент нечетности, широкий разброс максимумов в индивидуальном составе n-алканов и т.д. Такой состав ОВ в породах не позволяет его рассматривать способным к основной генерации УВ на данном этапе литогенеза. Вместе с тем небольшое количество УВ, которое оно все же генерирует, обладает способностью перемещаться и образовывать микроскопления. Их присутствие установлено в целом ряде разрезов отложений современных морей.

## ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

В.В.Вебер, Д.Е.Гершанович,  
М.К.Калинко, М.Л.Сазонов,  
В.И.Чернов (СССР)

Нефтеносность вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород принято связывать с миграцией нефти из прислоненных к ним нормальных осадочных пород или из глубоко залегающих магматических очагов. Наблюдения над современными вулканогенно-осадочными образованиями позволяют высказать по этому вопросу также возможность иного толкования.

Соответствующий материал для исследования был отобран в Южной Атлантике и в море Скотия - в районе подводных вулканов банки Шпис и Южный Сандвичевых островов. Дночерпателем отсюда были подняты щебень из обломков андезито-базальта, образовавшийся в результате размыва подводного излияния андезито-базальтовой лавы, а также вулканические пеплы с большей или меньшей примесью терригенного или органического материала. Во всех случаях эти вулканогенно-осадочные образования содержат аккумулярованное ими из окружающего водоема органическое вещество, преимущественно диатомовой природы.

Несмотря на малое содержание (от 0,08 до 0,18%  $C_{орг}$ ), его количество оказалось достаточным, чтобы явиться источником биохимической генерации углеводородов газовой и твердой фаз данных объектов. В газовой их фазе помимо доминирующего азота воздушного происхождения были обнаружены углекислый газ (от 1,7 до 3,6 об%), затем метан (до 0,04% в андезито-базальтовом щебне), а в туфогенных отложениях также вся гамма более тяжелых углеводородов от этана до гексана включительно в количестве от  $6,6 \cdot 10^{-4}$  до  $1,3 \cdot 10^{-3}$  об%.

В твердой фазе вулканогенно-осадочных образований при величинах битумного коэффициента от 2,6 до 6,2% содержание углеводородных компонентов в битумной части органического вещества достигает 4-7%. По всем этим показателям, а также по элементному составу битумов (C=70,5-73,5%, H=10,0-10,5%, C/H=7,0) совре-

менные вулканогенно-осадочные образования по геохимическому составу органического вещества не обнаруживают каких-либо принципиальных отличий от развитых там же (в районе моря Скоттия) нормальных осадочных отложений.

Как следствие, образование нефти и нефтяного газа в идентичных геологически более древних вулканогенно-осадочных толщах может быть генетически связано с превращением органического вещества, погребенного именно в этих толщах. Подтверждением этому служат примеры наличия залежей нефти в вулканогенных толщах ряда регионов: Монголии, Японии, Юго-Западной Индонезии, Новой Зеландии и др. Кроме того, наблюдаются случаи повышенного содержания битуминозных компонентов в вулканогенных толщах Камчатки, некоторых Курильских островов.

#### ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И МОРСКИХ ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ ДЕСТРУКТИВНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Н.А.Василевская, О.Б.Максимов  
(СССР)

Проведенные авторами опыты окисления щелочным перманганатом предварительно метилированных гуминовых кислот из прибрежных и глубоководных океанических данных осадков позволили установить ряд характерных особенностей их строения.

Показано, что, в отличие от подобных компонентов из пресноводных водоемов, в структуре гуминовых кислот океанических осадков значительное участие принимают сложные конденсированные ароматические системы. Несмотря на незначительное содержание у исходного материала фенольных гидроксиллов и метоксиллов, в составе продуктов окисления обнаруживаются ароматические оксиполикарбоновые кислоты.

Гуминовые кислоты из прибрежных осадков образуют при окислении ряд продуктов распада характерных для лигнина, указывающих на участие в их образовании аллохтонной органики суши.

Возникновение ароматических структур в составе гуминовых

кислот океанических донных осадков может происходить за счет:

а) дегидрирования циклических полимеров полиметиленовых жирных кислот липидов морской флоры и фауны;

б) накопления и преобразования ароматических метаболитов микроорганизмов;

в) возникновения меланиноподобных продуктов.

Однако между всеми указанными выше типами высокомолекулярной ароматики и континентальным гумусом прослеживается ко-ренное отличие. Только лигнин наземных растений может быть источником фенольных структур в той пропорции, которая является отличительной особенностью гуминовых кислот континентальных органических осадков.

#### ЗНАЧЕНИЕ ИОНИЗАЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В МИГРАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКАХ

Н.И.Гамаюнов, Б.И.Масленников,  
Ю.А.Шульман (СССР)

Способность гуминовых кислот (ГК) в природных условиях связывать ионы металлов обуславливает их большое значение в геохимических процессах. Они участвуют в концентрировании, рассеивании, миграции химических элементов в земной коре. Определяющим при этом является природа самих ГК, свойства ионов металлов и условия, при которых происходит взаимодействие элементов с органическим веществом.

Задачей исследования было изучение свойств кислых функциональных групп ГК, ответственных за реакции ионного обмена и комплексообразования. При теоретическом рассмотрении этой задачи были положены две предпосылки: 1) ГК представляют собой набухающие сорбенты; 2) вследствие ионизации кислых функциональных групп образуется заряд по всему объему набухшего ассоциата.

Методом микроскопического электрофореза в переменном электрическом поле с частотой 1 Гц экспериментально подтвержде-

на справедливость такого подхода к изучению ионообменных свойств ГК. Так, установленная взаимосвязь между  $\xi$ -потенциалом ГК и их константами ионизации, достижение постоянства величины  $\xi$ -потенциала при установлении динамического равновесия между твердыми ГК и дисперсионной средой, а также результаты измерений  $\xi$ -потенциала ГК с разной степенью метилирования приводят к выводу о том, что практически все карбоксилы участвуют в формировании заряда внутри частиц ГК. Особого внимания на наш взгляд заслуживает экспериментальная зависимость  $\xi$ -потенциала от температуры в интервале от 0 до 50°C. Установлено, что с ростом температуры величина  $\xi$ -потенциала и соответственно степень диссоциации карбоксильных групп стремится к максимальному значению при 25-30°C, а затем уменьшается. Так как увеличение степени ионизации приводит к росту поглотительной способности ГК, то справедливым оказывается предположение о том, что наиболее благоприятными условиями для ионного обмена в органической части современных осадков являются влажные климатические условия с температурой в пределах от 20 до 30°C.

#### О СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

И.И.Листван, Н.Т.Король,  
В.Н.Крештапова, В.Д.Марков  
(СССР)

I. Органическое вещество торфа рассматривается как сложное образование, включающее комплекс неоднородных соединений, отличающихся микрозональной гетерогенностью и полукolloидно-высокомолекулярной природой гуминовых веществ, проявляющих признаки полиэлектролитов. Основу надмолекулярных структур этих соединений составляют ассоциаты, проницаемые для молекул воды и ионов. В неорганической части торфа идентифицированы гетерополярные и комплексно-гетерополярные образования, орга-

но-минеральные адсорбционные комплексы, отдельные минералы, минеральные компоненты торфяной воды.

2. Выявлены количественные закономерности химического состава торфа. В торфах низкой степени разложения (моховая группа) преобладают вещества углеводного комплекса, содержание которых в торфе верхового типа достигает 70%. При высокой степени разложения (торф древесной и травяной групп) в его органической части преобладают гуминовые вещества, содержание которых может достигать 70%. Содержание битумоидов увеличивается с ростом степени разложения. Верхний предел содержания бензольного экстракта у торфа низинного типа 12%, а у торфа верхового типа - 18%. Основным элементом, определяющим pH среды и направление процессов структурообразования, является кальций, связанный в торфе обменно.

3. Южнее таежной зоны в условиях более расчлененного рельефа, при повышенной гидродинамической активности грунтовых и болотных вод на фоне их более высокой минерализации и широкой амплитуды pH и Eh, установлены процессы усиленного аутигенного минералообразования в торфяных отложениях. В окислительной обстановке формируются окисножелезистые и железомарганцевые образования, в восстановительной - сидерит, вивианит. Для южной зоны развития торфяных отложений характерна терригенная минерализация и болотный мергель. В резко восстановительной сероводородной обстановке формируется пирит, гидростроилит, гипс. В этих условиях ботанический состав и степень разложения даже при зольности ниже 15% не определяют свойства торфа.

4. Установлено, что в содержании и распределении микроэлементов ландшафтно-геохимические условия залегания торфяных залежей являются определяющими. В торфяных отложениях энергично накапливаются Cu, Ge, Mo, несколько менее Mn, Sr, Ni, Zn, Co, Pb, Yb и не накапливаются V, Cr, Ba, Ti, Zr, Ga, Be, Sn, La, Y, Sc. Концентрация в торфе Ge, Y, Yb, Be, Sn, La, Sc, Mo определяется распространением в области сноса отложений мезозоя, Zn, Sr - палеозоя. Содержание B, Zn, Ni, Co, Pb на порядок выше при глинистом окружении по сравнению с песчаным.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕНОСНЫХ И ТОРФОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

А.В.Македонов (СССР)

1. Выявлены некоторые общие черты геохимических обстановок "торфо- и углеобразующих ландшафтов" соответствующих типов литогенеза. Свойства спектров (геохимических признаков) характеризуются сочетанием: а) признаков самого органического вещества "торфяного ряда", б) определенных амплитуд pH и Eh поверхностных и грунтовых вод и структур их вариаций в пространстве - времени, в) массового образования высокоподвижных соединений железа, марганца, их перераспределения и локальной аккумуляции на геохимических барьерах, сопряженных с массовым торфонакоплением.

2. Для нескольких типов осадков и пород характерны железистые раннедиагенетические новообразования (конкреции гидроксидов, сульфидов, карбонатов, фосфатов железа в разных соотношениях и - или - неравномерной цементации). В большинстве случаев происходит также подчиненное каолинитообразование. Намечаются также типичные порядки содержаний железа, кальция и некоторых других элементов и размерности ряда геохимических коэффициентов (отношение железа к магнию, к кальцию; закисного - к окисному железу и т.д.). Выделяются типы торфонакопления, парагенетичные рудным концентрациям железа, алюминия и некоторых других элементов.

3. Геохимические признаки являются индикаторами: а) различных физико-географических обстановок торфо- и углеобразования - паралических, лимнических, речных, их климатических вариантов; б) различных типов геотектонического режима; в) различных историко-геологических типов формаций и их внутренних подразделений (зон, ступеней, типов циклотем и т.д.) и связанных с ними типов торфяников и угольных пластов.

4. Паралические углеобразующие ландшафты отличаются большим распространением конкреций сульфидов железа и смешанных карбонатов железа, кальция и магния. Субтропические и тропические - более интенсивным каолинитообразованием, более

высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  и другими особенностями. Все древние угленосные формации отличаются от современных торфяных резким преобладанием железистого карбоната над другими железистыми минералами, отсутствием или редкостью конкреций окисного железа и другими признаками.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

О.А.Чичагова, Я.М.Аммосова,  
А.Л.Александровский, Е.Ю.Милановский,  
А.Е.Черкинский (СССР)

Изучение природы и свойств органического вещества (ОВ) ископаемых почв, превращение его во времени и в результате диагенеза позволяет проводить реконструкцию палеогеографических условий древних эпох почвообразования, открывает пути к познанию истории и эволюции современного почвенного покрова и всей осадочной толщи.

Была сделана попытка подойти к решению проблемы преобразования ОВ во времени путем исследования его в голоценовых почвах хроноряда Куршской косы, погребенных в песчаных дюнах (возраст почв от 300 лет назад (л.н.) до 4300 л.н.), а так же в верхнеплейстоценовых ископаемых почвах разного возраста (брянского межстадиала - 25000-30000 л.н. и микулинского-эмского межледниковья - > 70000 л.н.), погребенных в карбонатных лёссах. Получены следующие результаты.

Для голоценовых почв хроноряда Куршской косы характерным является групповой состав гумуса с преобладанием фракций гуминовых кислот (ГК), свободных и связанных с подвижными  $\text{R}_2\text{O}_3$ . С увеличением возраста почв хроноряда в ГК наблюдается снижение доли алифатических цепей и увеличение доли циклического полимеризованного углерода, а так же возрастание степени окисленности; происходит дегидратация и потеря  $\text{CH}_3$ -групп; увеличивается число карбоксильных групп; снижается содержание углево-

дов; значительно увеличивается выход бензолполикарбонновых кислот. Изучение спектральных свойств в видимой и инфракрасной областях полностью подтверждает приведенные выше результаты химического анализа ГК. Молекулярно-весовое распределение частиц ГК по данным гель-фильтрации показало уменьшение с возрастом молекулярного веса высокомолекулярной и увеличение доли низкомолекулярной фракций; диффрактограммы порошков ГК свидетельствуют о том, что в более молодых ГК преобладают периферические неупорядоченные цепи, тогда как в более зрелых наблюдается более высокая степень упорядоченности.

ОВ ископаемых верхнеплейстоценовых почв брянского возраста, развивавшихся в условиях короткого межстадиала, при наличии криогенных процессов, сходно с ОВ длительно-мерзлотных таёжных почв Средней Сибири и характеризуется фульватным гумусом, преобладанием фракций ГК, связанных с Са. ГК отличаются слабой уплотненностью и большой устойчивостью к электролитам.

ОВ ископаемых почв микулинского возраста образовалось в условиях длительного межледниковья и несет черты, свойственные ОВ современных зональных почв. Оно характеризуется определенным для каждого типа гумусообразования соотношением углерода ГК к углероду фульвокислот ( $C_{ГК}/C_{ФК}$ ), оптической плотностью ГК и соответствующим порогом коагуляции.

Общим для всех ископаемых верхнеплейстоценовых почв является незначительное содержание в ОВ гидролизуемых соединений, отсутствие подвижных форм ГК, преобладание фракции ГК, связанных с Са и большой негидролизуемый остаток.

Таким образом, если ОВ голоценовых погребенных почв претерпевает ряд диагенетических преобразований, связанных с условиями погребения в песчаных дюнах, то в ископаемых верхнеплейстоценовых почвах ОВ в большей мере отражает характер древнего почвообразования в толще карбонатных лёссов.

М.Дастилунг, Й.Дейбсер,  
Ф.Гейдел (Франция)

В углеводородной фракции, как и в большинстве современных осадков, найдено преобладание тяжелых  $n$ -алканов ( $C_{25}$ ,  $C_{27}$ ,  $C_{29}$ ,  $C_{31}$ ) с нечетным количеством атомов углерода, которые ассоциируются со связанными нормальными алканами, могущими образоваться из кутикулы при декарбоксилировании жирных кислот (Debuzeiret al., 1975). Прежде всего, в "легких" углеводородах, извлеченных из осадков "Baiede Bourgneuf" нормальные алканы  $nC_{16}$  и  $nC_{18}$  определялись вместе с доминирующими нормальными алканами  $nC_{16}$  и  $nC_{18}$ .

Полициклические алканы ( $I7\alpha$ ,  $2I\beta$ ) ряда гопанов, найденные в двух образцах, указывают на нефтяное загрязнение.

Результаты анализов гуминовых кислот и гуминов, полученных методом элементарного анализа, инфракрасной спектроскопии и гидролиза, дали полную характеристику органического вещества и возможных его источников.

#### ГЕОХИМИЯ ИСКОПАЕМОГО РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ГЕНЕЗИС ГАЗА В СВЯЗИ С ИСТОРИЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Л.Гиндорф, Р.Мейнхольд,  
Г.Пэтц (ИДР)

История геологического развития не всегда достаточно учитывается при изучении геохимии ископаемого рассеянного органического вещества (РОВ) и связанных с ним газов. После критической оценки существенных представлений о характере РОВ, авторы доклада кратко анализируют геологические процессы, действующие на РОВ. При этом учитываются такие факторы, как температура, давление и метаморфизм.

Сделана попытка определить изменения состава РОВ различного происхождения на отдельных этапах его эволюции (во время седиментогенеза, диагенеза и катагенеза), а также изменения состава сингенетических газов по основным параметрам.

Из изучения эволюции органического вещества вытекают прямые связи между его изменением и образованием различных газовых компонентов.

При этом важнейшим фактором этого процесса являются температура и длительность ее воздействия.

В образовании газов большую роль играют региональные геологические условия, а также местные фациальные изменения.

Весьма важно для генезиса газа определить геологическое время превращения органического вещества и миграции образованных газов.

Таким образом, на основе изучения органического вещества и влияния геологических процессов на его превращение возможно научное прогнозирование газоносности и определение критериев для поисков газовых месторождений в различных геологических условиях.

При этом авторы обращают внимание на трудности, возникающие при восстановлении истории геологического развития, на примере нескольких газоносных районов мира.

## ДИАГНОСТИКА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Н.Б.Вассоевич, Ю.И.Корчагина,  
Б.А.Соколов (СССР)

1. Под нефтематеринскими (НМ) понимаются отложения, способные, во-первых, генерировать нефть, а во-вторых, отдавать ее в коллекторы в количестве, обеспечивающем возможность образования скоплений, представляющих (или могущих представить в будущем) промышленный интерес.

2. Нефтеобразование - процесс весьма длительный и стадийный, и поэтому соответствующие осадки не сразу становятся соб-

ственно нефтематеринскими. В своем развитии они проходят три главные стадии: 1) потенциально нефтематеринских (ПНМ) – с момента отложения до опускания в главную зону нефтеобразования (ГЗН) с температурой свыше  $55-60^{\circ}\text{C}$ , т.е. на глубины свыше 1,5–2,5 км; 2) нефтепроизводящих (НПШ) – в период пребывания в ГЗН, нижняя граница которой определяется температурой в  $160-200^{\circ}\text{C}$ , т.е. глубиной от 4,5 до 7 км; 3) бывших нефтематеринскими, но уже полностью исчерпавших свой нефте- (но не газо-) материнский потенциал (БНМ) и побывавших в более жестких термобарических условиях. Для каждой из этих стадийных категорий НМ отложений характерны не только общие, но и особые диагностические признаки.

3. Важнейший признак ПНМ отложений (чаще всего представленных глинами и/или мергелями) – присутствие органического вещества (ОВ), обладающего нефтематеринским потенциалом ( $\Pi_{\text{НМ}}$ ). Он устанавливается химическими (например по величине атомарного отношения  $\text{H/C}$ , с поправками на содержание гетероэлементов) и/или углететрографическими методами – по содержанию альгинита ( $\text{H/C} = 1,5 + 1,8$ ) и/или лейптинитовых компонентов ( $\text{H/C} = 1,2 + 1,6$ ).

4. Главнейшие признаки НПМ отложений – 1) паравтохтонные проявления нефти и/или других нефтидов, хорошо выявляемые люминесцентным методом, и 2) остаточный (из-за эмиграции углеводородов) характер хлороформенного битумоида, выражающийся в его поокислении (относительном обогащении  $\text{O, N, S}$ ), усиливающимся по мере развития главной фазы нефтеобразования (ГФН). В зоне максимального ее проявления это поокисление затрагивает и все ОВ, если в нем преобладает альгинит. Глины испытывают гидрослюдизацию и дегидратацию.

5. В БНМ отложениях резко снижается выход остаточного битумоида и он теряет, из-за усиленной генерации метана (максимальной за всю предыдущую историю ОВ), содержание  $\text{H}_{\text{орг}}$ . В БНМ нередко сохраняются следы паравтохтонных микропроявлений нефти в виде нефтидов, утрачивающих во все большей степени свою способность извлекаться органическими растворителями. Открытая пористость глин постепенно сходит на нет.

## ОБ ОБРАЗОВАНИИ И СОСТАВЕ ОСНОВНОЙ МАССЫ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

О.П.Четверикова, Т.Ю.Пентина  
(СССР)

При отложении и фоссилизации органических остатков в осадках происходит их разложение до простых фрагментов и синтез высокомолекулярных гетерополиконденсатов, одни из которых можно выделить в раствор водной щелочи (кислоты), а другие, ангидриды и эфиры этих кислот, удается препаративно выделить только после обработки спирто-пиридиновым раствором щелочи.

Гетерополиконденсаты охарактеризованы по элементному составу, содержанию  $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{OCH}_3$  групп, величине порога коагуляции и оптической плотности в видимой области спектра, а также ИК и ЭПР спектрам и результатам рентгеноструктурного исследования. Они оказались различными для пород, формировавшихся в отличающихся фациальных условиях.

Выделены группы гетерополиконденсатов, названные гуминовыми кислотами и гуминами I, параметры строения которых предполагают наличие слоев с конденсированными ароматическими структурами, и сапропелевыми кислотами и сапроинами II, параметры структуры которых указывают на отсутствие в основе их строения конденсированной ароматики, на их преимущественно гетеро- и алициклическое строение. Нюансы фациальных условий отражаются в особенностях строения этих веществ, что позволяет деление на группы делать более дробным.

Гуминовые и сапропелевые кислоты характерны для осадков и встречаются в породах обычно до стадии мезокатагенеза, уже в осадках они переходят в нерастворимые в щелочах формы, гумины и сапроины, широко встречающиеся в породах позднего протокатагенеза и раннего мезокатагенеза. Эти вещества являются элементарными ячейками, строительными единицами основной (нерастворимой) массы рассеянного органического вещества. Расчетным путем показано, что при отщеплении от них воды и углекислоты образующийся конечный продукт характеризуется значениями элементного состава, свойственными для концентратов основной

массы рассеянного органического вещества зоны протокатагенез-середина мезокатагенеза.

## КАТАГЕНЕЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД И СВОЙСТВА НЕФТЕЙ И ГАЗОВ

Э.В.Чайковская, И.Б.Кулибакина  
(СССР)

1. Анализ представительного материала (более 4000 индивидуальных определений по 20 НГБ Союза и зарубежных стран) свидетельствует о наличии закономерных связей между свойствами нефтей и газов и стадиями катагенеза ОБ вмещающих пород. Прослежен ряд катагенетического превращения ОБ ( $ПК_2$ - $AK_2$ ) и синхронные ему изменения физико-химических свойств нефтей и газов в залежах. Установлено, что каждой стадии катагенеза ОБ соответствует определенный геохимический тип нефтей и газов. Количество аномальных для данной зоны нефтей и газов обычно невелико (5-25% анализов в зависимости от тектонотипа НГБ), что свидетельствует о преимущественной сингенетичности нефтей и газов вмещающим породам.

2. По мере увеличения стадий катагенеза ОБ до  $МК_3$  в составе природных газов увеличивается сумма гомологов метана с последующим снижением их и появлением предельно сухих метановых, а затем углекисло-метановых газов на заключительных этапах катагенеза.

3. В главной зоне нефтеобразования фиксируются последовательная алифатизация нефтей и конденсатов, смена нефтеновых разностей на метаново-нафтеновые и предельно метановые синхронные изменения. Прослежены плотности, содержания смолисто-асфальтеновых компонентов, индекса корреляции легких и тяжелых фракций, изотопного состава углерода нефтей.

4. При общей направленности в изменении свойств нефтей и газов по мере катагенеза ОБ пород имеют место некоторые отклонения в абсолютных значениях отдельных параметров за счет раз-

личий в фациально-генетических типах исходного ОВ.

5. Выявление причинно-следственной связи между характером нефтегазоносности и свойствами нефтей и газов, с одной стороны, и фациально-генетическим типом органического вещества, и стадией его геохимической эволюции, с другой, создает прочную теоретическую основу для научного прогнозирования нефтегазоносности малоизученных регионов, глубоких горизонтов осадочного чехла и является доказательством органической теории происхождения нефти и газа.

### ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА СИНБИТУМОИДОВ, НЕФТЕЙ И ГАЗОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ КАТАГЕНЕЗА

В.Т.Работнов, Е.П.Шишенина,  
И.Б.Кулибакина (СССР)

I. Влияние катагенеза находит свое отражение в элементном, групповом и углеводородном составе битумоидов. Ряд исследователей указывают на значительное повышение процессов битумообразования на градациях катагенеза МК<sub>1</sub> и МК<sub>2</sub>, наряду с этим нами установлены интенсивные процессы генерации углеводородов и в отложениях с ОВ, преобразованным до градации катагенеза МК<sub>4</sub>-МК<sub>5</sub>. ОВ последних характеризуется максимумами: битумоидного коэффициента ( $\beta_{\text{кл}}$ ), степени восстановленности ХВ; содержания масел, метаново-нафтеновых углеводородов, отношений н-алканов изо-алканам, короткоцепочечных углеводородов (C<sub>14</sub>-C<sub>20</sub>) при минимальной концентрации смол и сравнительно низких содержаниях пристана и фитана. Следовательно на градациях катагенеза МК<sub>4</sub>-МК<sub>5</sub> происходит значительная перестройка структуры молекул ОВ и продолжают процессы новообразования битумоидов.

С ростом степени преобразованности ОВ до градации апокатагенеза резко возрастает алифатичность битумоида и происходит полная его деасфальтизация. Темпы новообразования высокомолекулярных УВ на градациях катагенеза АК<sub>2</sub>-АК<sub>3</sub> резко снижаются и видимо преобладают процессы газообразования.

2. По мере увеличения степени катагенеза наблюдается метанизация нефтей, для них характерно уменьшение удельного веса, вязкости и смолисто-асфальтовых компонентов. Наиболее легкие нефти метанового основания встречаются в породах, ОВ которых находится на грациях катагенеза МК<sub>3</sub>-МК<sub>4</sub>.

3. В составе свободных газов, приуроченных к породам с ОВ, преобразованном от грации катагенеза ПК<sub>3</sub> до МК<sub>3</sub> отмечается постепенное увеличение суммы тяжелых УВ: их модальные значения равны долям процента (ПК<sub>3</sub>), 1,0 - 3,9% (МК<sub>1</sub>), 4,0 - 6,9% (МК<sub>2</sub>) и 10-12,9% (МК<sub>3</sub>). На более высоких грациях катагенеза (МК<sub>4</sub>) количество тяжелых УВ снижается (наиболее часто встречаемые значения 4-7%). Уменьшение концентрации последних объясняется резким возрастанием генерации газообразных углеводородов на грациях катагенеза МК<sub>4</sub> и более высоких.

4. Установленные закономерности позволяют использовать данные о катагенезе органического вещества для прогнозирования состава нефти, газа и выявления зон преимущественного нефте- и газонакопления.

## ХИМИКО-ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ИСКОПАЕМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

В.А.Успенский, О.А.Радченко,  
Н.Ф.Буланова, Н.Б.Смирнова  
(СССР)

I. Химико-вещественный состав ископаемого ОВ отражает количественные соотношения в нем трех категорий элементов, различающихся по биогеохимическому происхождению: а) элементы собственно гумусовые, лигнино-целлюлозного происхождения; б) элементы меланоидиновые, углеводно-белкового происхождения; в) элементы липидные, охватывающие как растворимые, так и нерастворимые в органических растворителях формы; в липидах живого вещества преобладают растворимые формы, в ископаемом ОВ -

нерастворимые<sup>х</sup>.

2. Предложен метод определения химико-вещественного состава ископаемого ОБ, опирающийся на данные элементного состава и полукоксования. Разработана расчетная техника, позволяющая определить количественную долю в ОБ липидных и суммы нелипидных (гумусово-меланоидных) элементов, а также характеристику этих двух групп составляющих ОБ по линии их элементного состава и данных полукоксования.

3. Химико-вещественный состав представляет значительный интерес в ряде аспектов:

а) знание соотношений в структуре ОБ специфических категорий веществ, различающихся по составу, свойствам и по исходной природе, обеспечивает создание четкой основы для классификации типов ОБ;

б) доля липидного материала в составе ОБ служит мерилем нефтематеринского потенциала последнего, поскольку генератором нефти является именно эта его составляющая;

в) элиминирование (путем расчета) примеси диспергированных в гелифицированном веществе гумусовых углей липидного материала должно способствовать построению более представительной углефикационной шкалы;

г) особое место в исследованиях этого плана займет характеристика химико-вещественного состава битумов разных классов и разных линий битумогенеза;

д) последующее расчленение гумусовой и меланоидной составляющих ОБ откроет ряд новых возможностей познания геохимии последнего;

е) в случае углей и горючих сланцев знание их химико-вещественного состава существенно также для выбора наиболее целесообразных путей их промышленного использования.

---

<sup>х</sup>Во всех энциклопедиях мира, геологических, биохимических и биологических словарях, в учебниках и т.д. общим гиражом более 4 млн. экземпляров под липидами понимаются жиры и жироподобные вещества (липоиды), не растворяющиеся в воде, но растворимые в органических растворителях. "Нерастворимые липиды" - типичная катахреза. Ред.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
КАТАГЕНЕТИЧЕСКОГО РЯДА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ  
И РАССЕЯННЫХ ФОРМ ГУМУСОВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Т.И.Сороко, Л.М.Кориева  
(СССР)

Установлено, что катагенетический ряд концентрированных форм ОВ по сравнению с рассеянными (РОВ) характеризуется более высокой степенью восстановленности органического вещества. В углях класса гумитов на обследованных градациях катагенеза от ПК<sub>3</sub> до МК<sub>4</sub> выше содержание водорода, более высок выход летучих компонентов и ниже содержание периферийных кислородсодержащих функциональных групп. Углефикационное преобразование концентрированного и рассеянного органического вещества (РОВ) протекает однонаправленно и отличается лишь количественными показателями. При близком содержании общего кислорода в угольном веществе и в РОВ, обнаруживается существенное различие в количественном распределении его между периферийными реакционноспособными группами и кислородом, входящим во внутреннюю структуру керогена. Катагенетический ряд РОВ характеризуется более высоким содержанием кислорода в группах всех трех функций.

Как в углях, так и в РОВ наибольшее количество реакционноспособного кислорода связано гидроксильными (фенольными) группами. Содержание карбоксильного кислорода превышает содержание карбонильного на градации ПК<sub>3</sub>. На более высоких градациях соотношение кислорода в этих группах меняется на обратное. Наиболее интенсивно происходит отщепление карбоксильных групп. В углях при содержании углерода свыше 82% они полностью отсутствуют. В РОВ кислород этой формы фиксируется (0,25%) и при более высоком содержании углерода (86,5%). Существенная потеря гидроксильных групп наступает на более высоких градациях катагенеза, чем карбоксильных (МК<sub>1</sub>). Кислород этой функции присутствует в керогене до разностей, содержащих 90% углерода. Карбонильные группы начинают заметно отщепляться при достижении органическим веществом градации МК<sub>2</sub>, но обнаруживаются в

значительных количествах (особенно в РОВ) по всему катагенетическому ряду.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ КАТАГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КЛАССА САПРОПЕЛИТО-ГУМИТОВ

Т.И.Сороко, А.М.Назарова  
(СССР)

Нерастворимая часть рассеянного органического вещества класса сапропелито-гумитов с увеличением глубины палеопогружения (от 0,7 до 4,0 км) и усилением факторов катагенеза подвергается постепенно нарастающей карбонизации структурных единиц керогена, выражающейся в увеличении содержания углерода в керогене (от 68 до 85%), показателя преломления витринита и уменьшении общего кислорода (от 22 до 7%). Основная часть кислорода в макромолекуле керогена на стадиях катагенеза от ПК<sub>3</sub> до МК<sub>3</sub> присутствует в форме периферийных функциональных групп (карбокисильных, гидрокисильных, карбонильных). В расчете на общий кислород их содержание по катагенетическому ряду превышает 70%. Максимальное количество реакционноспособного кислорода связано гидрокисильными группами (56,2 - 78,3%). Кислород карбокисильных групп превышает карбонильный только на градациях ПК<sub>3</sub>. По мере дальнейшего преобразования соотношение форм кислорода меняется на обратное.

Наиболее интенсивно кероген теряет карбокисильные группы. Реакции дегидратации протекают медленнее и заметно проявляются на градации МК<sub>1</sub> (палеоглубина более 2,0 км). Элиминирование карбонильных групп начинается только на МК<sub>2</sub>. Максимальная потеря "нерактивного" кислорода, связанного с внутренней структурой керогена, наблюдается на градации МК<sub>1</sub>. Начиная с этого этапа на фоне постепенной карбонизации сапропелито-гумитов, обусловленной отщеплением функциональных групп и замыканием освобождающихся валентностей по углерод-углеродным связям, появляются структуры меньшего молекулярного веса с аномально по-

ниженным содержанием углерода, более высоким содержанием кислорода, свидетельствующие о деструкции керогена. Процесс сопровождается новообразованием реакционно-способных групп всех трех функций. Этот факт позволяет предполагать наличие в структуре сапропелито-гумитов "мостиковых" кислородных связей, осуществляемых не только через один атом кислорода. Этап катагенетической эволюции рассеянного ОВ класса сапропелито-гумитов, связанный с его деструкцией, соответствует началу развития главной фазы нефтеобразования.

#### ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ И АМИНОКИСЛОТЫ КАК ОТРАЖЕНИЕ ГЕНЕЗИСА И УРОВНЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА (РОВ)

А.И.Даньшевская, В.А.Матвеева  
(СССР)

При снижении роли витринитового и увеличении альгинитового материала в РОВ наблюдается определенная тенденция изменения состава гуминовых кислот, характеризуемая ростом алифатичности, содержания азота, гидролизуемого материала и кислородных соединений, боковых радикалов с гидрофильными группами и кислых аминокислот. Полностью исчезают ароматические аминокислоты. Изученные гуминовые кислоты индивидуальных и смешанных форм РОВ представляют три основных генетических категории, характеристические параметры которых установлены. В пределах региона площадью 400 тыс.км<sup>2</sup> выявлены различия аминокислотного состава РОВ по разрезам и показана однозначность в характере генетических изменений растворимых компонентов РОВ - битумоидов, гуминовых кислот и аминокислот. Границей обнаружения гуминовых кислот и аминокислот явились палеоглубины около 3 км и длиннопламенная (МК<sub>Г</sub>) градация катагенеза РОВ.

Различия термической устойчивости аминокислот позволяют рассматривать их в качестве косвенных палеотермометров. Полученные данные свидетельствуют о возможности приближенной оцен-

ки интенсивности термоллиза, испытанного РОВ по температурам разложения обнаруженных в его составе аминокислот.

Уровень преобразования ОВ отражается в составе гуминовых кислот и аминокислот. Гуминовые кислоты составляют 30-50% ОВ донных осадков шельфа Арктических морей и удобны для оценки ранних диагенетических преобразований ОВ.

Свободные аминокислоты в осадках отсутствуют. Гумификация, наблюдаемая на глубине 0,2-2 м, сопровождается изменением состава гуминовых кислот и увеличением содержания связанных аминокислот от 10 до 50-60 тыс. гамма/100 г. осадка. Появляются новообразованные аминокислоты - цистин, метионин и др. Направленность процессов однозначна для планктоногенного и обогащенного терригенным материалом ОВ. В количественном отношении распределение аминокислот однотипно - преобладают нейтральные. Наряду с этим фиксируются индивидуальные особенности аминокислотного состава, по-видимому, обусловленные генезисом ОВ и различиями в биопродуктивности акваторий.

#### КАТАЛИЗ В ПРИСУТСТВИИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ И ОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ

У.Д.Джонс (США)

Кинетическое исследование декарбоксилирования жирных кислот и крекинга алканов в присутствии чистых глинистых минералов, а также глин из третичных пелитовых отложений разной степени катагенеза подтверждает потенциальную роль глинистых минералов как катализаторов в природном процессе образования нефти.

Экспериментально установленные кинетические параметры в сочетании с данными о химических изменениях, происходящих во время катагенеза, и результатами анализа стабильных изотопов углерода рассеянного органического вещества проливают свет на механизмы реакций, участвующих в этих процессах.

## К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ НОРМАЛЬНЫХ И ИЗОПРЕНОИДНЫХ АЛКАНОВ В СОВРЕМЕННЫХ И ИСКОПАЕМЫХ ОСАДКАХ

А.Ф.Шляхов, К.Ф.Родионова  
(СССР)

Установление состава и распределения n-алканов в современных осадках, осадочных породах и нефтях имеет важное значение для освещения вопроса о происхождении нефти. В качестве источников n-алканов многими исследователями рассматривались n-алканы, содержащиеся в водорослях и наземных растениях, а также n-алканы, образующиеся на стадии раннего диагенеза из жирных кислот; при этом подчеркивалось преобладание молекул с нечетным числом углеродных атомов. Однако в ряде изученных нами образцов современных осадков установлено плавное распределение n-алканов без заметного преобладания "нечетных" молекул.

Изопреноидные алканы по общепринятым представлениям образовались из фитола посредством окислительно-восстановительных и термokatалитических реакций. Пристан может быть внесен в осадки и с зоопланктоном.

В настоящем докладе приведены экспериментальные данные, показывающие, что в современных морских осадках, кроме пристана и фитана (повышенное содержание которого действительно имеет место в районах скопления зоопланктона и ихтиофауны), содержатся 2,6,10,14-тетраметилгептадекан и изопреноидные 2,6,10-триметил- и 3,7,11-триметилалканы. Соотношение пристан/фитан не зависит от окислительно-восстановительного потенциала осадка. Относительное содержание изопреноидных триметилалканов (в вес% от суммы изопреноидов) в современных морских осадках близко к таковому для нефтей и древних пород. Анализ диастереомерного состава изопреноидных алканов, содержащихся в современных морских осадках, древних породах и в нефтях, показал наличие сравнимых количеств стереоизомеров как соответствующих, так и не соответствующих стереохимической конфигурации фитола.

На основании приведенных экспериментальных данных по составу изопреноидных и нормальных алканов в осадочных породах и нефтях и литературных данных по составу алифатических углеводов

родов в живых организмах делается вывод о решающей роли микробного воздействия на изменение состава алкановых углеводородов в процессе диагенеза.

## БАЛАНСОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЛИТОГЕНЕЗЕ

Ю.И.Корчагина (СССР)

Объектом исследования послужили майкопские и кумские глинистые отложения палеогена в Западно-Кубанском прогибе (около 200 обр.), формировавшиеся в восстановительной и резко-восстановительной геохимической обстановке и находящиеся в различных термобарических условиях (глубины от 0,5 до 5,2 км, температура от 35 до 185°C).

Привязка рассеянного органического вещества (ОВ) к определенным стадиям (градациям) шкалы катагенеза осуществлялась с помощью критериев, разработанных по бесспорно сингенетичной части ОВ и отражающих изменение его физических и химических свойств в процессе погружения пород. Для нерастворимой части ОВ таковыми являются: элементный состав (С и Н), показатель преломления коллоальгинита, количество парамагнитных центров (КПЦ), степень ароматичности ( $f_a$ ), определенная с помощью рентгеноструктурного анализа. Каждой зоне катагенеза свойственны характерные процессы преобразования ОВ (и их масштабы), приводящие к новообразованию углеводородов (УВ) и их эмиграции из материнской породы. Перемещение микронепти в пределах материнской толщи фиксируется в виде паравтохтонного и остаточного битумоида. При этом в разрезе возникают сначала зоны преимущественного распространения автохтонного битумоида (до главной зоны нефтеобразования, ГЗН, до 1,5 км), автохтонного и паравтохтонного (ГЗН, 2 - 3 км) и зона паравтохтонного и остаточного битумоида ( $> 4$  км).

В породах, не вступивших в ГЗН, или только вступивших в нее, устанавливается прямая корреляционная зависимость между

содержанием: 1)  $C_{орг}$  и битумоида в породе ( $\tau = 0,63$ ); 2) битумоидом и углеводородами в расчете на  $C_{орг}$  пород ( $\tau = 0,83$ ); 3) спиртобензольными смолами и углеводородами в составе ОВ ( $\tau = 0,76$ ).

В более жестких термобарических условиях (глубже 3 км), где эмиграция часто преобладает над генерацией микронефти и где собственно автохтонный битумоид встречается в разрезе не чаще 20%, прямые корреляционные связи между отдельными компонентами ОВ, определенными геохимическими условиями седиментации и раннего диагенеза, нарушаются. Между содержанием углеводородов, битумоидом в породе ( $\beta^{ХБ}$ ) и глубиной погружения пород ( $> 4$  км) фиксируется обратная связь ( $\tau = -0,85, \tau = -0,65$ , соответственно для углеводородного и битумоидного коэффициентов).

Выяснение корреляционных связей в составе рассеянного ОВ в процессе литогенеза позволяет выявить не только этап его максимальной битуминизации (начало главной фазы нефтеобразования, градации катагенеза МК<sub>1</sub>-МК<sub>2</sub>, отвечающие стадии углефикации Д и Г), но и конкретизировать условия наиболее активной первичной миграции микронефти.

#### ЗАКНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ КОМПОНЕНТОВ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОРСВОЙ СИСТЕМЕ ПОРОД

С.Н.Белецкая, Г.М.Боровая  
(СССР)

При уплотнении осадочных толщ по мере их погружения часть битумоида остается в относительно изолированных участках породы: этот битумоид в меньшей степени, чем битумоид открытых пор, подвергается воздействию миграционных, гипергенных и других процессов и сохраняет более сингенетичный состав. Учитывая это, целесообразно проводить раздельное изучение битумоидов, приуроченных к системе открытых пор и к изолирован-

ным участкам породы. С этой целью во ВНИГРИ разработана методика, основанная на последовательном извлечении битумоидных компонентов из одной и той же навески породы, сначала недробленной, а затем раздробленной. Экстракция проводилась либо сжатым углекислым газом, либо хлороформом, спиртобензолом.

В ~ 200 образцах пород различного возраста и литологического состава изучено распределение в поровой системе битумоидов и их компонентов: легких углеводородов (УВ) с  $T_{\text{кип}} < 280^{\circ}\text{C}$ , метаново-нафтеновых и ароматических УВ с  $T_{\text{кип}} > 280^{\circ}\text{C}$ , смол и асфальтенов. Параллельно изучались петрографические и люминесцентные шлифы исходных и проэкстрагированных пород.

Подобный подход к изучению битумоидной составляющей рассеянного органического вещества (РОВ) позволил: диагностировать генетический тип битумоида и состояние миграционных процессов для каждого конкретного образца породы с установлением этапа миграции (межпоровая, внутрисвитная, межсвитная); проследить закономерное изменение битумоидов открытых и закрытых пор с ростом катагенеза РОВ и выявить специфические особенности миграции этих битумоидов при погружении отложений; на основании состава битумоидов закрытых пор рассчитывать коэффициент отдачи подвижных компонентов (УВ, смол) за геологическую историю отложений и уточнить влияние процессов генерации и миграции на состав битумоидов.

Было установлено, что:

- на ранних этапах погружения пород основная доля битумоидов приурочена к открытым порам, а на поздних - к закрытым;
- перекристаллизация карбонатного материала преимущественно сопровождается вытеснением битумоидов в открытое поровое пространство;
- максимальная генерация битумоидов сапропелевым РОВ по битумоидам закрытых пор наблюдается на  $\text{МК}_1$ - $\text{МК}_2$  подстадиях катагенеза, смешанным - на  $\text{МК}_3$ - $\text{АК}_1$  подстадиях;
- наиболее активно миграция битумоидов закрытых пор у пород с сапропелевым РОВ проявляется в интервале глубин погружения 1,8-2,5 км при  $C_{\text{орг}} > 1\%$  и 2,0-3,5 км при  $C_{\text{орг}}$  до  $1\%$ ;

в случае смешанного РОВ - в интервале 3,6-4,8 км;

- масштаб генерации и миграции битумоидных компонентов больше, чем считалось ранее, и определяется в значительной мере типом и концентрацией РОВ (у сапропелевого РОВ он в 2-2,5 раза больше, чем у смешанного).

### ЭВОЛЮЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СОСТАВА НИЗКОКИПЯЩИХ УГЛЕВОДОРОДОВ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД И НЕФТЕЙ В ПРОЦЕССЕ КАТАГЕНЕЗА

В.К.Шиманский, А.И.Шапиро,  
В.Ф.Васильева (СССР)

При сопоставлении составов низкокипящих углеводородов (УВ) рассеянного органического вещества (РОВ) пород и нефтей обнаружено сходство не только в характере распределения индивидуальных УВ, но и в особенностях изменения соотношений между этими УВ в зависимости от некоторых геологических параметров.

Как в нефтях, так и в РОВ пород с увеличением глубины залегания наблюдается повышение выхода низкокипящих УВ на всю углеводородную фракцию, рост отношений низкокипящих алканов и аренов к циклопарафинам, n-алканов к их изомерам, монозамещенных алканов - к дизамещенным, аренов  $C_6$ - $C_7$  к аренам  $C_8$ .

В связи с этим можно предположить, что те изменения, которые применительно к нефтяным УВ характеризуют процесс "метаморфизма нефти", в действительности отражают преобразование РОВ пород в процессе их катагенеза как функции главным образом термических условий. Именно степень катагенетической преобразованности РОВ определяет углеводородный тип легких фракций нефти, поступающих в залежь.

В то же время между индивидуальными составами низкокипящих УВ РОВ пород и нефтей обнаруживаются и довольно четкие различия, особенно среди цикланов и аренов. Так, цикланы  $C_7$  РОВ пород по сравнению с теми же УВ нефтей характеризуются более

высокими отношениями пентаметиленов к метилциклогексану, этилциклопентана к диметилциклопентанам, 1,2-диметилциклопентана к 1,3-диметилциклопентану. Арены состава  $C_8$  и  $C_9$  РОВ пород по сравнению с аренами нефтей характеризуются более высокими концентрациями моно- и 1,2-диалкилзамещенных изомеров. Это обстоятельство можно связать с тем, что в низкокипящей фракции РОВ пород выше содержание УВ, по своей структуре отвечающих "первичным" продуктам деструкции ОВ. В целом УВ РОВ пород по сравнению с тем же УВ нефтей представляют собой систему изомеров, термодинамически менее равновесную.

В нефтяной залежи основным фактором, накладывающим в узкой температурной области отпечаток на унаследованные от РОВ закономерности распределения низкокипящих углеводородов, является фазовая дифференциация. Потеря части легких УВ в результате перехода их в газовую фазу приводит к росту отношений  $n$ -алканов к изоалканам, циклогексанов к циклопентанам, цикланов к изоалканам.

#### ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ПЕРВИЧНАЯ МИГРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОСАДИЧНЫХ ПОРОДАХ МИССИСИПСКОГО ВОЗРАСТА

Г.Дембицки и У.Дж.Майншайн (США)

Органические вещества в миссисипском ( $\sim 310 \cdot 10^6$  лет) осадочном разрезе, состоящем из богатого органикой слоя (горючий сланец) толщиной в 2 см и четырех карбонатных горизонтов, разделенных этим слоем, сохраняют в своем составе некоторые особенности, связанные с экологией и палеогеографическими условиями богатых органикой отложений, а также с миграцией некоторых органических веществ в этом разрезе. В богатой органическим веществом породе, содержащей растительные остатки, напоминающие водоросли, концентрации четных  $n$ -алканов от  $C_{22}$  до  $C_{28}$  выше, чем концентрации их нечетных гомологов. Спиртобензолные экстракты из этой породы имеют красный цвет и содержат свобод-

ную серу, а также более 10 вес.% ванадилловых порфиринов типа ДФЭП (дезоксифиллоэритрозетиопорфирины). Стратиграфия этих слоев и сравнение с древними и современными отложениями, содержащими алканы аналогичного состава, показывают, что четные n-алканы являются преимущественно конечными продуктами метаболизма n-алканов в очень соленой карбонатной среде, где анаэробные бактерии питались остатками сине-зеленых водорослей.

С приближением к богатому органикой слою сверху или снизу концентрации насыщенных и ароматических углеводородов в органических экстрактах из четырех карбонатных горизонтов возрастают, а максимумы на кривых распределения алканов постепенно смещаются к более низким молекулярным весам. Состав изотопов углерода растворимого и нерастворимого (кероген) органического вещества в этом разрезе также закономерно изменяется в зависимости от расстояния до богатого органикой слоя. В самом этом слое n-алканы богаче  $C^{13}$  по сравнению с керогенами. Изменение концентрации и изотопного состава органических веществ в этом разрезе показывает, что углеводороды мигрировали в богатый органическим веществом слой и по направлению к нему. Отсутствие закономерных изменений в концентрациях жирных кислот и других сильно полярных органических соединений в рассматриваемом разрезе свидетельствует об ограниченной подвижности этих веществ.

#### ГЕОХИМИЯ ТЕТРАПИРРОЛА МЕЛОВЫХ ЧЕРНЫХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД МОРСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Э.В.Бейкер, С.Э.Палмер  
В.Й.Хуанг (США)

Неоднократно отмечалось, что распределение тетрапиррольных пигментов можно использовать для характеристики геотермической истории отложений и условий осадконакопления. В настоящее время вызывает интерес палеогеография меловых черных глинистых пород морского происхождения, нефтяной потенциал кото-

рых изучает целая группа геохимико-органиков. Было исследовано распределение тетрапиррола в керне меловых осадочных пород, отобранном по Проекту глубоководного бурения из типичных районов в котловинах Атлантического океана.

Как показывает распределение производных хлорофилла, не все меловые глинистые породы имеют одинаковую степень зрелости. В одном случае (рейс 44, Блейк-Багамская впадина) тетрапирролы в осадочных породах присутствовали в основном в форме хлорина (зеленая стадия), что указывает на минимальный термический эффект. Другие условия осадконакопления и другая геотермическая история (рейс 40, Ангольская и Капская котловины) привели к образованию свободных основных порфиринов и их металлических производных. Самое интересное распределение пигментов было обнаружено в образцах, отобранных во время рейса 41 (плато Зеленого Мыса); они содержали порфирины высокой степени зрелости, напоминающие порфирины нефти.

На распределение порфиринов могут влиять следующие факторы: глубина захоронения, скорость осадконакопления, геотермический градиент, скорость и степень прогибания, анаэробные или аэробные условия и степень переработки отложений.

#### ИЗМЕНЕНИЕ НЕАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОЦЕССЕ КАТАГЕНЕЗА

А.Холлербах, Х.В.Хагеманн (ФРГ)

Углеводороды растворимого органического вещества быстро изменяются в ходе углефикации. Это изменение хорошо прослеживается на углеводородах с характерным строением углеродного скелета. При значениях отражательной способности от 0,45 до 0,70% содержание пентациклических тритерпенов (олефины), часть которых относится к первичному битумоиду, уменьшается, а количество соединений гопанового ряда (тритерпаны) увеличивается. Одновременно наблюдается увеличение содержания фитана и пристана до значений отражательной способности витринита

3,0%. Содержание тритерпенов, тритерпанов, а также дитерпанов изменяется в ходе углефикации, что объясняется изменением энергии химических связей в керогене.

## К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Н-АЛКАНОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАССЕЙННОМ ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ

Я.Я.Глогочовски (Польша)

Вопрос распределения н-алканов является весьма важным в современной геохимии, а показатель преобладания нечетных углеводородов над четными - С.Р.І. представляет один из главных геохимических показателей, определяющих степень превращения (зрелости) рассеянного в породах органического вещества (РОВ) и нефтей.

Характер распределения н-алканов несет ценную информацию о типе первичного органического вещества и генезисе углеводородов.

Анализ литературных источников показывает значительные расхождения и различия способов расчета показателя преобладания СРІ, благодаря чему на практике невозможно сопоставлять результаты исследований.

Сопоставление результатов распределения н-алканов в РОВ и в нефтях в отложениях различного возраста (Польша) позволило установить наличие больших расхождений показателя преобладания СРІ, рассчитанного по известным в литературе формулам. В частности большие расхождения наблюдаются в величинах СРІ н-алканов в битумоидах молодых отложений, в то время как вариации в битумоидах более древних горных пород незначительны.

Наблюдаемая бимодальность в распределении н-алканов обосновывает введение двучленных формул, информирующих о преобладании нечетных н-алканов в двух пределах: легких углеводородов ( $C_{15} - C_{25}$ ) и тяжелых ( $C_{22} - C_{35}$ ). Выполненные нами исследования по распределению н-алканов в нефтях и битумоидах обосновали необходимость проведения типизации способов расчета

СРІ. Вторым показателем является введенный Филиппи показатель преобладания легких углеводородов над тяжелыми (L НСР) в виде соотношения  $C_{21}+C_{22} / C_{28}+C_{29}$ . Он дает ценные сведения относительно типа и происхождения первичного органического вещества.

Здесь также целесообразно установление сдвига предела расчетов этого показателя в сторону наиболее часто встречаемого размещения максимума на кривых распределения n-алканов и охват этим показателем более широких пределов распределения с целью избежания случайностей в расчетах.

Исходя из сравнительного характера геохимических исследований необходимо введение единых методов изучения, в частности типизации способов расчета обоих указанных показателей.

В порядке предложения даются следующие формулы:

I - для показателя преобладания нечетных углеводородов над четными:

$$СРІ_{I9} = \frac{C_{I7} + 2C_{I9} + C_{2I}}{2 ( C_{I8} + C_{20} )}; \quad СРІ_{29} = \frac{C_{27} + 2C_{29} + C_{3I}}{2 ( C_{28} + C_{30} )};$$

2 - для показателя преобладания легких углеводородов над тяжелыми:

$$LНСР_{I9/29} = (C_{I7}+C_{I8}+C_{I9}+C_{20}+C_{2I}) / (C_{27}+C_{28}+C_{29}+C_{30}+C_{3I}).$$

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД И САПРОПЕЛЕЙ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АТЛАНТИКИ

Б.Р.Т.Симонеит (США)

Проведены анализы органического вещества некоторых сапропелевых отложений и глинистых пород мелового возраста из разных районов Атлантического океана (Проект глубоководного бурения, рейсы I4, 36, 40, 4I, 43 и 44). Типичные районы исследований включали: восточную часть Ангольской котловины, котловину Зеленого мыса и восточную часть Северной Атлантики,

а также западную часть Северной Атлантики.

Растворимые липиды содержали компоненты как морского, так и терригенного происхождения (аллохтонные). Однако распределение нормальных соединений: алканов, жирных кислот и предельных спиртов — отличается от типичной картины распределения веществ, источником которых являются высшие растения. Терригенные компоненты липидов этих отложений характеризуются, главным образом, содержанием циклических дитерпеноидов и составом изотопов углерода и азота. Во всех образцах присутствовало значительное количество мегаллопорфиринов и изопrenoидных углеводородов с преобладанием фитана над пристаном. Это свидетельствует о господстве в Протоатлантике в меловое время эксинических условий среды и о том, что в различных котловинах бескислородные условия, вероятно, начинались в столбе воды над поверхностью осадков. Исследованные липиды явно содержат автохтонные компоненты морского происхождения, на что особенно указывает распределение жирных кислот; следовательно, первичная биологическая активность была также важным источником органического вещества этих отложений.

#### ЭВОЛЮЦИЯ НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ РАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ПОГРУЖЕНИИ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД НЕОГЕНА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЯПОНИИ

К. Тагучи, Н. Хаяшида  
(Япония)

Проведено исследование слабо изученных неуглеводородных компонентов растворимого органического вещества из неогеновых глинистых пород северо-восточной Японии для получения данных об эволюции этих веществ при погружении с точки зрения генезиса нефти.

Элементный анализ показывает, что с увеличением глубины погружения отложений происходит постепенное повышение содержания углерода и уменьшение содержания кислорода, азота и се-

ры. В содержании водорода заметных изменений не обнаружено.

Инфракрасные спектры поглощения, полученные в таблетках бромистого калия, также изменяются в зависимости от глубины. С увеличением возраста отложений полоса  $C=O$  ( $1700\text{ см}^{-1}$ ) делается слабее, а ароматические полосы  $1610$ ,  $860$ ,  $810$  и  $750\text{ см}^{-1}$  становятся интенсивнее. Алифатические полосы ( $720\text{ см}^{-1}$ ) наблюдаются только в спектрах более молодых отложений, верхнемиоценовых или нижнеплиоценовых, и не обнаружены в спектрах более древних пород.

Полученные результаты рассматриваются в свете проблемы образования третичных нефтей Японии.

#### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА УГЛЕВОДОРОДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЮРСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВО-ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ

К.Корнфорд, А.Дуглас  
(Англия)

Определено содержание углеводородов и жирных кислот в образцах известняков и глинистых пород нижнего лейаса из юго-западной Англии. Выход суммарных экстрактов колебался от почти 0,4% для глинистых пород до 76 чт. на млн. для богатых карбонатами слоев. Для глинистых пород типичны концентрации алканов от 10 до 30 чт. на млн., а для известняков - от 8 до 10 чт. на млн., в то время как содержание монокарбоновых жирных кислот обычно составляло 10-20 чт. на млн. в глинистых породах и 1-9 чт. на млн. в отложениях, богатых известью.

Распределение n-алканов было большей частью двухвершинным с максимумами при  $C_{17}$  и  $C_{29-31}$ , в то время как монокарбоновые жирные кислоты имели один максимум при  $C_{16}$  (пальмитиновая кислота). Определены показатели нечетности ( $NЧ/Ч$ ) для алканов и карбоновых кислот, а также отношения пристан/фитан и норпристан/фитан. Проведено микроскопическое исследование органических включений.

Эти данные рассматриваются с точки зрения происхождения отложений, их литологии и степени катагенеза органического вещества. Значения НС/С и отражательная способность витринита свидетельствуют о том, что степень катагенеза увеличивается с востока на запад, но все эти отложения остаются очень незрелыми. Состав алканов и кислот показывает, что глинистые породы и известняки, видимо, содержат органические вещества как морского, так и континентального происхождения.

Тонкие изменения состава и содержания изопреноидных алканов и жирных кислот считаются чувствительным показателем степени зрелости органического вещества, но как и при объяснении распределения n-алканов и жирных кислот, правильная интерпретация этих данных возможна только при учете влияния минеральной массы осадочных отложений (известковой или глинистой) на диагенетические и катагенетические реакции.

Эти данные будут рассмотрены в сравнении с результатами исследования стратиграфически эквивалентных отложений ФРГ и Люксембурга.

#### ИЗМЕНЕНИЕ С ГЛУБИНОЙ ХАРАКТЕРА БИТУМИНИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ИНДИИ

К.Чандра, С.Н.Бхаттачария  
(Индия)<sup>X</sup>

Рассматривается изменение с глубиной характера битуминизации различных стратиграфических толщ в Камбейском, Кавери, Катч и Верхне-Ассамском бассейнах. Увеличение степени битуминизации свидетельствует о генерации углеводородов, если она не зависит от содержания органического вещества и факторов раннедиагенетической обстановки. Присутствие аллохтонных битумов рассматривается как достаточное условие для признания

---

<sup>X</sup>Комиссия по нефти и природному газу, Институт разведки нефти (Индия).

нефтеносности исследуемых отложений на самых ранних этапах поисково-разведочных работ на нефть. Определение глубины главной фазы нефтеобразования по изменению с глубиной характера битуминизации правильнее основывать на изучении данной свиты в нескольких скважинах района, чем на определении глубины этой зоны в каждой скважине отдельно.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА МОЩНЫХ СЕРИЙ КАРБОНАТОВ НА ПРИМЕРЕ ТРИАСА ОДНОЙ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ ВЕНГРИИ

А.Брукнерне Вейн, Х.Лоринц,  
И.Вето (Венгрия)

Исследованная серия карбонатов мощностью 3,5 км бедна органическим веществом.

Судя по цвету и морфологии спорово-пыльцевого материала, даже нижняя часть карбонатов еще не достигла главной зоны нефтеобразования. По данным ЭПР концентрация свободных радикалов с глубиной не увеличивается ниже ( $10^{18}$  спин/г  $C_{орг}$ ) ожидаемой для главной зоны нефтеобразования. Битумоиды имеют смолистый характер. Битумоидный коэффициент, напротив, начиная с глубины 2,6 км быстро возрастает от 15 до 20-50%.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТРЕХ СТРУКТУРНЫХ ЭТАЖЕЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

В.С.Вышемирский, А.А.Трофимук  
(СССР)

На Западно-Сибирской плите между мезозойско-кайнозойским платформенным чехлом и гетерогенным складчатым фундаментом проследивается мощный (от 2-3 до 10 км), но прерывистый промежуточный тектонический комплекс, в составе которого вы-

явлены отложения от девонских до пермотриасовых.

На юго-востоке плиты промежуточный комплекс имеется на 82% территории. Выступы фундамента, перекрытые непосредственно платформенным чехлом, занимают только 18% территории. Органическое вещество (ОВ), особенно битумная его часть, здесь детально изучено во всех трех структурных этажах. Проводится сравнение ОВ, вскрытых бурением верхних частей промежуточного комплекса и фундамента, а также нижней (тюменской) свиты платформенного чехла, имеющей ниже-среднеюрский возраст.

Степень катагенеза ОВ тюменской свиты ДГ-Г, промежуточного комплекса - ДГ-Ж, фундамента - ПА-А. Эти различия отразились на битумоидных коэффициентах, элементном и групповом составе автохтонных и аллохтонных битумоидов. Эти типы битумоидов различаются во всех структурных этажах. Причем, коэффициент битумоидности автохтонных битумоидов закономерно убывает от верхнего структурного этажа к нижнему, а аллохтонных - в обратном направлении, что согласуется с увеличением масштабов миграции битумоидов с ростом катагенеза.

Ряд различий между битумоидами разных структурных этажей (изотопный состав углерода, отношение углерода к водороду, содержание серы) не зависит от степени катагенеза и определяется условиями накопления ОВ. По характеру битумоидов и нерастворимого ОВ промежуточный комплекс не менее благоприятен для нефтеобразования, чем платформенный чехол.

#### НАФТИДОПРОЯВЛЕНИЯ И ИХ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ С ТИПАМИ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В.А.Каширцев, А.А.Трофимук,  
А.Н.Изосимова, А.Ф.Сафронов,  
И.Н.Зуева, О.Н.Чалая,  
Г.С.Трущелева (СССР)

С целью получения информации о генезисе нафтидопроявле-

ний в отложениях докембрия, кембрийской, пермской и юрской систем северо-восточной окраины Сибирской платформы проведены детальные химические и физико-химические исследования совместно с изучением сингенетических битумоидов из предположительно нефтематеринских отложений.

Нафтиды позднего докембрия и раннего кембрия, несмотря на существенные различия в компонентном и групповом углеводородном составе, обаянные гипергенным процессам, по ряду геохимических "индикаторов" имеют много общего как между собой, так и синбитумоидами из разновозрастных отложений. Для обоих характерна существенная роль изоалифатических углеводородов в составе метаново-нафтенных фракций и низкая степень конденсированности ароматических углеводородов. В составе нормальных парафинов преобладают молекулы с относительно короткой длиной цепи. По предварительным данным нафтиды и синбитумоиды докембрия и раннего кембрия характеризуются "тяжелым" изотопным составом углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -1,65-2,32$ ). Все эти данные позволяют считать, что основным генетическим источником для древнейших нафтидов Оленекского поднятия являлось рассеянное органическое вещество сапропелевого типа разновозрастных материнских отложений.

Иной генетический источник предполагается для нафтидов, залегающих в кавернозных доломитах верхнего кембрия в зоне предпермской эрозии. По геохимическим индикаторам эти нафтиды практически идентичны вышезалегающим пермским битумам, а также синбитумоидам глинистых отложений верхнего палеозоя. Для тех и других характерен относительно "легкий" изотопный состав углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -2,65-2,67$ ). В метаново-нафтенных фракциях резко преобладают алканы нормального строения с максимумами распределения на высокомолекулярных углеводородах. Можно полагать, что нафтиды верхнего кембрия как и нафтиды перми обязаны своим происхождением существенно гумусовому органическому веществу верхнепалеозойских нефтематеринских отложений.

Таким образом, подтверждается точка зрения В.Я.Кабанькова (1954) о едином пермском источнике углеводородов верхнекембрийских и пермских нафтидов Оленекского поднятия.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А.Н.Изосимова, В.А.Каширцев,  
А.Ф.Сафронов, О.Н.Чалая, И.Н.Зуева,  
Н.А.Уткина, В.И.Фролов, А.Б.Боч-  
ковская, В.А.Козлова (СССР)

В осадочном чехле восточной части Сибирской платформы выделяются три основных нефтегазоносных комплекса: рифейско-нижнепалеозойский, среднепалеозойский и верхнепалеозойско-мезозойский, сформировавшихся в различных фациальных условиях, что и обусловило разнообразие генетических классов рассеянного органического вещества (РОВ): докембрий и кембрий-сапропелиты; пермь-сапропелито-гумиты, триас, юра-сапропелито-гумиты и гумито-сапропелиты (последние преобладают в нижнеюрских отложениях).

Изучение РОВ проводилось с учетом условий осадконакопления и степени его катагенетической преобразованности. Детальное комплексное изучение РОВ, а в отдельных случаях концентрированного ОВ, позволило установить геохимические особенности различных генетических классов.

Для синбитумоидов сапропелитов (кембрий) и гумито-сапропелитов (нижняя юра) характерен большой выход масляных фракций (57%-68%) и низкое содержание асфальтенов (2,6%-7,5%) по сравнению с синбитумоидами гумусового типа (соответственно 25-30% и 21-23%). В групповом углеводородном составе пермских синбитумоидов на долю метаново-нафтеновых соединений приходится 50-60% от суммы углеводородов, тогда как в кембрийских и нижнеюрских битумоидах их содержание достигает 80%. Гумусовое и сапропелелевое ОВ отличается также и по характеру ароматических углеводородов. Ароматические УВ гумусового ОВ высококонденсированы, что не характерно для сапропелелевых синбитумоидов.

Наиболее четко специфика материнского ОВ проявляется в характере распределения n-алканов. Синбитумоиды верхнепермских отложений в составе метаново-нафтеновых фракций содержат

большое количество алканов (до 30-40%). Длина цепи n-алканов этих синбитумоидов от  $C_{13}$  до  $C_{30}$  с максимумом распределения углеродных атомов в области высокомолекулярных УВ (на  $C_{25}$  или  $C_{26}$ ). В отличие от гумусового сапропелевое ОВ содержит значительно меньше алканов. Основные максимумы в них сдвинуты в область относительно низкомолекулярных УВ ( $C_{14}$ - $C_{18}$ ). Кроме того в метаново-нафтеновых фракциях последних присутствуют значительные количества изоалканов.

Специфика исходного ОВ наиболее отчетливо проявляется на ранних стадиях катагенеза (ПК-МК).

Установленные черты различия в составе разновозрастных битумоидов позволяют с генетических позиций предвидеть геохимические особенности продуцируемых флюидов и оценивать нефтематеринский потенциал различных свит.

#### ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В КАТАГЕНЕЗЕ В ДРЕВНЕЙШИХ РИФЕЙСКИХ И КЕМБРИЙСКИХ ТОЛЩАХ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Д.И.Дробот (СССР)

Органическое вещество (ОВ) изучалось в диапазоне палеоглубин 1,2-10 км и катагенетической измененности от ПК<sub>3</sub> до АК<sub>4</sub>. Результаты исследований сводятся к следующему.

Наименее катагенетически измененное ОВ (подэтап ПК<sub>3</sub><sup>I</sup>) характеризуется высокой степенью битуминизации ( $\beta^{XB} = 7,2\%$ ). Битумоиды обогащены углеводородами, среди которых несколько преобладают нафтеново-ароматические. Последующая катагенетическая преобразованность ОВ контролируется двумя противоположно направленными процессами. Первый - в прото-, и в начале мезокатагенеза при относительно незначительном новообразовании битумоидов ведет к весьма существенному их превращению. Так, если в зоне глубин 1,2-3 км количество битумоидов в ОВ увеличивается в 1,6 раза, то степень их алифатичности возрастает в 3 раза и почти в 2,5-3 раза уменьшается в них доля кон-

денсированных аренов и кислородных групп.

Второй процесс обуславливает эмиграцию битумоидов из материнских пород. Он начинает проявляться в конце МК<sub>1</sub> (глубина 2,3 км) и ведет к уменьшению их концентрации в ОВ (до 3% в конце МК<sub>2</sub>) и к увеличению в них роли гетероциклических соединений, а в углеводородной фракции нафтенно-ароматических соединений по отношению к метаново-нафтенным.

Процесс эмиграции битумоидов имеет стадийный характер. Нисходящая ветвь кривой  $\beta^{XB}$  на этапе МК<sub>3</sub> усложняется вторым менее значительным, чем первый, максимумом ( $\beta^{XB} = 3,5\%$ ). Это позволяет считать, что в катагенной истории ОВ древних толщ существует два этапа, когда новообразование битумоидов преобладает над эмиграцией - в начале МК<sub>2</sub> и в середине МК<sub>3</sub>. Новообразование битумоидов имеет место до конца МК<sub>3</sub>. Последний спад  $\beta^{XB}$  связан с отсевом асфальтенов и спирто-бензолных смол в нерастворимую часть ОВ.

Неравномерно идет и процесс газообразования. Он несколько усиливается на МК<sub>1</sub>, в середине МК<sub>2</sub> и достигает максимума в интервале МК<sub>4</sub>-АК<sub>1</sub>. Меняется и состав газовой фазы ОВ. В прот-, и раннем мезокатагенезе она существенно обогащена СО<sub>2</sub>. В конце мезокатагенеза - начале апокатагенеза ОВ генерирует в большом количестве метан. Максимум усиления генерации метана ОВ рассматривается как проявление главной фазы газообразования. В более жестких термодинамических условиях (АК<sub>3</sub>) состав газовой фазы снова становится существенно углекислым, а на этапе АК<sub>4</sub> - существенно азотным.

#### СОСТАВ ПАРАФИНОВО-НАФТЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

С.П.Максимов,  
К.Ф.Родионова (СССР)

Для парафиново-нафтенных жидких углеводородов (УВ) из тонкозернистых пород, формировавшихся в этапы наибольшего развития морских трансгрессий в относительно глубоководных

восстановительных условиях с сапропелевым преимущественно липидным органическим веществом (ОВ), характерно преобладание алканов, а среди них молекул нормального строения; в составе нафтенов наибольший процент падает на моноциклические структуры. Для образцов из крупнозернистых пород более мелководных фаций начальных и конечных этапов морских трансгрессий с ОВ, включающим существенную примесь меланоидинового и гумусового материала, характерно преобладание нафтенов, а среди последних битри- и тетрациклических структур; среди алканов больше молекул изостроения.

С увеличением степени катагенеза ОВ происходит дециклизация конденсированных нафтенов, сопровождающаяся увеличением количества парафинов.

В групповом составе парафино-нафтенных жидких углеводородов (УВ) с примесью миграционного битума при наличии хороших покрышек содержание парафинов составляет 63-73%; состав УВ, претерпевших гипергенное окисление или рассеивание при плохих покрышках, близок к установленному для современных морских осадков мелководья; содержание парафинов понижается до 26-10%.

С условиями формирования осадков, генетическим и фациальным типом ОВ, а также с катагенетическим преобразованием последнего связан и состав изопреноидных УВ. Наибольшее содержание фитана (выше 40%) при минимальном количестве низших изопреноидов характерно для молодых отложений, а также для осадков, формировавшихся в субокислительных геохимических условиях, включающих ОВ преимущественно нелипидного состава; для пород, формировавшихся в восстановительных геохимических условиях, с сапропелевым ОВ преимущественно липидного состава содержание фитана значительно ниже.

Колебания в составе жидких ПН углеводородов свидетельствуют об унаследованности структур от генетического и фациального типа ОВ, обусловленного изменениями биоценозов, связанных с развитием жизни на Земле, сменой палеотектонических условий, палеогеографии и палеоклимата. Они отражают также степень катагенеза ОВ, примесь миграционных флюидов и рассеивание при плохих покрышках.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ ДОНО-ДНЕПРОВСКОГО  
ПРОГИБА КАК ОТРАЖЕНИЕ ЗОНАЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ  
И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Х.Ф.Джамалова, В.А.Терещенко,  
П.М.Щербаков (СССР)

Изменения состава свободных, нефтяных, угольных и водорастворенных газов Доно-Днепровского прогиба, пространственное разграничение зон нефте-, газо- и угленакопления определяются фациально-генетической и термобарической зональностью. В основной нефтегазоносной области прогиба - Днепровско-Донецкой впадине (ДДВ) наблюдается смена донецкого типа разреза карбона платформенным, сопровождаемая снижением угленосности и ростом содержания сапропелевой компоненты в составе гомогенного и рассеянного ОВ, а также уменьшением жесткости термобарического режима. Верхняя зона газонакопления, представленная сухим низкотемпературным метаном, связана с преобразованием гумусового ОВ низких стадий углефикации, имеет ограниченное распространение в неглубоких горизонтах карбона. Средняя зона нефтегазонакопления с попутными газами, содержащими до 40-90% гомологов метана, развита преимущественно в северо-западной части ДДВ. Ее формирование связано с преобразованием сапропелевого РОВ и гумусово-сапропелевого гомогенного ОВ (дюреновые угли, полубогхеды) на бурой и длиннопламенной стадии в зоне палеотемператур от 50-60 до 80-100°C. При более высоких температурах начинается метанизация нефтей и получает развитие зона нефтегазонакопления.

Основные запасы газа приурочены к юго-восточной части ДДВ и связаны с нижней зоной газообразования. Здесь генерировались метановые газы с содержанием его гомологов от 3-5 до 10-15% и конденсата от 8-15 до 100-200 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> в ходе преобразования гумусовых, клареновых и дюрено-клареновых углей и гумусового ОВ на стадиях Г, Ж и К при палеотемпературах более 80-100°C. Угленосные отложения этой зоны характеризуются повышенной газоносностью. Угольные, свободные и водорастворенные газы имеют близкий компонентный и изотопный состав, воды

регионально высокогазонасыщены.

Увеличение степени преобразования ОВ сопровождается снижением концентрации конденсата и гомологов метана, которые практически исчезают в зоне углей марок ОС, Т и ПА (палеотемпературы около 160–190°C). Здесь получают развитие сухие метановые газы, обогащенные углекислотой. В зоне суперантрацитов угольные газы в основном состоят из углекислоты, азота и водорода.

#### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ УГЛЕВОДОРОДОВ, ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

В.Ф.Лактюшина, О.И.Серебряков  
(СССР)

Подсолевые отложения Прикаспийской впадины, содержащие  $C_{орг}$  от 1% (в нижнепермских) и до 4,5% (в каменноугольных комплексах), являются регионально нефтегазопроизводящими. В западной части впадины главная фаза нефтеобразования наблюдается на глубине 2 км, в восточной на глубине 4 км и более. В соответствии с типом органического вещества (ОВ) находится состав генерируемых углеводородов (УВ). В восточной части впадины наблюдается сапропелевое ОВ и преобладают нефтяные залежи. В западной части впадины отмечается гумусовый тип ОВ и встречаются, в основном, газовые и газоконденсатные залежи.

В восточной части впадины с мягким геотермическим режимом нефти цикланово-арено-алканового состава, в западной, с увеличением жесткости термобарического режима, нефти приобретают ареново-циклано-алкановый состав. С усилением термобарического режима наблюдается и увеличение доли газовых залежей, а в составе нефтей отмечаются катагенетические преобразования (уменьшение удельного веса, смолистости, вязкости, повышениа парафинистости, выхода бензиновых фракций). Изменения термо-

барического режима приводят к вертикальной фазовой зональности углеводородов: зона диагенетических газов сменяется в условиях главной фазы нефтеобразования при температурах свыше 70°C и давлении более 200 кгс/см<sup>2</sup> нефтяной, затем газоконденсатной и на глубинах свыше 6 км газовой катагенетической.

Состав ОВ подземных вод, водорастворенных УВ и газовых гидрохимических аномалий определяется типом залежей УВ. Источником специфических компонентов пластовых вод - бензола, фенолов, нафтеновых кислот являются залежи УВ. Присутствие в водах бензола свыше 0,05 мг/л, фенолов свыше 1,5 мг/л, нафтеновых кислот более 35 мг/л может свидетельствовать о существовании залежей УВ. Геохимические показатели состава ОВ пород, УВ залежей и пластовых вод можно использовать в качестве нефтегазопроисходных критериев.

#### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, БИТУМОИДОВ И НЕФТЕЙ ПЕРМСКОГО ПРИКАМЬЯ

С.А.Винниковский, А.З.Коблова,  
И.Г.Калачникова, Т.Н.Пряхина,  
Ю.С.Чекрышкин (СССР)

Нефти Пермского Прикамья, в среднем по разрезу, обогащены изотопом  $C^{12}$  относительно углерода сингенетического битумоида и органического вещества ОВ ( $\delta C^{13}_{\text{нефти}} = -2,86\%$ ;  $\delta C^{13}_{\text{битум}} = -2,50\%$ ;  $\delta C^{13}_{\text{ОВ}} = -2,47\%$ ). Однако углерод нефтей терригенной толщи нижнего карбона легче ( $\delta C^{13} = -2,91\%$ ), ОВ ( $\delta C^{13} = -2,11\%$ ). По-видимому, гумусовое вещество при катагенезе обогащается лигнином с  $\delta C^{13} = -2,31\%$ . Об этом свидетельствует повышенное содержание в битумоидах конденсированных ароматических структур типа бензперилена, бензпирена и, реже, перилена.

Распределение металлокомплексов порфиринов в нефтях и битумоидах идентично. Спектральные типы порфиринов нефтей и битумоидов сходны и характеризуются восстановленностью боковых

связей основного ядра, отсутствием карбоксильных групп, непосредственно связанных с ядром, и наличием щелочной некомплексной соли.

Структура синбитумоидов отличается от нефтей меньшим содержанием парафиновых цепей, более коротких и менее разветвленных. В синбитумоидах присутствуют кислородные соединения типа алифатических эфиров, почти отсутствующих в нефтях.

Отношение парафино-нафтеновых к нафтеново-ароматическим углеводородам ( $\frac{П-Н}{Н-А}$ ) у синбитумоидов больше (0,28-12,9), чем у нефтей (0,18-4,39). Вероятно, выравнивание распределения парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов в нефтях обусловлено влиянием процессов катагенеза. Так, в Предуральском прогибе катагенетические превращения нефтей более сильные ( $\frac{П-Н}{Н-А} = 0,93-4,39$ ) по сравнению с нефтями платформенной части Пермского Прикамья ( $\frac{П-Н}{Н-А} = 0,18-1,89$ ). Значения коэффициента  $\frac{П-Н}{Н-А} = > 5$  свидетельствуют об участии углеводородов в процессах газообразования.

Выявленные закономерности используются для уточнения прогноза нефтегазоносности.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КАТАГЕНЕЗ ОСНОВНЫХ ГРУПП ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СКИФСКО-ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ)

Э.В.Кабанова, В.Б.Вельдер,  
В.В.Дьячков (СССР)

1. Роль органического вещества разного состава и концентраций в процессе нефтегазообразования различна. Изученный материал представлен рассеянным и концентрированным органическим веществом преимущественно гумусового, реже сапропелево-гумусового состава из ниже-среднеюрских отложений Скифско-Туранской плиты, которые составляют угленосную или субугленосную формации.

Рассмотрение синонимии терминов различных групп органи-

ческого вещества, применяемых в геологической зарубежной и отечественной литературе, позволило принять наиболее удачные термины и определения, рекомендуемые к употреблению при разработке вопросов, связанных с изучением органического вещества.

2. В качестве эталона для изучения геохимических особенностей и катагенеза органического вещества использовались естественные геологические разрезы ниже-среднеюрских отложений, наиболее обогащенных органическим веществом в пределах Большого Кавказа, Мангышлака, Туаркыра, Большого Балхана, Гиссарского хребта и его отрогов. Для закрытых территорий и территорий, где концентрированные и детритные формы органического вещества встречаются реже, составлялись сводные разрезы. В разрезах выделены три указанные выше группы органического вещества, по этим группам рассмотрено изменение степени катагенеза органического вещества и связанные с этим геохимические особенности.

3. Установлены расхождения в значениях степени катагенеза органического вещества, свойственные каждой из выделенных форм на одном геостатическом уровне. В связи с этим при балансовых подсчетах нефтяных и газовых углеводородов, а также и при других исследованиях нельзя рассматривать массу органического вещества как простую сумму. Полученные при изучении одной из групп органического вещества результаты не следует относить к другим формам без введения поправочных коэффициентов.

## РОЛЬ ФАЦИАЛЬНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕГАЗОБРАЗОВАНИЯ В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УЗБЕКИСТАНА

А.М.Акрамходжаев, Х.Б.Авазматов,  
М.И.Кушнир (СССР)

Известно, что состав продуктов, продуцируемых различными типами РОВ существенно различен, что вытекает из химико-

вещественного состава входящих в него компонентов. При катагенезе гумусового ОВ происходит разрыв лабильных связей и образование преимущественно газообразных УВ типа метана и его ближайших гомологов. При катагенезе сапропелевого ОВ образуется повышенное количество тяжелых газообразных и жидких УВ. Указанное положение подтверждается на материалах нефтегазонасных областей Узбекистана. Так в палеогеновых отложениях Ферганской и Сурхандарьинской впадин, содержащих ОВ преимущественно сапропелевого состава, продуцировались, в основном, жидкие УВ, что подтверждается широким распространением в палеогене нефтяных залежей. Гумусовое и сапропелево-гумусовое ОВ терригенных юрских и меловых отложений Ферганы, Западного и Южного Узбекистана оказалось благоприятным для генерации преимущественно газообразных УВ. Карбонатная формация верхней кры Западного и Южного Узбекистана, включающая преимущественно сапропелевое ОВ, генерировала, главным образом, жидкие нефтяные УВ.

Отмечаются и некоторые отклонения в размещении типов УВ, обусловленные влиянием целого ряда факторов, в частности, вертикальной миграцией углеводородов, погружением материнских пород на глубины более 5-6 км, где процессы регионального метаморфизма приводят к метанизации ОВ за счет его деструкции и др. Тем общее соответствие типов органического вещества и продуцируемых им флюидов на территории Узбекистана позволяет в ряде случаев прогнозировать отдельно нефтеносность и газоносность территорий и считать фациально-генетический тип ОВ одним из критериев при подобных прогнозах.

#### ОСОБЕННОСТИ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-САХАЛИНСКОГО БАССЕЙНА

М.С.Ярошевич, И.А.Олли,  
Г.С.Мишаков, А.И.Уткина (СССР)

При изучении рассеянного органического вещества (РОВ) Се-

веро-Сахалинского осадочного бассейна использовался комплекс литолого-геохимических методов, позволивший установить связь фациально-генетического типа РОВ с литологическими особенностями вмещающих пород и характер катагенетической превращенности его в зоне протокатагенеза (ПК<sub>1</sub>, ПК<sub>2</sub>, ПК<sub>3</sub>) и мезокатагенеза (МК<sub>1</sub>, МК<sub>2</sub>, МК<sub>3</sub>).

Северо-Сахалинский осадочно-породный бассейн представляет область устойчивого прогибания и накопления мощного (8-9 км) комплекса позднепалеогенового-неогенового возраста. Одной из особенностей бассейна являются высокие скорости накопления осадочных толщ на разных этапах его развития (200-800 м/млн.лет), объясняемые, главным образом, наличием на западе мощного источника сноса-дельты палео-Амура.

Установлено постепенное замещение с запада на восток мелководно-морских, прибрежно-континентальных песчаных угленосных фаций песчано-глинистыми образованиями открытого моря; в этом же направлении отмечается переход преимущественно гумусового (арконового) РОВ в гумусово-сапропелевое (арконово-алиновое). Наиболее богаты РОВ глинистые породы, среднее содержание  $C_{орг}$  в которых составляет 0,58% (алевролиты- 0,45%, песчаники- 0,27%).

Погружение неогеновых толщ на глубины более 5 км и разные темпы накопления осадков вызвали неравномерное преобразование РОВ.

Особенности изменения состава РОВ при погружении на этапах ПК и МК указывают на то, что начиная с палеоглубины 2,5-3 км (ПК<sub>3</sub>-МК<sub>1</sub>) породы неогена вступали в главную фазу нефтеобразования (ГФН), нижний предел которой еще недостаточно изучен. По степени катагенетической превращенности РОВ, его количеству, типу и битуминозности выделяется несколько самостоятельных нефтегазопроизводящих толщ, неравноценных по масштабам генерирования УВ: отложения нижнего миоцена отличаются меньшим нефтегазовым потенциалом относительно плиоцен-среднемиоценовых, процессы нефтегазообразования в которых были тем не менее достаточно внушительными.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ  
КАТАГЕНЕЗЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ  
ФОРМАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР)

Т.И.Хенвин, В.И.Ермаков (СССР)

Области распространения вулканогенно-осадочных формаций в молодых складчатых сооружениях Северо-Востока СССР характеризуются наиболее высокими значениями температур и теплового потока ( $2,5.3 \times 10^6$  кал/см<sup>2</sup>/с), обеспечивающими экстремальные условия физико-химических преобразований погребенного органического вещества.

Анализ полевых материалов и лабораторные исследования этих комплексов в пределах тектонически активного Охотско-Чукотского пояса позволили установить распределение преимущественного типа органического вещества, зоны его максимальной концентрации и характер превращенности.

Было установлено, что палеоформационная и геохимическая обстановка накопления вулканогенно-осадочных толщ, выполняющих впадины и прогибы Охотско-Чукотского вулканогена, способствовали формированию преимущественно гумусового типа органического вещества.

Было установлено широкое распространение концентрированных и рассеянных скоплений органического вещества в верхнемезозойских и кайнозойских отложениях, подвергшегося термобарическому воздействию регионального теплового поля и локальных вулканических проявлений.

Спецификой проявления указанных процессов в пределах пояса является быстрая смена режимов прогибания и воздымания регионов, нашедшая отражение в изменении литологии разреза и, в частности, пеплогенного компонента.

Катагенетические изменения, которые претерпело органическое вещество мезозойско-кайнозойских толщ; нашли отражение в субмеридиональной зональности, выявленной в Охотско-Чукотском поясе. Они сопровождались выделением значительного количества газообразных углеводородов, объем которых находится в прямой зависимости от температуры и времени воздействия, а суммарный

эффект устанавливается по величине отражательной способности витринита.

Выявление характера распределения и петрохимических особенностей угольного вещества в вулканогенно-осадочных толщах тектонически активных поясов Востока СССР позволило выявить перспективные продуцирующие комплексы в этом слабоизученном типе формаций. Проведенный комплекс исследования позволил на ранних стадиях изученности с достаточной вероятностью прогнозировать объемы, фазовый и компонентный состав генерированных углеводородов.

#### ГАЗООБРАЗНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ КАК ПРОДУКТ ГЕНЕРАЦИИ РАССЕЯННОГО И КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ (ПО ДАННЫМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

А.М.Акрамходжаев,  
Ш.Х.Амирханов (СССР)

Масс-спектрометрический анализ углей и нерастворимой части рассеянного органического вещества осадочных пород показал наличие в них широкой гаммы сорбированных углеводородов. Объем этих углеводородов на единицу веса в одновозрастных углях составил от 0,010 до 0,138 см<sup>3</sup>/мг, в нерастворимой части рассеянного органического вещества пород из различных нефтегазоносных бассейнов Союза — от 0,017 до 0,175 см<sup>3</sup>/мг. По характеру распределения углеводородов в углях и рассеянном органическом веществе наблюдается большое сходство.

Установлено, что закономерности количественного и качественного изменения сорбированных углеводородов в нерастворимой части рассеянного органического вещества обусловлены генетическим типом и степенью метаморфизации исходной органики, а также условиями пребывания вмещающих пород на различных стадиях литогенеза. Для углей, как и для рассеянного органического вещества, выявлена прямая зависимость содержания сорбированных углеводородов от степени метаморфизма. Так, в де-

сяти образцах юрских углей орогенной области юго-востока Средней Азии при изменении отношения Н/С от 0,090 до 0,041 объем сорбированных углеводородов уменьшается от 0,138 до 0,027 см<sup>3</sup>/мг. Отсюда следует, что потери углеводородов, при переходе от стадии бурых углей до тощих за счет эмиграции их в окружающую среду, оказались значительными. В составе газовой фазы углей кроме метана содержатся этан, пропан и более тяжелые углеводороды.

Таким образом, наряду с рассеянным органическим веществом, глубоко залегающие угольные пласты и макроскопические включения угольного детрита геологически закрытых территорий можно считать источником для образования газовых и газоконденсатных месторождений.

#### О ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ МИГРАЦИИ ПО ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Ф.Е.Окунькова (СССР)

1. В современных и малопогруженных слабоуплотненных осадочных толщах (до 500 м) степень превращенности ОВ соответствует стадии ПК, выход ХВ повышается в содержащих монтмориллонит глинистых породах, сравнительно с более плотными глинами гидрослюдисто-каолинитового состава. В элементном составе ХВ относительно невысокие количества углерода (С = 59-76%) и водорода (Н = 9-10%), в его групповом составе - низкое содержание масляной фракции (менее 20%) и УВ, сумма изопреноидных УВ превалирует над суммой близкокипящих нормальных алканов (С<sub>17</sub> + С<sub>18</sub>). Для изотопного состава С в ХВ характерны значения δС<sup>13</sup> не более - 2,70 + 2,30‰. В рассмотренных толщах проявляются процессы генерации УВ, их эмиграция на данной стадии катагенеза не произошла.

2. В отложениях нефтегазоносных регионов во внутренних частях прогибов, испытавших большие погружения (5-10 км) и жесткий геотермический режим (температура недр до 200°C), сте-

пень превращенности ОВ достигает стадии МК<sub>2</sub>-МК<sub>3</sub>. Для рассматриваемых отложений характерны повторяющиеся по разрезу пачки пород с высокими количествами ХБ, приуроченными к местам перепада плотностей, предопределяющих смену зон максимального уплотнения и разуплотнения. В этих зонах в процессе перехода разбухающих минералов в неразбухающие происходит уменьшение их обмена с выходом межпакетной воды, на 18-20% обуславливающей возникновение микропор, в которые перемещается межсолевая вода с захваченными ею битумоидами. К этим интервалам приурочен максимальный выход ХБ и УВ, перемещающиеся вследствие перепада давлений в коллектор. Элементный и групповой состав ХБ характеризуются высоким содержанием углерода (С=80-85%), водорода (Н = 11-12%), масляной фракции (более 50%) и УВ в них. Последние заметно обеднены метаново-нафтенной фракцией. Значения  $\delta C^{13}$  в составе ХБ широко варьируют в зависимости от фациально-генетического типа ОВ от +2,40 до +2,93%. В рассмотренных осадочных толщах выделяются зоны генерации и начального этапа первичной миграции УВ.

Геохимические показатели ОВ на поднятиях (в зонах нефтегазонакопления) существенно отличаются от таковых во впадинах. Главными из них оказались резкое снижение степени катагенеза ОВ (от стадии МК<sub>3</sub> - во впадинах до МК<sub>1</sub> - ПК<sub>3</sub> - на воздымании), где вместе с тем повышается количество метаново-нафтенных УВ и нормальных алканов в них.

#### СОСТАВЫ РАССЕЯННЫХ БИТУМОИДОВ ОСАДОЧНЫХ И ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

М.А.Павлова (СССР)

До настоящего времени не существует критериев оценки "биогенности" и "абиогенности" битуминозных компонентов горных пород. Для выявления этих критериев было осуществлено детальное изучение рассеянных хлороформенных битумоидов А(ХБА), осадочных и изверженных пород, не подвергшихся нало-

женным гидротермальным и метасоматическим процессам изменения. Исследовались известняк (нижний карбон, Визейский ярус), песчаник (средний девон, Эйфельский ярус, бийская свита), известняк мраморовидный и песчаник фенитизированный среднепротерозойского возраста (Кольский полуостров), 2 пробы архейских гнейсов и 5 проб изверженных пород (норит, пироксенит, перидотит, граниты).

По физическим свойствам и элементному составу ХБА осадочных и изверженных пород не различаются. Некоторое отличие намечается по компонентному составу. ХБА изверженных пород характеризуются высоким содержанием масляной фракции (от 38,9 до 64,78%), среднее содержание ее составляет 50,09 вес.%. Среднее содержание масляной фракции ХБА осадочных пород (4 пробы) равно 28,07 вес.%. Однако эти различия не являются определяющими, из литературных источников известно, что битумоиды некоторых осадочных пород содержат значительное количество масел.

Более четкое различие намечается по составу масляной фракции (табл.) и парафинов ХБА. Изверженные породы отличаются от осадочных отсутствием в составе масел ХБА метано-нафтеновой фракции.

Породы	Твердые парафины	Метано-нафтеновая	Нафтеномоноароматическая	Бициклоароматическая	Полициклоароматическая	Петролейноэфирные смолы
Осадочные породы палеозоя и среднего протерозоя	3,66	11,26	28,45	10,68	3,70	25,13
Архейские гнейсы	4,50	8,55	37,41	14,05	7,07	29,38
Интрузивные породы: норит, пироксенит, перидотит	8,24	0,00	13,81	11,37	42,97	19,30
Щелочной гранит и гранодиорит	6,28	0,00	61,97	9,51	10,30	13,13

В битумах изверженных пород отсутствуют жидкие парафины,

а твердые парафины имеют непрерывный ряд в очень узком интервале  $C_{25}-C_{30}$ . Для осадочных пород характерен более широкий спектр парафинов с максимумами на  $C_{17}$  и  $C_{23}$  и преобладанием молекул с нечетным числом углеродных атомов. Однако и это различие не является строгим.

## ИСТОРИЯ НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ТИХОМ ОКЕАНЕ В МЕЗО-КАЙНОВОЙСКОЕ ВРЕМЯ

Ю.А.Богданов, Е.А.Романкевич  
(СССР)

1. На основании анализа новых литолого-фациальных карт рассмотрена история развития в Тихом океане в мезо-кайновое время систем океанической циркуляции, биопродуцирования органического вещества (ОВ) и накопления его в осадках, а также их связь с тектонической историей региона и климатом.

2. Установлено, что в мезо-кайновое накопление ОВ в осадках Тихого океана определялось, как и в голоцене, главным образом, величиной продукции планктона и сохранностью взвешенного ОВ при седиментации и захоронении.

3. Реконструкция палеоусловий осадконакопления и анализ закономерностей распределения  $C_{орг}$  показали, что общий план размещения концентраций и абсолютных масс  $C_{орг}$  в Тихом океане на протяжении рассматриваемого отрезка геологической истории был сходен с ранее установленным для голоцена. Циркумконтинентальная зональность по-прежнему выступала как наиболее отчетливо выраженная черта локализации как процентных содержаний, так и абсолютных масс  $C_{орг}$ .

4. Содержание  $C_{орг}$  в отложениях мезо-кайнозоя колебалось от аналитического нуля до нескольких процентов. По крайней мере с эоцена содержание  $C_{орг}$  в осадках подводных окраин и прилегающих частей ложа было выше, чем в более пелагических районах Тихого океана.

5. Абсолютные массы  $C_{\text{орг}}$  по данным глубоководного бурения в Тихом океане колеблются от  $< 0,001$  до  $> 0,01$  г/см<sup>2</sup> в 1000 лет. В некоторых приконтинентальных районах они достигают  $0,1-0,2$  г/см<sup>2</sup> в 1000 лет.

Установлено, что в пелагических центральных областях Тихого океана на протяжении всего рассмотренного отрезка времени не накапливались сколь-нибудь крупные абсолютные массы органического вещества.

### ГЕОХИМИЯ УГЛЕРОДИСТОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД КРЕМНИСТЫХ И КРЕМНИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ ГЕОФОРМАЦИЙ

О.К.Баженова, Ю.К.Бурлин,  
Е.Е.Карнущина, А.И.Конюхов  
(СССР)

Среди кремнистых образований известны разности, встречающиеся как в платформенных, так и в геосинклинальных регионах, в значительной степени обогащенные органическим углеродом, фосфором и различными микроэлементами. В мезозойских и кайнозойских кремнистых и кремнисто-терригенных толщах высокими содержаниями органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) отличаются породы, сложенные преимущественно форменными остатками диатомовых водорослей.

Современные кремнистые и кремнисто-глинистые илы с повышенным содержанием  $C_{\text{орг}}$  распространены в районах с высокой биологической продуктивностью. Близкие по типу осадки нередко формируются и в озерных условиях.

Органическое вещество (ОВ) осадков, возникшее при разложении отмершего диатомового фитопланктона, отличается высоким содержанием легкогидролизуемых (13-18%) и щелочнорастворимых компонентов (33-53, до 70 и выше %), азота (4-5%) и битумоидных соединений (9-11 и более %). Отношение  $H/C_{\text{ат}}$  в веществах, извлекаемых водной щелочью, достигает 1,23-1,43. В близких по генезису образованиях из разрезов мезозойских и кайнозойских

отложений Тихоокеанского пояса (глинистые диатомиты, опоки, кремнистые аргиллиты и др.), находящихся на стадии позднего диагенеза и раннего катагенеза (ПК, МК<sub>I</sub>), отмечается повышенная битуминозность ОВ ( $\beta_{ХБ} = 10-20\%$ , в отдельных случаях до 50%) при преобладании ХББ(А) над СББ(А) и очень высоком содержании масел в ХБ(А) - 50-60% (в отдельных образцах до 70% на стадиях ПК и МК<sub>I</sub>).

Отличительной чертой кремнистых, кремнисто-глинистых и близких к ним образований в сравнении с другими седиментитами является высокое содержание миграционноспособных соединений уже на стадии протокатагенеза и ранних подстадиях мезокатагенеза. Учитывая, что на тех же этапах постседиментационного развития эти породы испытывают наибольшее уплотнение, можно предположить, что вместе с водой их покидали и углеводородные флюиды. Этим, по-видимому, объясняется тот факт, что со многими относительно молодыми по возрасту и слабопреобразованными в катагенезе кремнистыми геоформациями в различных районах мира связаны крупные скопления нефтяных и газообразных углеводородов.

#### СОСТАВ И ФОРМЫ НАКОПЛЕНИЯ ГУМУСОВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КАК КРИТЕРИИ РАЗДЕЛЬНОГО ПРОГНОЗА ОБЛАСТЕЙ НЕФТЕ- И ГАЗОНАКОПЛЕНИЯ

В.И.Ермаков, Е.И.Гайло,  
И.В.Гришина, Н.И.Леонгардт,  
Е.И.Пашкевич, В.А.Скоробогатов  
(СССР)

Континентальные угленосные и субугленосные формации, обогащенные гумусовым органическим веществом (ОВ), относятся к числу важнейших газопроизводящих толщ. Оценка масштабов газобразования в этих толщах позволяет связывать с ними формирование преимущественно газовых месторождений.

В данном сообщении термин "гумусовое ОВ" условно употреб-

ляется и используется как синоним термина "угольное ОВ" для обозначения им той органической части пород угленосных и субугленосных толщ, которая отвечает по составу сумме собственно гумусового вещества (т.е. витринита и фюзинита) и лейптинитовых ее компонентов.

Выявлены закономерности, связывающие количественное содержание гумусового (угольного) ОВ, формы его накопления и петрографический состав с составом углеводородных залежей.

Гумусовое органическое вещество ниже-среднеюрского нефтегазоносного комплекса молодых плит СССР широко распространено в концентрированной (КОВ) и рассеянной (РОВ) формах. Для районов Западной Сибири выявлена закономерная зависимость фазового состояния углеводородных скоплений от величины отношений КОВ/РОВ в общем балансе ОВ: более 1 - газовые (газоконденсатные) месторождения, от 1 до 0,3 - газовые и нефтяные, менее 0,3 - нефтяные.

На примере ниже-среднеюрских отложений Западной Сибири и Средней Азии, впервые для нефтегазоносных областей СССР, установлено, что наличие месторождений нефти, газа и газоконденсата в континентальных субугленосных толщах предопределяется также петрографическим составом гумусового ОВ. Районы развития газовых залежей приурочены к зонам преимущественно фюзинитового состава угольного вещества, находящегося на относительно низких стадиях катагенеза, напротив - нефтяные залежи группируются в зоне преобладания его лейптинитового состава. К зонам накопления угольного вещества, в основном, витринитового состава приурочены газоконденсатные и газонефтяные залежи. Стадия катагенеза ОВ - средняя ( $МК_2$ ,  $МК_3$ ).

Петрографическая зональность состава гумусового ОВ определяет также специфику распределения в природных газах этана, пропана и бутана. Зона распространения углеводородных газов, содержащих этана от 3 до 6%, пропана и бутана от 3 до 10%, охватывает территорию с преобладанием витринитового состава угольного вещества, находящегося на средней стадии катагенеза. Зона распространения углеводородных газов, содержащих этана более 6%, пропана и бутана более 10% приурочена к зоне, где

угольное вещество состоит преимущественно из микрокомпонентов группы лейптинита.

Установленные выше зависимости могут быть использованы в качестве новых критериев для раздельного прогнозирования зон нефте- и газонакопления и состава газообразных гомологов метана.

## АДСОРБЦИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ЛИТОГЕНЕЗА

М.К.Калинко, С.П.Левшунова  
(СССР)

Изучение современных осадков Азовского и Черного морей и Гвинейского залива показало, что на стадии седиментогенеза в адсорбированном состоянии сохраняется метан от 0,0п до 2см<sup>3</sup>/кг породы, а также его гомологи вплоть до пентана. Количество непредельных УВ, несмотря на их высокую растворимость в воде, довольно большое - 0,00п - 0,п см<sup>3</sup>/кг. Адсорбированные газообразные УВ составляют еще незначительную долю от ОВ:  $\beta$  C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> - 10<sup>-2</sup> - 10<sup>-4</sup>%, реже - 10<sup>-1</sup>%,  $\beta$  C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> - 10<sup>-4</sup> - 10<sup>-5</sup>%, реже - 10<sup>-2</sup>%. Часть газообразных УВ при этом захватывается и кристаллической решеткой карбонатных минералов, имеющих межплоскостные расстояния от 4,65 до 17,04 Å. Глинистые минералы адсорбируют газообразные УВ поверхностью между плоскостями. Поверхность адсорбции 1 г вещества современных осадков Азовского моря колеблется от 2,68 м<sup>2</sup> в алевритовых осадках до 54 м<sup>2</sup> в пелитовых осадках. Удельная адсорбция их еще очень низка - 10<sup>-6</sup> см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>. В экспериментах по насыщению современных осадков пентаном выявлено, что на стадии седиментогенеза и раннего диагенеза адсорбционные центры еще далеко не насыщены газообразными УВ.

В зоне диагенеза и мезокатагенеза ОВ подвергается действию повышенных температур и давлений. Повышенные давления спо-

способствуют проникновению больших молекул в узкие поры, а повышенные температуры вызывают процессы десорбции, а также - способствуют повышению кинетической энергии газовых молекул, помогающей им преодолевать потенциальный барьер при проникновении в поры молекулярного размера. Газообразные УВ, вероятно, удерживаются поверхностью гумусового и сапропелевого ОВ вандерваальсовыми силами. Продолжающееся на этих стадиях преобразование ОВ сопровождается процессами газообразования и приводит к повышению значений  $\beta_{\text{CH}_4}$  и  $\beta_{\text{C}_5\text{H}_{12}}$  на 2-3 порядка. В адсорбированном состоянии в нефтегазоматерийских породах сохраняется 20-50 см<sup>3</sup>/кг УВГ или 0,4 - 0,6% от генерированных (Волго-Уральская область, Восточное Предкавказье). Значения удельной адсорбции пород в зоне мезокатагенеза в сотни и тысячи раз больше, чем на стадии седиментогенеза и раннего диагенеза. Поверхность адсорбции глин в зоне мезокатагенеза (девон-каменноугольные отложения Волго-Уральской области) снижается, по сравнению с современными глинистыми осадками, до значений 11-24 м<sup>2</sup>/г. Уменьшение этих значений, вероятно, объясняется изменениями в породе, происходящими на стадиях диагенеза и катагенеза (уплотнение, перекристаллизация и т.д.), и сопровождается высвобождением углеводородных газов.

#### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ ЕВРОПЕЙСКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

П.Б.Холл, А.Г.Дуглас  
(Англия)<sup>X</sup>

Были собраны образцы битуминозных пород (горючих сланцев) из различных месторождений Западной Европы, в том числе из Шотландии, Англии, Франции, Швеции и ФРГ. Многие из этих сланцев были классифицированы по их образованию, а именно: эпикон-

---

<sup>X</sup>Отделение органической химии, Драммонд Билдинг, Университет, Ньюкасл на Тайне.

тинентальные, периорогенические и межгорные, континентальные, дельтовые и шельфовые.

Представлен обзор геохимического исследования органического вещества (ОВ), описывающий выделение растворимого ОВ и его разделение хроматографическими методами на насыщенные и ароматические углеводороды и некоторые кислые компоненты. Обсуждены также данные о содержании порфирина, полученные с помощью ультрафиолетовой спектроскопии. Некоторые фракции насыщенных углеводородов и аренов исследованы более подробно; рассмотрены результаты применения методов тонкослойной хроматографии с импренированным адсорбентом, газовой хроматографии высокого разрешения и комбинированной газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

#### СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ДЛИННОЦЕПочНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Х.П.Иванов, М.С.Додова-Ангелова,  
Д.Рувев (Болгария)

Из горючих сланцев месторождения "Николаево" в Болгарии были последовательно выделены битумоиды А, В и С. Затем омыленные битумоиды несколько раз обрабатывали мочевиной. Полученные таким путем клатратообразующие соединения разделили на кислые и нейтральные компоненты. Кислоты, образующие аддукты мочевины, были превращены в метиловые сложные эфиры и затем исследованы с помощью газожидкостной хроматографии. Таким путем был установлен индивидуальный качественный и количественный состав смеси кислых компонентов.

И.Р.Клесмент, К.Э.Уров (СССР)

1. Особенности органического вещества (ОВ) горючих сланцев разных типов отражаются в химическом составе их битумоидов и нерастворимой части керогена. Характеристику химического строения нерастворимой части ОВ сланцев можно получить методом термической деструкции в сочетании с комплексом физико-химических методов.

2. Основным исходным материалом для образования алифатической части ОВ сланцев служили жирные кислоты, остатки которых присутствуют в керогенах преимущественно в виде алифатических цепей с нечетным числом атомов углерода. При керогенообразовании сложноэфирная связь замещается углерод-углеродной с промежуточным образованием  $\beta$ -карбонильной группы. Непредельные жирные кислоты были источником циклических структур, характеризующихся преобладанием 1,2- и 1,2,4-замещенных алициклов над циклами с другим типом замещения.

3. По максимальной длине алифатические заместители в керогенах соответствуют трем основным группам природных жирных кислот, содержащих в молекуле соответственно до 18, 24 и 34 атомов углерода.

4. В химическом строении ОВ малопревращенных горючих сланцев нижнего палеозоя, например кукурсита Эстонской ССР и припятского сланца Белорусской ССР, отражаются специфические условия их образования (неразвитость наземной растительности, бедная кислородом атмосфера, интенсивное ультрафиолетовое облучение), выражающиеся в высокой нечетности алифатических цепей и резком падении их концентрации начиная с  $C_{18}$ , наличии структурных группировок, продуцирующих при термическом разложении *n*-алкилпроизводные резорцина и *n*-алканы с двойной связью в средней части цепи.

5. Битумоиды сланцев и нерастворимая часть ОВ обычно сингенетичны, *n*-парафины битумоидов имеют такую же максимальную длину, как и цепи в макромолекулярной части ОВ, но отличаются большей средней длиной и повышенным индексом нечетности.

6. Битумоиды некоторых горючих сланцев (нижнеэоценовые сланцы Узбекской ССР) могут быть сингенетичными, несмотря на их высокое содержание (10-15%) в ОБ каоустобиолита. С другой стороны, битумоид может иметь явные признаки аллохтонности при его низком содержании в ОБ: n-алканы битумоида кукурсита хорошо коррелируются по составу с алканами почвенных липоидов региона, но не с алифатической частью основной массы керогена.

7. Алифатические и циклические изопреновые структуры концентрируются в углеводородной и асфальтеновой части битумоидов; в нерастворимой части керогена их концентрация значительно ниже, что связано с принадлежностью исходных соединений преимущественно к классу спиртов и затрудненностью включения последних в макромолекулярную структуру.

#### ЭПОХИ НАКОПЛЕНИЯ И МЕТАЛЛОНОСНОСТЬ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ФАНЕРОЗОЯ

Г.А.Пельмский (СССР)

Накопление органического вещества, послужившего материалом для формирования горючих сланцев, в фанерозое протекало в шесть эпох. Основная масса органики накопилась в позднедевонско-раннекаменноугольную и затем в равных степенях в позднепермскую и палеогеновую (эоцен - н.олигоценую) эпохи. Три другие эпохи (E<sub>1-2</sub>; O<sub>1-2</sub>; J<sub>3</sub>) имеют второстепенное значение.

Накопление органического вещества происходило в основном после замыкания геосинклиналей, складчатости и горообразования в период крупных трансгрессий в условиях тектонической стабилизации - в пределах широких зон вдоль сопряжения платформ со складчатыми поясами. Выделенные три главных эпохи сланценакопления были близко одновременны или следовали за фазами складчатости, завершавшими соответственно каледонский, герцинский и альпийский тектонические циклы.

Обогащенные органикой породы сланценосных провинций мира обычно характеризуются высокими содержаниями цветных, редких

и радиоактивных металлов. Спектр малых элементов в горючих сланцах определяется геохимической специализацией магматических, осадочных и метаморфических комплексов пород, слагающих граничащие с бассейнами седиментации горные сооружения. Общие запасы некоторых из этих металлов в горючих и черных углеродсодержащих сланцах настолько велики, что позволяют рассматривать эпохи сланцеобразования одновременно и как крупные эпохи сингенетического накопления определенных малых элементов в осадочных породах.

Полученные выводы о закономерностях накопления органического вещества и малых элементов горючих сланцев в фанерозое могут быть использованы при расшифровке истории развития земной коры в докембрии.

#### ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ БОЛГАРСКИХ ЛИГНИТОВ. ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГОМОГЕННЫХ ЛИТОТИПОВ И ИХ ЭКСТРАКТОВ

Г.Д.Шишков, К.Ив.Маркова,  
Р.Петрова (Болгария)

На основе технического, элементного и экстракционного анализов проведены сравнительные количественные исследования литотипов липтена, ксилена, гумовитрена и фюзена из Восточно-Марицкого бассейна. Растворимые компоненты экстрагировали хлороформом и спиртобензолом (1:1). С помощью аппарата ИК-10, Carl Leiss-Jena в таблетках и растворах сняты ИК-спектры литотипов, экстрактов и остатков и проведен количественный инкрементный анализ методом Ойлера.

В результате исследований были установлены глубокие различия обусловленные генетическими факторами и гетерогенностью угольного вещества, отражающиеся в структуре литотипов. Выход экстрактов зависит от химической природы литотипов, с одной стороны, и от полярности растворителей, с другой стороны. Закономерные изменения в химическом составе литотипов отражают-

ся на инфракрасных спектрах экстрагов, а следовательно, и на результатах количественного инкриментного анализа.

Полученные результаты показывают, что во время торфогенеза происходит отчетливая дифференциация угольного материала, которая определяется различиями химического состава исходной биомассы и характером протекающих деструктивных процессов в торфогенезе. Эти два фактора приводят к различиям в структуре отдельных литотипов лигнитов.

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВИТРИНИТОВ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ (ПО ДАННЫМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ)

Е.М.Файзуллина, А.В.Лапо  
(СССР)

Исследование выполнено на материале: 1) фракций витринитов ( $> 90\% Vt$ ), выделенных методом разделения углей в тяжелых жидкостях; 2) вручную выделенных витренов; 3) высоковитринитовых углей с содержанием витринита более 90%. Изучены витриниты углей СССР следующих возрастов: карбон - Подмосковский и Донецкий бассейны; пермь - Кузнецкий бассейн; триас - Богословское месторождение; юра - месторождения Тувы; мел - Зырянский бассейн, Аркагалинское и Харанорское месторождения; палеоген - месторождения Чукотки; неоген - Нижне-Анадырская депрессия.

В гамме разновозрастных витринитов с возрастанием углефикации наблюдается: 1) усиление роли ароматических структур и уменьшение доли боковых алифатических радикалов и всех типов кислородных структур (при этом в витринитах газовых углей содержание метиленовых групп всегда выше, чем в витринитах бурых углей); 2) пропускание в коротковолновой области в спектрах поглощения уменьшается (у витринитов антрацитов сплошное поглощение по всей области ИК-спектра).

В слабоуглефицированных углях (включая газовые) размах варьирования оптической плотности полосы поглощения метилено-

вых групп ( $2930 \text{ см}^{-1}$ ) достигает 0,40; с возрастанием углефикации размах варьирования этого показателя уменьшается. Смещение двух полос поглощения в области  $900-700 \text{ см}^{-1}$  может быть использовано для определения степени углефикации.

Витриниты равноуглефицированных углей разного возраста обнаруживают значительное сходство химической структуры, однако имеются и определенные различия в содержании некоторых структурных групп и связей. Так, для витринитов карбоновых и палеогеновых углей характерно наиболее высокое содержание метиленовых и карбонильных групп.

### БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВНИХ ТОРФООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ УГЛЕЙ

Л.Я.Кизильштейн, И.Г.Скляренко,  
Е.Н.Скляренко, С.С.Челмокаева  
(СССР)

Существенное варьирование химических свойств геифицированного вещества в пределах одной стадии метаморфизма явилось основанием для выделения генетических типов углей. В интерпретации причин, определяющих формирование генетических типов, нет единства взглядов.

Анализируя материал по пластам свиты  $C_2^6, C_2^7$  Донецкого бассейна, авторы, вслед за другими исследователями, обратили внимание на существенные особенности состава спорово-пыльцевых комплексов (СПК) на участках, сложенных угольным веществом разного генетического типа.

В составе СПК углей I-го генетического типа преобладают папоротники и хвощевые, 2-го - плауновые (таблица).

Генетические типы	Содержание доминирующих форм в СПК, %			
	плауновые	хвощевые	папоротники	хвойные
I	33	13	47	7
II	53	10	28	9

Известные особенности гелифицированного вещества генетических типов определяются различием условий древнего торфонакопления. Этим же объясняется отмеченная индивидуальность СПК, отражающая ботаническую структуру растительных ассоциаций в зонах накопления ОВ I-го и II-го генетических типов.

Авторы считают необходимым обратить внимание на вероятность прямого влияния состава растений — торфообразователей на некоторые характерные для генетических типов признаки: структуру гелифицированного ОВ, его цвет и химические свойства.

Биохимический состав ОВ зависит от уровня эволюционного развития торфообразующей флоры. Известно увеличение в филогенезе содержания в составе растений веществ, придающих им тканям повышенную биохимическую устойчивость против разложения ("пассивный химический иммунитет" по Раковскому, 1971). К их числу относятся лигнин (Манская, 1954), липиды (Иванов, 1926, 1934) и, возможно, некоторые антисептики. Принципиально изменяется также анатомическое строение растений в пользу все большего развития относительно более устойчивой против разложения древесины.

Различное участие в сложении торфа стеблевых тканей хвощей, плауновых и папоротников, имеющих существенно разный биохимический и анатомический состав, могло быть одной из причин, формирующих комплекс особенностей угольного вещества генетических типов.

По мнению авторов, биохимический состав торфообразователей должен быть восстановлен в перечне факторов, определяющих петрографические и химические свойства гелифицированного ОВ углей.

## ОБ АЗОТЕ И СЕРЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

А.Н.Решетко, Д.Д.Журавлева,  
Л.В.Мушкетова (СССР)

Основным источником азота и первичной органической серы в исходном материале углей являлись белковые соединения. Экспериментальный материал авторов, а также материалы других исследователей показывают следующие зависимости в отношении содержания азота и серы в каменных углях.

Количество азота в органической массе угля является характерной величиной для того или иного бассейна или месторождения. С увеличением регионального метаморфизма от газовых углей к тощим и антрацитам в пределах одного бассейна несколько понижается содержание азота. То же самое отмечается при увеличении температуры контактово-термального метаморфизма и при коксовании в печах.

Наибольшее количество азота содержится в витрините, а наименьшее в фюзините и резините. Споринит, кутинит и семивитринит занимают промежуточное положение. Содержание азота в микрокомпонентах в отдельных случаях зависит от петрогенетических типов углей, из которых они выделены. В пределах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов, а также Нерюнгринского месторождения отмечается общая зависимость уменьшения содержания азота с увеличением содержания в угле микрокомпонентов групп семивитринита и фюзинита.

В бассейнах каменноугольного и пермского возраста отмечается тенденция увеличения содержания серы общей с увеличением содержания в углях споринита и липодоподобных веществ.

С увеличением метаморфизма в углях Донецкого, Карагандинского и других бассейнов уменьшается содержание серы общей и органической. Содержание первичной органической серы в большинстве месторождений и бассейнов земного шара колеблется в пределах 0,2-1,0% и составляет в среднем около 0,5%.

Угли разных месторождений и бассейнов характеризуются присущими им отношениями азота к органической сере.

Содержание азота и первичной органической серы в отдель-

ных типах углей и составляющих их микрокомпонентов в значительной степени может быть объяснено количеством белковых веществ в исходном материале, а также путями их превращения в торфяную и последующие стадии процесса углеобразования.

## СРЕДНЕКАРБОНОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ ДОНБАССА И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ТИПОВ УГЛЕЙ

А.И.Егоров (СССР)

1. Угленосная толща и угли среднего карбона Донбасса формировались в разнообразных ландшафтных условиях. До прикамского времени ( $C_2^I$ ) значительную часть Донецкого бассейна занимал морской залив с широким низменным побережьем вдоль склона Украинского массива. С черемшанского времени и до конца периода на территории Донбасса существовала обширная заболоченная аллювиальная равнина, в которую с востока нередко вторгалось море. Современной ландшафтной моделью может служить аллювиальная равнина в низовьях Ганга и Брампутры.

2. До середины башкирского века основная масса минеральных осадков и преимущественно олиготрофных вод поступала в бассейн с суши Украинского массива, лежавшей в приэкваториальной влажной области. Ен -рН - характеристики этих вод мало отличались от характеристик вод торфяных болот. Процесс глубокого первичного разложения растительной массы в торфянике не нарушался, возникали в конечном итоге "маловосстановленные" угли.

3. В середине башкирского века постепенно увеличивалось минеральное и водное питание торфяников Донецкого прогиба за счет притока с севера, с Фенно-Скандинавской суши. Аридный, временами семиаридный климат северной суши способствовал образованию красных щелочных ферсалилитных почв. С севера в Донецкий прогиб поступало все больше вод с высоким рН богатых солями кальция и натрия. Одновременно происходило расширение

аридной зоны. В позднем карбоне признаки сухого климата отмечаются не только севернее бассейна, но также западнее и южнее его, на Украинской суше. В изменившихся геохимических условиях формировались в основном "восстановленные" угли, т.е. угли, выделяющиеся среди изометаморфных разновидностей более высоким содержанием водорода и большим выходом летучих веществ.

4. В числе факторов, способствовавших образованию в конце среднего карбона и особенно в позднекаменноугольное время преимущественно "восстановленных" углей, следует учитывать появление и расцвет новой группы высших растений — хвойных. Отличаясь высоким содержанием терпенов, фенолов, фитонцидов, новая группа растений—углеобразователей несомненно изменила направленность первичных процессов биохимического перерождения растительной массы в торфянике.

#### О НОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И НОВЫХ НАИМЕНОВАНИЯХ УГЛЕРОДИСТЫХ (УГЛЕВОДОРОДИСТЫХ) ВЕЩЕСТВ

Н.Б.Вассоевич (СССР)

1. Еще полтора века тому назад, благодаря осуществленному Ф.Велером абиогенному синтезу щавелевой кислоты (1824) и мочевины (1828), стала очевидной неудачность предложенного в 1807 г. И.н.Верцелиусом названия "органическая химия". С тех пор многие выдающиеся химики предлагали более правильные наименования для этой науки. Л.Гмелин (1848) говорил о химии соединений углерода; К.Шорлеммер определял эту науку как "химию углеводов и их производных" (1871) и это было потом поддержано многими; Д.И.Менделеев в "Основах химии" писал о химии "углеродистых или, лучше углеводородистых соединений" (1895).

2. Органическую химию действительно правильней называть химией углеводородистых соединений, ибо водород — обязательный элемент "органических веществ". Учитывая это, а также неоднозначность слова "органический", применяемого то в биоло-

гическом, то в химическом смысле (что, с терминологической точки зрения, является большим злом, отразившимся, например, на неудачном названии новой науки - "бионеорганическая химия", представляющем катахрезу), автор предложил именовать все органические соединения кахинами; химию кахинов - кахинологией, или кахиномией; природные "органические вещества" (ОВ) - кахитами, а ОВ в современных и ископаемых осадках (седиментах) - седикахитами (СК), в почвах - педокахитами и т.д.

3. За истекшие 70 лет со времени выделения Г.Потонье двух основных типов ОВ - гумусового и сапропелевого понятия о них расширились и дифференцировались, но названия (как и созданные на их основе дополнительные термины) потеряли геохимическую определенность. Возникла потребность в выделении типов ОВ (СК) по преобладающему и/или наиболее характерному типу молекулярных структур: 1) алифатических (преимущественно) и/или алициклических - алиновый тип ( $СК_{ал}$ ), свойственный альгиниту (первоисточник - планктон) и лейптинитам (исходный материал - споры, пыльца, смолы и т.д.); 2) конденсированных ароматических - арконовый тип ( $СК_{ар}$ ), свойственный витрену, фюзену (микриниту); 3) гетероциклических и алициклических (первоисточник - белки и углеводы) - амикагиновый тип ( $СК_{ам}$ ), свойственный так называемым меланоидинам, сапропелевым кислотам и т.п.

4. В стратифере доминирует алиновый тип седикахитов, являющийся благодаря высокому содержанию водорода и низкому - гетероэлементов, основным источником нефти. Арконовый тип, свойственный почвенному гумусу, торфам, большинству ископаемых углей, генерирует в процессе катагенеза в основном метан. Каменные угли в той мере способны давать жирный газ и нефтяные углеводороды, в какой содержат примесь  $СК_{ал}$  (лейптинит и, реже, альгинит).

## ГЕОМИКРОБИОЛОГИЯ И БИОГЕОХИМИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ГРИБОВ, СВЯЗАННЫХ С МАРГАНЦЕМ, ЖЕЛЕЗОМ И КАРБОНАТАМИ

В.Э.Крумбейн (ФРГ)

Цианобактерии и грибы в природе часто связаны. Они растут в крайне разнообразных условиях и оказывают сильное влияние на биогеохимию окружающей среды, изменяя химический состав поровых вод в породах и осадках, перевода в подвижное или неподвижное состояние такие элементы, как железо, марганец, кальций и магний. Эти изменения можно наблюдать в природе и в лабораторных культурах изолированных организмов.

Условия в культуре, скорости переноса металлов и морфология растворения и осаждения рассматриваются на примере длительно выращиваемой культуры, исследуемой с помощью растровой электронной микроскопии и рентгеновского анализа.

Установлено, что в пустынных и морских условиях среды грибы и цианобактерии принимают большое участие в переносе железа и марганца, образуя покровы из марганца и корочки или налеты железа. С этими процессами связано растворение и осаждение карбонатов.

Количественная оценка переноса вещества осуществляется микробиологическими и химическими методами.

В некоторых случаях активность грибов сильно изменяется и усиливается в присутствии *Metallogenium symbioticum*.

## РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В НЕКОТОРЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БОЛГАРИИ

Гр.Ескенази (Болгария)

Методом нейтронно-активационного анализа изучены 15 проб на трех угольных месторождениях Болгарии: Бобовдол (бурые угли), Перник (бурые угли) и Балканбас (черные угли). Установлено содержание следующих редкоземельных элементов: лантан,

церий, самарий, европий, тербий, диспрозий, иттербий, лютеций. В некоторых пробах определено содержание иттрия методом рентгенофлуоресцентного анализа. За исключением лантана и церия, для большинства проб содержание редкоземельных элементов в углях ниже кларка для осадочных пород. Распределение редкоземельных элементов изучено в зависимости от зольности и петрографического состава углей. Сделаны выводы о возможной форме присутствия редкоземельных элементов в углях изученных месторождений.

### ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ИЛОВЫХ ВОД, ГАЗОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ОТРАЖЕНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННО-ДИАГЕНЕТИЧЕСКИХ И МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

М.Г.Валяшко, Ю.Н.Гурский,  
Д.В.Гричук, Г.В.Карпова,  
Л.В.Черткова (СССР)

1. Проведено комплексное геохимическое изучение донных отложений (система: осадок-иловая вода-органическое вещество-газ) на нескольких полигонах и региональных разрезах в Черном и Каспийском морях (136 колонок донных отложений, 650 проб). На фоне нормального распределения компонентов системы обнаружены аномальные отклонения от обычных закономерностей.

2. В отложениях прослеживается закономерная связь процессов преобразования органического вещества (ОВ) и метаморфизации иловых вод (ИВ). Биохимическое разрушение ОВ приводит к накоплению в ИВ биогенных компонентов ( $Al_2O_3$ ,  $NH_4^+$ , J, Si, P), растворенного ОВ (углеводы, фульвовые и гуминовые кислоты) и газов:  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$  и углеводородов тяжелее метана (IV).

3. Характер изменения ОВ и ИВ определяется условиями седиментации и фациальной обстановкой в отложениях. Выявлена связь этих процессов с геоморфологией и тектоникой дна бассейна. Метаморфизация ИВ приводит к преобразованию морских вод в

ИБ хлор-кальциевого типа и активизируется в зонах взаимодействия вод разной солености и состава.

4. Резкое повышение ОБ в осадках (в сапропелевых слоях  $C_{орг}$  до 22,5%) приводит к увеличению в них концентраций ряда биогенных и минеральных компонентов (битумоидов, гуминовых кислот, хлорофила, феофитина, углеводородных газов, В, J, Сu, U, Mo, V и т.д.), но слабо отражается на поведении большинства компонентов ИВ. Условия и длительность процесса минерализации ОБ (возраст отложений) играют более важную роль.

5. В аномальных случаях установлены отклонения в распределении  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$ , битумоидов, рост  $\Sigma TУ$  при невысоком содержании  $CH_4$ , и усиление процессов метаморфизации.

6. Геохимические особенности поведения вышеупомянутых компонентов, а также приуроченность этих аномалий к зонам глубинных разломов (Ялтинский и Мангышлакский полигоны) позволяют говорить о миграционной природе таких аномалий.

7. Таким образом, возникает возможность диагностировать аномалии состава ИВ, биогенных и газовых компонентов миграционного происхождения на фоне изменений биохимической природы, связанных с "нормальными" седиментационно-диагенетическими процессами. Для этого могут быть использованы следующие признаки: изменение содержаний  $Cl^-$ , отношений  $\Sigma Ca^{2+} / \Sigma Na^+$ ,  $\Sigma Ca^{2+} / \Sigma Mg^{2+}$ , повышение отношений  $\frac{\Sigma TУ}{CH_4}$  и  $\frac{C_n H_{2n+2}}{C_n H_{2n}}$  при низких значениях содержаний J и отношения  $\frac{\Sigma Al_k}{\Sigma O_4^{2-}}$

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО КАК КОНЦЕНТРАТОР РУДООБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ В УГЛЕНОСНЫХ ТОЛЩАХ ДОНБАССА

А.Г.Дворников, М.А.Карасик,  
С.И.Кирикилица, А.М.Эдельман  
(СССР)

1. Установлены геолого-структурные и минералого-геохимические критерии закономерных связей между особенностями разме-

щения рудных полей ртутных и золото-полиметаллических месторождений в угленосных толщах карбона и распространением ртути и других рудообразующих элементов в угольных пластах свит  $C_2^3 - C_2^7$ . Главнейшими из них являются: повышенные концентрации ртути и изменчивость различных форм ее нахождения в углях в районах распространения разных типов оруденения в основных региональных складчатых структурах; особенности корреляции ртути и органических ее форм с другими элементами и минералами в зонах окологрудных изменений.

2. Роль органического вещества как концентратора рудообразующих компонентов при гидротермальных процессах проявляется в зависимости от их интенсивности и пространственного положения по отношению к угольным пластам. Вблизи рудных тел (десятки метров) ртуть в углях проявляется в виде киновари, самородной и примеси в эпигенетическом пирите. На расстоянии нескольких сот метров - ртуть связана с сульфидами железа и органическими ее соединениями. Достоверными признаками интенсивности процессов рудообразования в песчано-глинистых отложениях являются: отличительные текстурно-структурные особенности диагенетических и эпигенетических дисульфидов железа в углях.

3. Высокая контрастность эндогенных ореолов ртути в углях, разнообразие форм ее нахождения и парагенетически связанных с ней рудообразующих минералов и элементов может способствовать увеличению эффективности прогнозирования скрытого ртутного и золотополиметаллического оруденения в толщах карбона, максимальная глубина которого соизмерима с глубиной разведки угольных пластов.

4. Широкое распространение подвижных форм ртути в углях позволяет применять геохимические поиски глубокозалегающих гидротермальных месторождений в различных угольных бассейнах по литогеохимическим и атмогеохимическим ореолам в процессе геологоразведочных и эксплуатационных работ на уголь.

## РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НАКОПЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ

К.И.Лукашев, В.К.Лукашев,  
И.А.Добровольская, В.И.Витушко,  
Ц.Н.Клебанова (СССР)

От природы и фациальных условий нахождения органического вещества в значительной степени зависит его способность связывать металлы. На примере отложений Запада Русской платформы изучались факторы, влияющие на накопление элементов (Be, Ni, Cu, Mn, Sr, V, Ti и др.) в современных и погребенных торфах, в бурых углях разного возраста и в породах с различным содержанием рассеянного органического вещества. Установлено, что основными структурными элементами битумоидов являются алифатические эфиры и высокомолекулярные парафины. В некоторых случаях обнаружены поглощения, соответствующие карбоновым кислотам и ароматическим структурам.

Выполнена серия экспериментальных работ по изучению процессов сорбции Be биолитами (бурый уголь, торфами различной степени разложенности), а также по изучению концентрации Be различными фракциями гумусовых веществ (гуминовыми и фульвокислотами). Опыты проводились в статических и динамических условиях. В первом случае наиболее активно поглощал Be бурый уголь. Во втором случае (динамические условия) выяснилось, что на первых этапах опыта (2752 часа) торф удерживал больше Be, чем бурый уголь, что, очевидно, связано с рядом факторов: различная скорость прохождения раствора через породы, pH среды и т.д. Основная часть Be прочно связывалась биолитами, вероятно, в виде металлоорганических комплексов. Доля же адсорбированных форм в общем балансе связанного Be биолитами весьма незначительна (десорбция осуществлялась раствором уксуснокислого Na). При рассмотрении вопроса распределения Be в некоторых фракциях гумусовых веществ, установлено, что Be преимущественно связывался фульвокислотами. Замечено, что фульвокислоты углей проявляли большую способность к комплексообразованию с бериллием, чем фульвокислоты торфов.

Основное внимание уделялось обменноадсорбированным фор-

мам (десорбция осуществлялась электродиалитически по разработанному авторами методу). Установлено наличие 3-х форм нахождения  $Cu$ ,  $Ni$ ,  $Mn$  и  $Ti$  в изучавшихся осадках: в структуре минералов, в форме поглощенных катионов и в составе подвижных органоминеральных анионов.

Органическое вещество являлось основным фактором перераспределения элементов в системе осадок  $\rightleftharpoons$  раствор. Оно способствовало активной миграции  $Mn$ , значительных количеств  $Cu$ ,  $Ni$  и в некоторой мере  $Ti$ ,  $Cr$ ,  $V$  из компонентов осадка в раствор с последующей адсорбцией органическими и глинистыми коллоидами.

Несмотря на активную адсорбцию элементов органическими коллоидами не всегда наблюдается прямая пропорциональная зависимость между величиной их адсорбции и количеством органического вещества.

Проведенные исследования представляют интерес для изучения особенностей формирования осадочных месторождений и проведения геохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния в породах.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭПОХ НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И УРАНА С РУБЕЖАМИ В РАЗВИТИИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

С.Г.Неручев (СССР)

1. Накопление осадочного  $U$  в геологической истории крайне неравномерно. На фоне преобладающей во времени слабой фиксации  $U$  в осадках ( $1-4 \cdot 10^{-4}\%$ ) проявилось порядка 18 эпох уранонакопления, во время которых концентрация  $U$  в осадках на значительных пространствах древних морей возрастала в сотни раз, достигая  $2-3 \cdot 10^{-2}\%$ .

2. Эти эпохи установлены на границах архея и протерозоя, н.-ср. протерозоя, ср.-в. протерозоя, н.-ср. рифея, ср.-в. рифея, в венде; на границе н.-ср. кембрия, в кембрия-ордовика, в ср. ордовике, в силуре, в в. дево́не, в в. перми; на границах триаса

и юры, юры и мела, вблизи границ н.-в.мела, в мела-палеогена, в в.эоцене, примерно на границах палеогена и неогена, миоцена и плиоцена.

3. Интенсивное накопление  $U$  сопровождалось накоплением повышенных концентраций Р, Мо, Со, V, Си, Рв, а также редких земель.

4. Эпохи накопления  $U$  являлись вместе с тем эпохами интенсивного накопления планктоногенного ОВ, преимущественно I-2 видов синезеленых водорослей, что приводило к образованию сапропелевых сланцев, богатых нефтематеринских пород и обогащенных ОВ фосфоритов.

5. Синхронное в разных районах Земного шара интенсивное накопление ОВ и совместно с ним  $U$  в эти эпохи свидетельствует о глобальности их проявления.

6. В современных условиях интенсивность накопления  $U$  в ОВ организмов и в осадках находится в прямой зависимости от увеличения концентрации  $U$  в воде.

7. Накопление реально известных масс  $U$  из морской воды палеобассейнов с нормальной низкой его концентраций по балансовым соображениям невозможно и свидетельствует о значительно повышавшейся концентрации  $U$  в водах бассейнов эпох уранонакопления.

8. Источником  $U$  были, вероятно, оживлявшиеся рифтовые зоны. С рифтовой зоной Индийского океана и ныне связана зона повышенной концентрации  $U$ .

9. В эпохи уранонакопления происходило заражение среды обитания организмов. В отдельные эпохи (например, I,8 млрд. лет) проявлялась деятельность природных атомных реакторов, что не могло не оказывать огромного влияния на биосферу.

10. Близость (а нередко совпадение) границ крупных геологических подразделений с эпохами заражения среды свидетельствует о приуроченности к ним переломных моментов эволюции, когда резко возрастала интенсивность видообразования и одновременно - вымирания организмов.

II. Взаимосвязь переломных моментов эволюции с эпохами заражения среды  $U$  находится в соответствии с зонами радио-

генетики и свидетельствует о радиационно-мутационном механизме очень неравномерной во времени эволюции.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ УРАНА И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
В ВЫЯСНЕНИИ УСЛОВИЙ ЕГО НАКОПЛЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ  
ГИМПЕРТЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ

Ф.А.Алексеев, Р.П.Готтих  
(СССР)

1. Имеющиеся материалы устанавливают наличие тесных геохимических связей между ураном и органическим веществом. В осадочных породах древних бассейнов седиментации накопление и тип органического вещества в осадках различных фациальных зон хорошо фиксируется распределением урана. Это позволяет по характеру распределения урана определять условия осадконакопления, выделять различные фациальные зоны (прибрежные, переходные, относительно глубоководные, а в пределах их — подвижные мелководные участки) с различным характером накопления органического вещества.

2. Для бассейнов с нормальным распределением и кларковым содержанием органического вещества максимальное накопление его и урана происходит в осадках, формирующихся в условиях наиболее мелководных и мелководно-прибрежных фаций. Органическое вещество имеет преимущественно гумусовый тип. Новое повышенное количество урана связано уже с сапропелевым типом органического вещества в осадках, сформировавшихся в условиях относительно глубоководных фаций. В бассейнах, осадконакопление в которых происходило в резко восстановительной среде, а содержание органического вещества аномально высокое, максимальное накопление урана и органического вещества отмечено в условиях относительно глубоководных фаций среди органического вещества сапропелевого типа. Менее значительный максимум органического вещества и урана отмечен в осадках, сформировавшихся в мелководных прибрежных условиях.

3. Уран является постоянным компонентом нефтей и содержится в количествах от  $0,7 \cdot 10^{-7}$  до  $6,2 \cdot 10^{-7}$  % на сырую нефть. Выявляется тенденция увеличения содержания урана с уменьшением глубины их залегания и соответствующим ростом их удельного веса. Начиная с содержания урана  $3,0 \cdot 10^{-7}$  % на нефть, все последующее увеличение его должно быть связано с вторичными изменениями нефтей, с эпигенетическим воздействием на породы и нефти кислородсодержащих вод, несущих в своем составе уран, в периоды древней поверхностной инфильтрации. В данном случае битум, насыщающий породы, служил геохимическим барьером на пути движения кислородсодержащих вод.

#### ЗАВИСИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ОТ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД И КАУСТОБИОЛИТОВ ВОСТОКА СССР

И.В.Китаев, М.А.Михайлов,  
В.Г.Моисеенко (СССР)

1. Отмечается крайне неравномерное распределение рассеянного золота в однотипных породах одних и тех же структурно-формационных зон. Распределение тонкодисперсного золота в прибрежно-морских и континентальных толщах контролируется, в основном, процессами механической дифференциации. Изучение закономерностей распределения первично-осадочного золота в глубоководных осадочных комплексах показывает, что в породах имеется определенная корреляционная и генетическая связь между составом рассеянного органического вещества и золотом.

2. Средние содержания золота в бурых и каменных углях и углистых породах превышают средние содержания во вмещающих породах мезозойского и кайнозойского возраста в 1,4 раза (бурые угли) и 1,2 раза (каменные угли). Соответствующий коэффициент концентрации серебра равен 1,5 (бурые угли) и 1,8 (каменные угли). В торфе концентрация золота еще выше. Золото-серебряное отношение варьирует очень сильно. Его усредненные значе-

ния для отдельных генетических групп месторождений изменяются от 0,052 до 1,150.

3. Сравнение углей различной зольности и гравитационное разделение угля на фракции показывает, что золото концентрируется преимущественно в малозольных разностях, а серебро — в углях средней и высокой зольности. Рассматриваются связи золота с минеральными и органическими компонентами углей.

4. Сопряженный геолого-геохимический анализ распределения рассеянного золота, серебра и других микроэлементов позволяет выделять крупные структурно-фациальные зоны унаследованного осадконакопления.

#### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ ПОРФИРИНОВ

В.А.Чиненов, Т.В.Белоконь,  
А.З.Коблова (СССР)

Исследованы порфириновые структуры и связанные с ними металлы в современных осадках Черного моря, мезо-кайнозойских породах Восточного Предкавказья и палеозойских породах и нефтях Пермского Приуралья. Роль пигментов животного происхождения (геминов) в общей сумме порфириновых структур незначительна на стадии диагенеза, отсутствует переход хлоринов растительного и бактериального происхождения в порфирины. Свободные хлорины, образующиеся при разложении биогенных пигментов (хлорофиллов, бактериохлорофиллов), связываются вторично с геохимически подвижными металлами—медью, возможно, никелем.

Металлопорфирины фиксируются в глинистых породах на глубинах свыше 1000 метров и представлены в основном никелевыми комплексами. В битуминозных карбонатных породах с большим содержанием ванадия доля ванадийпорфиринов в общей сумме порфиринов значительно выше.

Хроматографическое разделение металлопорфиринов на ванадиевые и никелевые, деметаллизация и изучение структурных особенностей свободных оснований показало, что наиболее слож-

ные по строению пигменты ДФЭП-типа встречаются в нефтях и битумоидах более молодых пород. При этом никелевые порфирины более преобразованы по сравнению с ванадиевыми. Никельпорфирины обладают в основном этио- и филло-типом спектра, а ванадиевые-ДФЭП- и этио-типом. Присутствие карбоксильной группы в ванадилпорфирине, фиксируемой по щелочной некомплексной соли карбоксильной группы, и относительное обогащение изотопом  $C^{13}$  подтверждает его меньшую измененность по сравнению с никельпорфирином.

При преобразовании органического вещества в катагенезе происходит, по-видимому, последовательное изменение порфиринов в ряду ДФЭП  $\rightarrow$  этио  $\rightarrow$  филло. В глубоких зонах катагенеза передовых прогибов порфирины в осадочных породах отсутствуют, при этом они либо разрушаются, либо входят в состав высокомолекулярных компонентов органического вещества. Так, по данным ЭПР замечены порфириновые структуры в комплексе с ванадием (IV) в асфальтеновых компонентах битумоидов глубоких зон.

#### О МОЛЕКУЛЯРНОМ СОСТАВЕ ВАНАДИЛПОРФИРИНОВ НЕФТЕЙ

В.И.Титов, В.Р.Антипенко,  
О.В.Серебренникова (СССР)

В докладе представлены результаты комплексного изучения ванадилпорфиринов нефтей и рассеянного органического вещества на примере осадочных пород Западной Сибири и Южного Узбекистана.

Выделение ванадилпорфиринов из нефтей и хлороформенных битумоидов и исследование их структуры проводилось по единой методике, включающей экстракционное и хроматографическое выделение порфириновых фрагментов, разделение их на однородные фракции и изучение последних методами электронной спектроскопии, масс-спектрометрии низкого разрешения и (впервые примененной для изучения подобных объектов) масс-спектрометрии метастабильных ионов.

Показано, что ванадилпорфирины всех изученных объектов являются сложной смесью соединений пяти гомологических рядов, причем в основном обнаружены алкил- и моноциклоалкилпорфирины, в меньшем количестве содержатся бициклоалкилпорфирины. Показана возможность хроматографического разделения ванадилпорфиринов нефтей и рассеянного органического вещества на ряд отдельных фракций (до восьми). Различие в хроматографических картинах разных объектов состоит в количественном соотношении или отсутствии некоторых фракций.

На основании совокупности физико-химических исследований и хроматографического анализа синтетических ванадилпорфиринов сделаны некоторые предположения о различии в структуре порфиринов, входящих в состав фракций.

Масс-спектрометрией метастабильных ионов показано наличие в пределах соединений с одним и тем же молекулярным весом нескольких изомеров ванадилпорфиринов, отличающихся максимальной длиной алкильной цепи, которая у высокомолекулярных гомологов достигает I2-I3 атомов углерода и может быть разветвленной. Установлено наличие у ископаемых порфиринов незамещенных пиррольных протонов.

Проведенные исследования показали общность структурных особенностей ванадилпорфиринов изученных объектов, однако молекулярный состав их строго индивидуален и определяется, по-видимому, условиями формирования залежей нефти.

#### МЕТАМОРФОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОНОСНЫХ СЛАНЦЕВ

М.Н.Альтгаузен, Э.Я.Маремяз,  
Г.А.Сидоренко, В.А.Успенский  
(СССР)

I. Металлоносные черные сланцы докембрийского и нижнепалеозойского возраста установлены на всех континентах; неметаморфизованные их разности могут считаться прототипом исходно-

го вещества, из которого образовались метаморфизованные разности. Неметаморфизованные и метаморфизованные сланцы отличаются от обычных глинистых пород повышенным содержанием органического вещества (5-20%), S, P, Fe, K, V, Mo, U и др. металлов. Органическое вещество неметаморфизованных разностей содержит гуминовых кислот - 0,2-3,6%; в метаморфизованных оно представлено метаантрацитом и графитизированным антрацитом.

2. При термической обработке неметаморфизованных разностей ( $t^{\circ} = 250-300^{\circ}\text{C}$ ) начинается разложение органического вещества и сульфидов; около  $300^{\circ}\text{C}$  повышается растворимость Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti, V, Mo, U и др. металлов; при повышении температуры ( $> 700^{\circ}$ ) растворимость их уменьшается. При  $600^{\circ}\text{C}$  появляется новообразованный гематит; содержание его постепенно увеличивается ( $900^{\circ}\text{C}$ ), а затем он вновь разрушается ( $1000-1100^{\circ}\text{C}$ ). Дегидратация слюд начинается около  $800^{\circ}\text{C}$ , а разложение полевого шпата и появление аморфной фазы (силикатное стекло) при  $1000^{\circ}\text{C}$ . Количество последнего в дальнейшем увеличивается ( $1100^{\circ}\text{C}$ ); при  $1200^{\circ}\text{C}$  происходит полное оплавление породы.

3. Сравнение естественных метаморфизованных черных сланцев с продуктами термической обработки неметаморфизованных их аналогов позволяет высказать следующие предположения:

а) совместное нахождение в метаморфизованных сланцах метаантрацита, графита, гематита, мусковита и отсутствие силикатного стекла свидетельствует о прогреве пород примерно до  $500-700^{\circ}\text{C}$ ;

б) в интервале температур  $300-700^{\circ}\text{C}$  Mo и U частично отделяются от их первоначальных носителей; следовательно могли возникать метаморфогенные флюиды, способствовавшие переотложению этих металлов и даже выносу за пределы толщ черных сланцев. Вероятно, не случайно гидротермальные урановые месторождения в некоторых районах сосредоточены в областях распространения метаморфизованных черных сланцев.

4. Последующими исследованиями планируется выяснить роль давления и ювенильных флюидов в метаморфизме черных сланцев и подвижности содержащихся в них металлов.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ЮРСКИХ ОСАДКАХ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

П.В.Ивашов (СССР)

В континентальных юрских отложениях указанного региона, представленных сероцветной олигомиктовой каолиноносной гумидной формацией, органическое вещество обнаружено как в виде рассеянного (визуально невидимые дисперсные и фоссилизированные (споры и пыльца) формы, а также растительный детрит), так и концентрированного (лигниты, частично бурые угли и нефтяные битумоиды). Наибольший геохимический интерес представляют концентрированные формы органического вещества, в частности лигниты и нефтяные битумоиды.

Лигниты распространены почти повсеместно среди осадков континентальной юры. В этих органических остатках хорошо сохранилась структура исходного материала, позволяющая установить условия их образования. Лигниты сформировались за счет локального скопления юрской древесины в процессе осадконакопления. Для них характерна своеобразная геохимическая ассоциация малых химических элементов, в частности таких как (пределы содержания в золе, %): бериллий (0,005-0,01), скандий (0,03-0,05), титан (0,8-2,0), галлий (до 0,1), никель (0,25-0,4), молибден (0,02-0,05), ванадий (0,25-0,4), медь (0,003-0,005), иттрий (до 0,05), иттербий (до 0,01), цинк (до 0,2), цирконий (0,2-0,3), кобальт (0,04-0,07), свинец (до 0,001). Весьма показательное повышенное содержание германия, достигающее 0,2% в золе лигнитов. В отдельных образцах золы из черных лигнитов содержание германия достигает 2,0%, и оно приурочено к гелифицированному веществу. Вероятно, накопление германия происходит на стадии лигнитообразования в результате сорбции этого химического элемента органическим веществом из растворов в ходе осадконакопления, также как и геохимически подвижных никеля, молибдена и галлия. В бурых лигнитах характерно повышенное содержание геохимически менее подвижных элементов - бериллия, титана, циркония, связанных, по-видимому, с минеральными примесями.

Установлены проявления нефти, а также обнаружены нефтеносные кислоты и другие тяжелые углеводороды в юрских водах. Газообразные углеводороды представлены в основном метаном (до 98%) с подчиненным количеством других газов - азота (до 10%), водорода (до 0,23%), углекислого газа (до 5,1%).

Таким образом, концентрированные формы органического вещества в составе осадков континентальной юры Русской платформы могут явиться потенциальным источником для формирования германиеносных лигнитовых залежей, а также месторождений нефти и газа.

#### ГЕОХИМИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА УГЛЕНОСНОЙ ФОРМАЦИИ БУРЕЙНСКОГО ПРОГИБА В ЛИТОГЕНЕЗЕ

В.В.Крапивенцева, И.В.Китаев  
(СССР)

Особенностью верхнеюрско-ижнемеловой угленосной формации Буреинского прогиба является высокое содержание органического вещества (до 100 угольных пластов и пропластков) и повышенное (до 30%) содержание в разрезе пепловой пирокластики. Угли с повышенным количеством минеральных включений (золеность до 30%) характеризуются при определенном петрографическом составе и стадии метаморфизма (от  $D_1$  до  $G_2$ ) меньшим содержанием углерода и большим-кислорода, водорода, большим выходом летучих веществ.

Влияние органического вещества (ОВ) на преобразование терригенного и пирокластического материала в диагенезе по-разному проявляется в породах, относящихся к различным фациальным комплексам - торфяно-болотному, озерному, руслово-пойменному в зависимости от содержания, степени разложения, характера распределения органического вещества и пирокластики. В целом, для туфогенных пород характерны разнообразные диагенетические изменения, выразившиеся в развитии каолинита, гидрослюда, монтмориллонита, цеолитов (анальцима), карбонатов

(сидерита и кальцита), в меньшей мере хлорита и галлуазита. Для пород, более обогащенных ОВ, характерны процессы каолинитизации, при преобладании пирокластического материала — процессы монтмориллонитизации, цеолитизации. Для вмещающих алеврито-песчаных и песчаных пород кровли более характерны процессы гидрослюдизации и реже каолинитизации, для пород почвы — процессы каолинитизации, карбонатизации и реже — хлоритизации. Судя по широкому и повсеместному распространению в угленосных породах монтмориллонита, а также незначительной примеси смешанно-слоистых минералов, катагенные преобразования в отложениях этого комплекса не получили существенного развития.

В углях методом количественного и полуквантитативного спектрального анализа обнаружено около 30 элементов. Из них Si, Fe, Al, Ag, Ti, Mg, Ca, Na, Ni, V, Mn, Cr, Cu, Co, Pb, Sn, Zn, Ba, Zr, B, Be, Ga встречаются постоянно. Содержание их близко к кларковым и значительно варьирует в зависимости от соотношения органических и минеральных компонентов.

Выявлена преимущественная связь одних элементов (Cu, B, Pb, Mo, W, Be, Ba, Mn) с ОВ, других (Zn, Cr, V, Ga, Sn, Zr, Fe, Ti, Ca, Mg) — с минеральными компонентами.

На основании закономерностей распределения малых элементов в углях и углистых породах граница между ними должна проходить по зольности равной 45%. Типы связей химических элементов с ОВ углей и углистых пород в Буреинском прогибе многообразны.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФОРМЫ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ И УГЛЯХ ВОСТОКА СССР

Н.И.Китаева, И.В.Китаев,  
О.А.Киселева, М.А.Михайлов (СССР)

I. Изучение распределения малых элементов в морских и

континентальных осадочных породах и углях позволило выделить генетические ассоциации элементов, которые сильно варьируют в зависимости от условий образования и состава пород и углей. Наиболее общими типоморфными элементами углей являются бор, кобальт, никель, медь и хром.

2. Фазовый анализ методом последовательных вытяжек показывает, что некоторые элементы содержатся в осадочных породах преимущественно в легкоподвижных формах. В углях, независимо от стадии углефикации, большая доля содержания элементов приходится на труднорастворимые соединения, среди которых возможны металлоорганические комплексы.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА ГЕРМАНИЯ В УГЛЯХ

Ю.П.Костин, Л.М.Дурье (СССР)

Проведенное изучение распределения германия в углях методом локального рентгеноспектрального микроанализа (микронзонд) показало, что содержание германия в испытуемых бурых углях двух месторождений достигает десятых долей процента. На установке MS-46 "Самеса" проанализированы следующие микрокомпоненты: в группе витринита - коллинит, телоколлинит, телинит (паренхит и фелинит); в группе фюзенита - коллофюзинит; в группе минеральных примесей - глинистое вещество, пирит и кварц.

Растровые картины (сканирование) и количественные определения свидетельствуют о чрезвычайно неравномерном распределении германия: максимальные концентрации приурочены к коллиниту; в значительно меньшем количестве германий содержится в телоколлините и телините; в фюзините, глинистом веществе и пирите содержания близки к фоновым; в кварце германий не обнаружен.

Эксперимент является прямым доказательством связи основных концентраций германия с бесструктурным гелифицированным

веществом, что, в свою очередь, доказывает сингенез высокого германиевого оруденения углей. Германий поступал в образующиеся угли на стадиях торфонакопления и раннего диагенеза и сорбировался наиболее реакционноспособными органическими соединениями типа гуминовых кислот, которые на торфяной стадии существуют в форме гидрозоль (в меньшей степени - гидрогеля). Свободные гуминовые кислоты в процессе углефикации образуют бесструктурное гелифицированное вещество ископаемых углей. Гелификация растительных тканей, сохранивших клеточное строение, происходит на более поздних стадиях преобразования органического вещества, когда привнос германия в захороненную торфяную залежь (угольный пласт) при наличии восстановительной среды преобразования органики практически исключается. Незначительное эпигенетическое обогащение германием ископаемых углей отмечается в прикровельных и припочвенных частях пластов на фоне низких (субкларковых) внутрипластовых концентраций.

Угольные пласты с высоким германиевым оруденением этой закономерности не обнаруживают.

#### СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАЛЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИСКОПАЕМЫХ УГЛЯХ

И.Л.Башаркевич, Ю.П.Костин,  
Е.С.Мейтов (СССР)

Имеющиеся в литературе сведения о средних содержаниях малых элементов в ископаемых углях разрознены, охватывают узкий круг элементов и, как правило, являются обобщением разнородных публикаций.

Настоящая работа основана на статистической обработке результатов опробования товарной продукции 748 угледобывающих предприятий СССР, обрабатывающих угли месторождений и бассейнов всех генетических типов, возрастов и степеней углефикации. Отобрано более 32 тысяч проб товарных углей, объеди-

ненных для анализа в 8167 групповых проб. Пробы проанализированы спектральным приближенно-количественным методом на 26 элементов и количественными методами на 4 (Ge, Rb, Cs, Au). Расчет средних содержаний проведен по единой методике. На первом этапе рассчитаны параметры распределения содержаний элементов в углях 156 месторождений и угленосных районов. На втором этапе взвешиванием содержаний на запасы вычислены кларки рассматриваемых элементов в бурых, каменных углях и углях в целом.

Средние содержания элементов составили (в г/т угля):

Li - в ископаемых углях 6, в т.ч. в бурых - 2, в каменных-6;  
Be 0,9 - 1,9 - 0,9; B - 36,7 - 55,8 - 34,5; P 230 - 100 - 240;  
Sc 1,1 - 1,3 - 1,1; Ti 1250 - 1000 - 1280; V 22,8 - 11,3 - 24,2; Ni 6,9 - 4,0 - 7,2; Cr 8,5 - 6,4 - 8,7; Mn - 170 - 190 - 170;  
Co 3,5 - 2,2 - 3,6; Cu - 12,3 - 8,6 - 12,7; Zn 27 - 72 - 21;  
Ga 3,1 - 2,9 - 3,1; Ge 1,8 - 1,5 - 1,9; Rb 16 - 8 - 17;  
Sr 78 - 63 - 79; Y 6,3 - 7,2 - 6,2; Zr 51 - 36 - 58;  
Nb 2,8 - 2,8 - 2,8; Mo 1,4 - 1,6 - 1,4; Ag 0,013 - 0,009 - 0,014;  
Sn 0,8 - 0,7 - 0,8; Cs 1,4 - 1,0 - 1,4; Ba 160 - 100 - 160;  
La 5 - 5 - 5; Yb 0,6 - 0,7 - 0,6; W 0,4 - 2,1 - 0,2;  
Au 0,0005 - 0,0002 - 0,0007; Pb 6,8 - 7,1 - 6,6.

Угли как горная порода бедны малыми элементами. Сопоставление с кларками главных типов горных пород свидетельствует о положительной специализации углей только на Ge и Mo. Учет баланса зольной и органической составляющих вещества углей позволил выделить элементы, концентрируемые органическим веществом угольного ряда: Be, B, Zn, Ge, Mo, Cs, W. Эти элементы при определенных условиях создают в углях уникально высокие концентрации.

#### ЭЛЕМЕНТЫ-ИНДИКАТОРЫ ГЕРМАНИЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ УГЛЕЙ

И.Л.Башаркевич, Ю.П.Костин  
Е.С.Мейтов (СССР)

Настоящая работа является попыткой привлечения геохими-

ческой информации для совершенствования критериев прогноза и поисков германий-угольных месторождений.

На основе статистической обработки результатов опробования товарной продукции подавляющего большинства угледобывающих предприятий СССР, отработывающих угли всех основных месторождений и бассейнов Союза, определена геохимическая специализация углей 156 месторождений и угленосных районов.

Сопоставление геохимической специализации углей эксплуатируемых германий-угольных месторождений с привлечением материалов по разведанным аналогичным месторождениям показывает, что к числу индикаторов высокого германиевого оруденения углей относятся вольфрам, бериллий, молибден, литий, рубидий, цезий, фосфор. Причем, вольфрам и иногда бериллий образуют весьма контрастные аномалии, молибден - контрастные, литий и рубидий - малоконтрастные, цезий и фосфор - фиксируются постоянно. Ассоциация цезий-фосфор является "региональным сигналом" перспективности регионально-возрастной группы угленосных структур на выявление германий-угольных месторождений. Из перечисленных элементов вольфрам, бериллий, молибден, цезий, как и германий, относятся к концентрируемым органическим веществам угольного ряда. Единство геохимической специализации углей германий - угольных месторождений позволяет выделить их в самостоятельный тип редкометалльных месторождений.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ КЕРОГЕНА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА КАТАГЕНЕЗА

И.Конц (Венгрия)

Термическая деградация керогена характеризуется коэффициентом катагенеза по Траншу и Эишму. Было исследовано изменение с глубиной средней величины и градиента коэффициента катагенеза в пелитоморфных породах неогена Паннонского бассейна. В изменении с глубиной средней величины коэффициента катагенеза обнаруживается стадийность. Стадийный характер

деградации керогена связан с идентичностью порядков величин кинетических констант реакций разложения и с уменьшением количества элиминируемых связей. Отдельные этапы деградации керогена соответствуют определенным группам реакций разложения. Каждая группа реакций разложения имеет приблизительно одинаковые кинетические константы и соответствует определенной генетической стадии.

Средние кинетические константы этапов деградации керогена определялись путем моделирования кинетики реакций. При этом кинетические константы изменялись до тех пор, пока расчетный коэффициент катагенеза не сравнялся с измеренным. С помощью установленных кинетических констант реакций можно определить временные и температурные (глубина) границы генетических стадий.

#### ОПЫТЫ ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ, ПРОВЕДЕННЫЕ НА КЕРОГЕНЕ ИЗ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД СВИТЫ ГРИН-РИВЕР (БАССЕЙН ЮНТА, США)

М.Ванденбрукс, Б.Дюран,  
А.Худ (США)

Определен качественный и количественный баланс продуктов термической эволюции керогена. Результаты опытов сравниваются с результатами изучения нефтеобразования в природных условиях.

#### Экспериментальная часть

Первоначальный кероген получают из слабо измененного образца серии "глинистых пород Грин-Ривер". Равные части образца нагревают в потоке гелия от температуры окружающей среды до следующих температур: 350, 375, 400, 420, 435, 450, 475, 500, 550 и 600°C – с программированием температуры (4°C/мин). Анализируют:

– фракцию летучих продуктов, выделяемых из заполненной хлороформом ловушки (разделение при помощи тонкослойной хроматографии, анализ углеводов методами газовой хромато-

графии и масс-спектрометрии);

- обугленный органический остаток после обработки хлороформом (элементный анализ, инфракрасная спектроскопия, оптические исследования);

- хлороформенный экстракт из обугленного остатка.

Во время каждого эксперимента определяли весовой баланс между: летучей фракцией и ее компонентами (насыщенные, ненасыщенные, ароматические и гетероатомные соединения); обугленным остатком и газообразными продуктами (по разности).

#### Эволюция керогена

Снова наблюдается параллелизм между природной и искусственно вызванной термической эволюцией керогенов, который уже отмечали для других разрезов.

#### Эволюция летучей фракции

Наблюдался также параллелизм между летучими продуктами искусственной эволюции керогенов и хлороформенными экстрактами из природных образцов, с одной стороны, в абсолютном количестве выделяющихся продуктов, с другой стороны, в их количественном соотношении и распределении углеводородов.

Однако отмечены некоторые качественные различия: кроме насыщенных углеводородов, образуются гомологические ряды ненасыщенных углеводородов. Возможно, что это результат компенсации времени температурой в лабораторных опытах, благодаря чему могут сохраняться соединения, неустойчивые в термодинамических условиях природной геологической обстановки.

## О НЕКОТОРЫХ ВАЖНЕЙШИХ МЕТОДАХ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА

П.Леппат<sup>X</sup>, Р.Ноэль<sup>XX</sup>,  
Й.Самерс<sup>XX</sup> (Бельгия)

На основе приблизительно 480 графиков электронного спи-

<sup>X</sup>Лабофина S. A., Исследовательский центр группы "Петрофина", Брюссель, Бельгия.

<sup>XX</sup>Национальный институт добывающей промышленности, Лжж, Бельгия.

нового резонанса (ЭСР) керогеносодержащих пород и керогенов:

1) Мы усовершенствовали программу для решения графиков ЭСР на ЭВМ.

2) Показали, что для корреляции скважин в нефтяном бассейне можно использовать данные измерения ЭСР отражательной способности.

3) Подтвердили наши результаты от 1971 года, свидетельствующие о том, что химическое выделение керогенов, видимо приводит к их изменению.

Было установлено, что концентрация свободных радикалов, измеренная методом ЭСР, в необработанных керогеносодержащих породах и в породах, обработанных хлороформом и соляной кислотой, совершенно одинакова.

С другой стороны, исследование керогенов, извлеченных из тех же самых пород видоизмененным методом Форсмана и Ханта, ясно показывает (спектры ЭСР и отражательная способность), что в результате химической обработки керогены были изменены.

4) Мы установили, что существует корреляция между количеством пиролитического продукта и концентрацией свободных радикалов в остатке, определенной методом ЭСР.

Эти результаты подтверждаются данными измерения отражательной способности.

Следовательно можно определить количество нефти, уже генерированной керогеном.

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Д.Виторович, Д.Вучелич,  
М.Гашич, Н.Юранич,  
С.Макура (Югославия)

Постоянный интерес, проявляемый нами к алексиначким горючим сланцам, заставляет искать новые эффективные методы

качественного и количественного анализа содержащегося в них органического вещества. Успешные предварительные эксперименты с широкополосной ЯМР-спектроскопией и обнадеживающие результаты, полученные исследовательской группой Горного Бюро (Ф.П.Микнис и др.), побудили нас сделать сообщение о нашем подходе к этому вопросу и о результатах анализа органического вещества алексинацких горючих сланцев методом импульсной ЯМР-спектроскопии. Этот метод дает очень быструю и точную оценку содержания органического вещества (коэффициент корреляции -  $R = 0,992$ ). Разработка его требует проведения детальных предварительных физико-химических исследований, поскольку на его результаты может сильно влиять присутствие неорганических протонов. Дифференциальный термический анализ, термогравиметрический, инфракрасный и рентгеновский анализы указывают на присутствие многих минералов, среди которых, однако, не удалось обнаружить нахколит и даусонит. Было установлено, что пик на кривой ДТА при  $125^{\circ}\text{C}$ , который приписывают разложению нахколита, обусловлен присутствием воды, как кристаллической, так и сорбированной минералами цеолитового типа (цеолитовая вода); установлено также присутствие слабо сорбированной воды (2-4%) в других глинистых минералах. Устранить эти сигналы от неорганических протонов можно было бы путем вычитания амплитуд FID во время измерений или путем высушивания образцов при  $150^{\circ}\text{C}$  в атмосфере азота.

Метод ядерного магнитного резонанса высокого разрешения применительно к твердым веществам (метод ЯМР Пайна) позволил получить приблизительную оценку соотношения алифатических и ароматических структур в керогене алексинацких горючих сланцев. Поскольку этот метод отличается быстротой и точностью и дал хорошие предварительные результаты, он будет разрабатываться и дальше для детального структурного анализа керогена глинистых пород.

# ГЕНЕЗИС И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ВЕРХНЕСИЛЕЗСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА ПОЛЬШИ

М.Котарба (Польша)

Газы угольных пластов Силезского каменноугольного бассейна генерировались во время углефикации. Правильное понимание геохимии газов угольных месторождений возможно только на основе изучения специфики процессов углефикации, отражающих историю геологического развития бассейна.

На основе изучения степени углефикации ( $R^o$ ,  $V^n$ ,  $C^r$ ,  $W^c$ ), магматизма и геотермической обстановки бассейна восстановлены палеотемпературные условия, которые существовали в процессе его геологического развития.

Установлена зависимость химического состава газов и интенсивность газопроявлений от петрографического и химического состава углей, которая выявляется в процессе углефикации.

Исследование фильтрационных параметров углей и песчаников (пористость, проницаемость, трещиноватость, кинетика адсорбции), а также тектоно-литологических факторов позволило создать диффузионно-эффузионную модель миграционных условий.

На основе исследования изотопического состава метана угольных газов, а также химического состава газов в комплексе с изучением истории геологического развития бассейна, палеотемпературной обстановки, степени углефикации, фильтрационных свойств пород, установлены условия формирования газов угольных пластов.

Отвергается гипотеза о возможном притоке газа в продуктивные серии верхнего карбона из более древних отложений.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КАТАГЕНЕЗА  
САПРОПЕЛЕВОГО И ГУМУСОВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Е.А.Глебовская, Т.Н.Мельцанская,  
Л.А.Леглер, В.И.Резцов (СССР)

В связи с общими исследованиями генерации нефти и газа проведено схематическое сопоставление поведения сапропелевого и гумусового органического вещества при термобарических воздействиях в условиях отсутствия внешнего кислорода. Две параллельные серии опытов с эталонными образцами органического вещества каждого типа, стадии МК<sub>1</sub>, показали принципиальные различия по масштабу и кинетическим особенностям процесса термодеструкции керогена, составу, химической структуре и последовательности выделения продуктов распада.

Установлено, что превращения сапропелита происходят скачкообразно, скачки приурочены к сменам метаморфических фаз ОВ. Первому скачку (переход МК<sub>1</sub>-МК<sub>2</sub> - 300°C) сопутствует максимальное выделение газов (4%) и битумоидов (60%). Доля углеводородов - 15% на ОВ, против 0,32% в исходном образце. Этот скачок, по-видимому, является аналогом главной фазы нефтеобразования. При втором скачке (переход МК<sub>2</sub>-МК<sub>3</sub>), который показала нерастворимая часть ОВ из первого опыта при дальнейшем подъеме температуры (340°C, 150 атм), термодеструкция прошла с распадом 50% данной массы, что соответствует выделению углеводородов в количестве 1,7% на исходное ОВ. После второго скачка остается 10% исходной массы, элементный состав которой резко изменился только на этом этапе.

Превращения гумусового ОВ в параллельной серии опытов происходит до стадии МК<sub>3</sub> монотонно, без скачков, за счет главным образом, внутренних молекулярных перегруппировок. Лишь в интервале МК<sub>3</sub>-МК<sub>4</sub> наблюдается скачок газообразования (СО<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>), с затратой не более 2% массы ОВ (400°C, 150 атм), после чего до А<sub>4</sub> (550°C, 150 атм) газообразование последовательно уменьшается.

Для обоих рядов установлено затухание процесса термодеструкции во времени - при данной температуре - на каждом эта-

пе, отрицательное влияние давления на развитие процесса термодеструкции в замкнутой системе и положительное значение возможности разгрузки - удаления подвижных продуктов, образующихся на отдельных ступенях термодеструкции.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ УГЛЕФИКАЦИИ

В.Л.Соколов, В.Ф.Симоненко,  
Н.Д.Гуляева (СССР)

Были проведены экспериментальные исследования эволюции газообразования при последовательном развитии углефикации от ранних бурогоугольных стадий до поздних - антрацитовых (донецкая коллекция углей). Посредством термобарического воздействия воспроизводились особенности процесса газообразования, свойственные данной стадии углефикации. Изменения превращенности углей в ходе эксперимента контролировались аналитическими определениями отражательной способности по витриниту, выхода летучих, распределения нормальных алканов хлороформенного экстракта и др.

Образцы измельченных и предварительно десорбированных углей выдерживались на различных температурных режимах от 100 до 300°C в каждом случае до превращения газовой выделенной из вмещающей камеры, практически в течение 3 суток при общей продолжительности опыта 15-18 суток. В газовой фазе определялись окись и двуокись углерода, азот, водород, метан и его гомологи до гексана включительно.

Изменение состава и интенсивности выделения газовой фазы в опытах с углями последовательного углефикационного ряда протекает неравномерно, но в определенной закономерной последовательности, в которой отчетливо различаются три этапа или фазы. Первый этап (стадии углефикации Б-Д) отличается наиболее интенсивной генерацией газов, в составе которых доминирует (до 90%) двуокись углерода и присутствуют значительные объемы метана. Второй этап (стадии Г-ОС) отличается активным

выделением гомологов метана, содержание которых в газе в отдельных случаях достигает 80%. На этом этапе реализуется значительная часть газопроизводящего и весь нефтепроизводящий потенциал гумусовых углей. Третий этап (стадии Т-А) характеризуется активным выделением метана при полном прекращении выхода его гомологов. Он соответствует главной - глубинной фазе метанообразования, связанной с конечными стадиями углефикации и катагенеза ОВ.

Результаты экспериментальных исследований расширяют научную базу существующей концепции вертикальной зональности нефтегазообразования, составляют качественно новую основу для прогноза газонефтеносности и балансовых расчетов газообразования при углефикации.

#### ОПЫТЫ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ИСКОПАЕМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ 200°С

Н.В.Черский, В.П.Царев (СССР)

В литосфере под действием сейсмических и тектонических процессов увеличиваются напряжения на контактах в кристаллической решетке зерен и цементе горных пород до 2000 кг/см<sup>2</sup>. В результате происходит деформация скелета минералов, формирование свежих сколов, дробление зерен при кратковременном возникновении высоких температур. Эти явления инициируют механохимические реакции, особенностями которых является независимость скоростей от начальных температур. При протекании таких реакций в земных недрах может происходить преобразование ископаемого органического вещества (ОВ), в том числе с генерацией углеводородов при температурах, равных первым десяткам градусов.

С целью проверки предположения о преобразовании ОВ при сейсмических воздействиях моделировались условия прохождения упругих волн в горных породах. Использовались образцы, представляющие смесь кварцевого песка - 70% по объему и дробле-

ного угля марок от Б до К (30%). Частоты колебаний составляли 1,2 и 30 Гц, амплитуды - согие доли миллиметра, величины статистических напряжений на образец 5-8 кг/см<sup>2</sup>, интенсивность подвода акустической энергии  $2 \cdot 10^{-8}$  кал/см<sup>2</sup>, температура 20°C. В природе соответствующие параметры (за исключением температуры) на порядки выше.

Через 1-2 суток после начала акустических воздействий из моделей объемом 60 см<sup>3</sup> начиналось выделение газа со скоростью 0,01-0,5 мл/ч. В составе газа обнаружены следующие компоненты: CH<sub>4</sub> - до 1,0; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> - 0,14-4,6; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> - 1,19-5,79; C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> - 0,60-1,26; C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> - до 0,47; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> - до 14,10; C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> - 0,35-1,17; C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> - до 0,16; H<sub>2</sub> - 44,0-62,0; N<sub>2</sub> - 27,9-42,5% об.

Таким образом, опыты показали, что в особых геологических условиях под действием энергии сейсмических колебаний в горных породах, по-видимому, может происходить катагенез ископаемого ОВ при температурах не более +20°C.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ПОЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БИТУМОИДА АЛЕКСИНАЦКИХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

М.Шабан, Д.Еремич,  
Д.Виторович (Югославия)

Фракции битумоида глинистых пород, по свойствам полярности занимающие промежуточное положение между неполярными углеводородами и полярными кислотами, обычно являются очень сложными смесями. Эти смеси могут содержать компоненты, представляющие большой интерес для геохимического исследования органического вещества.

При выделении алифатических гамма-лактонов из битумоида алексинацких глинистых пород (М.Шабан и Д.Виторович, *Advances in Organic Geochemistry*, 1975) было установлено, что в нем присутствуют вещества со свойствами, близкими к свойствам к гамма-лактонов, что затрудняет выделение и очистку последних.

В этой работе были исследованы полярные компоненты битумоида алексиначских глинистых пород, близкие по хроматографическим свойствам к гамма-лактонам.

Битумоид экстрагировали из размельченного в порошок образца глинистой породы при комнатной температуре смесью бензола и метилового спирта (1:1). Полярные компоненты выделяли из битумоида различными хроматографическими методами и определяли комбинированным методом газожидкостной хроматографии и масс-спектрометрии.

Будет дана интерпретация полученных результатов с позиций органической геохимии.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПИРОЛИЗА В ТОЧКЕ КЮРИ В КОМПЛЕКСЕ С ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИЕЙ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЕЙ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРОДУКТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

И.В.де Леув, П.А.Схенк  
(Нидерланды)

Изучение свойств и химической структуры керогена осадочных отложений является одной из наиболее трудных задач органической геохимии, требующей больших затрат времени. Однако это важно как в теоретическом, так и в практическом отношении.

Мы применили метод пиролиза в точке Кюри в сочетании с масс-спектрометрией. Этот метод оказался быстрым, дающим воспроизводимые результаты и пригодным для выявления "характерных особенностей" ("finger prints") исследуемых керогенов или углей.

Сочетание пиролиза в точке Кюри с газовой хроматографией и масс-спектрометрией позволяет более подробно определить продукты пиролиза. Полученные данные важны для характеристики химической структуры керогена.

Будут приведены примеры анализа образцов разного возраста и разных стадий диагенеза и катагенеза. Будет также рас-

смотрено влияние типа органического вещества и стадии диагенеза или катагенеза на полученные результаты.

ОБ АВТОХТОННОЙ ПРИРОДЕ БИТУМОИДА МАТЕРИНСКИХ ПОРОД. ПИРОЛИЗ КЕРОГЕНА С АНАЛИЗОМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

В.К.Зейферт (США)

Пиролиз керогена, из которого полностью удален битумоид, с последующим выделением насыщенных соединений при помощи колоночной хроматографии и анализом биологических индикаторов комбинированным методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии позволяет проверить, являются ли органические экстракты из осадочных пород автохтонными. Основная масса углеводородов выделяется из керогена при температуре около 500°C; стереохимия стеранов из продуктов пиролиза керогена и стеранов битумоида первоначальной материнской породы почти одинакова. Приводятся примеры, показывающие, что во время пиролиза уменьшается отношение стераны терпаны и образуются вторичные терпаны за счет первичных. Механизм искусственного образования нефти путем пиролиза отличается от "природного" процесса катагенеза за геологическое время, что отражается на составе некоторых C<sub>27</sub>-C<sub>28</sub> стеранов, как показывают опыты по моделированию природных процессов.

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОКИСЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫМ ПЕРМАНГНАТОМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КЕРОГЕНА ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

В.Д.Креманович, Д.Виторович  
(Югославия)

Результаты, представленные в этой работе, являются ча-

стью исследования, главная цель которого заключается в разработке метода разложения щелочным перманганатом для количественного и качественного анализа состава и структуры сложных органических веществ в земных и, возможно, внеземных образцах. Опыты проводились на керогене из алексинацких (Югославия) глинистых пород. Кроме разработки самого метода, исследования были направлены на изучение химической природы керогена и его поведения во время окислительной деградации.

Этот метод заключается в постепенном разложении концентрата керогена щелочным перманганатом с использованием большого числа этапов для того, чтобы добиться большей избирательности реактива. Однако, как показали более ранние исследования (Д.Виторович и др., *Adv. in Org. Geochem.*, 1975), одна из главных проблем связана с присутствием в концентрате керогена пирита. Пирит и органическое вещество концентрата керогена одновременно взаимодействовали с щелочным перманганатом, что затрудняло корреляцию скорости восстановления  $KMnO_4$  с химической природой разлагающегося керогена и продуктов его разложения.

Поэтому в настоящей работе пирит предварительно удаляли из концентрата керогена путем обработки его  $LiAlH_4$ . Рассматривается связь между типами и количеством различных продуктов разложения керогена (нейтральные продукты, кислоты, растворимые в эфире, и кислоты, выпавшие в осадок) и скоростью восстановления  $KMnO_4$  на каждом этапе; будет сделана попытка использовать эти данные для химической интерпретации поведения керогена во время окислительного разложения.

#### СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НЕКОТОРЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОСАДКОВ МЕТОДОМ БРОМИРОВАНИЯ

П.Пфендт, Д.Виторович  
(Югославия)

Известно, что нерастворимые органические вещества разных

ископаемых осадков могут значительно различаться по химической природе. Такие различия наблюдались также во время предварительных исследований реакции керогена на бром. Керогены разного происхождения по-разному реагируют на бром. Более того, кероген из алексинацких глинистых пород Югославии обнаруживает разную реакционную способность в зависимости от размера зерен образца.

В этой работе проводилось сравнительное исследование реакционной способности брома по отношению к керогенам разного происхождения и некоторым другим ископаемым веществам. Целью ее было получение новых данных о химической природе исследуемых веществ, а также проверка возможности создания новой основы для классификации этих веществ. Были исследованы керогены из алексинацких глинистых пород Югославии, глинистых пород Грин-Ривер (Колорадо), киммериджских глинистых пород Дорсета и торбанита Нового Южного Уэльса (Австралия), а также асфальтеновая фракция одной из нефтей.

Бромирование проводили на концентратах керогена с определенным размером зерен; условия опытов были одинаковыми. Определяли количество поглощенного брома и образовавшегося бромистого водорода.

Исследованные образцы обнаружили разную реакционную способность по отношению к бромю. Так, например, асфальтены энергично взаимодействовали с бромом (11,90 мг-экв Вг/г), а кероген торбанита оказался гораздо менее активным (7,71 мг-экв Вг/г); в обоих случаях реакция продолжалась 48 ч.

Установлено также, что существует определенная связь между количеством связанного брома и атомным отношением Н/С органического вещества, а также между начальной "скоростью бромирования" и отношением Н/С керогена.

Кроме опытов с природным керогеном, было проведено бромирование керогена из алексинацких глинистых пород после предварительной обработки его гидроокисью калия или частичного разложения щелочным перманганатом калия. Сравнение результатов этих параллельных исследований может дать новые сведения о некоторых частях основной структуры керогена.

На основе полученных результатов будет рассмотрена хими-

ческая структура исследованных веществ, а также возможность использования установленных связей для классификации нерастворимых органических веществ разного происхождения.

## МИКРОСКОПИЯ И МИКРОФОТОМЕТРИЯ ИСКОПАЕМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Л.И.Боголюбова, Т.П.Емец,  
Н.В.Лопатин, В.И.Ручнов (СССР)

Большой интерес, проявляемый к микроскопическим и микрофотометрическим исследованиям ископаемого органического вещества (ОВ), связан главным образом с возрастающими запросами нефтяной геологии. Эта информация важна для изучения катагенетических процессов нефтегазообразования и изменений осадочных пород.

Разработанная методика включает всесторонние исследования одного универсального препарата — тонкого двустороннеполированного шлифа на нелюминесцирующей основе последовательно в проходящем и отраженном свете в видимой и ультрафиолетовой (люминесценция) областях спектра. Это позволяет охарактеризовать любой микрокомпонент ОВ комплексом морфологических и оптических характеристик.

Широкое опробование метода в видимой области спектра (установка на базе микроскопа ПОЛАМ Р-ЭИ с приставками ПООС-І, ФМЭЛ-І или ФМЭП-І) позволило значительно снизить дисперсию значений отражательной способности (ОС) витринита и других мацералов за счет более точной их диагностики в проходящем и отраженном свете и последующим измерением ОС. Метод позволяет повысить точность определения степени катагенеза ОВ и особенно эффективен для рассеянного ОВ.

При изучении люминесценции споринита установлены количественные показатели уменьшения интенсивности люминесценции с увеличением катагенеза. Внедрение метода определения интенсивности люминесценции споринита сдерживается из-за отсут-

ствия эталонов и измерительной аппаратуры с долговременной стабильностью.

Несомненный интерес представляют микроспектрофотометрические исследования рассеянного и концентрированного ОВ. В ближайшие годы прогресс в этой области будет связан с освоением двухлучевых микроспектрофотометров.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОГЕОХИМИЯ ФОССИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Н.Б.Вассоевич, А.Н.Гусева,  
И.Е.Лейфман (СССР)

1. Прогресс многих естественных наук в последние годы обязан молекулярному уровню исследований. Огромные перспективы в этом отношении открываются перед органической геохимией и биогеохимией, для которых изучение молекулярного состава вещества является неисчерпаемым источником ценнейшей информации.

2. Молекулярная биогеохимия рассматривает состав и трансформацию биомолекул и продуктов их преобразований в различных геохимических зонах при формировании органического вещества седиментитов и обязанных ему горючих ископаемых. Биогеохимическую информацию несут основные структурные элементы биомолекул - углеродный скелет, стереохимическая конфигурация, функциональные группы.

3. В условиях седименто- и диагенеза сохраняется основной углеродный скелет биомолекул; изменения могут идти по функциональным группам и хиральным центрам. Собственно биомолекулы (живого вещества) переходят в полуископаемое состояние (вне живого вещества), а затем в хемофоссилии - ископаемые биомолекулы и, в основном, их опознаваемые фрагменты, сами по себе или в рекомбинациях.

4. Хемофоссилиям свойственна различная величина молекулярного наряду с низкомолекулярными соединениями встречаются био- и геополимеры; полигенность и разновозрастность (полистадий-

ность); они могут представлять собой индивидуальные соединения или их специфические совокупности (ансамбли), например четные и нечетные n-алканы.

5. Наследование хемофоссилиями хемотаксономической информации позволяет судить об участии определенных организмов в составе исходного органического вещества (например сине-зеленых и/или других водорослей, высших растений, бактерий), об условиях седиментации и диагенеза. Индикатором служит состав n-алканов, жирных кислот, стероидов, каротиноидов, тритерпеноидов и т.д.

6. В процессе катагенеза многие (но далеко не все) хемофоссилии, из-за повышения температуры, претерпевают постепенно усиливающиеся изменения. Появляются новые генетические группы хемофоссилий, обязанные синтезу из фрагментов распавшихся. Несмотря на неумолимое обеднение прямой (биохимической) информации при катагенезе, она сохраняется в течение сотен миллионов лет, если только седиментиты не превращаются в метаморфиты.

7. Биогеохимические исследования на молекулярном уровне имеют большое научное и практическое значение. Анализ хемофоссилий нефти позволяет, например, опознавать материнскую свиту для определенного скопления нефти, судить о фациальной обстановке накопления и диагенеза нефтематеринских отложений, о степени "созревания" нефти и т.п. Молекулярная биогеохимия органического вещества безусловно полезна и при решении ряда вопросов смежных дисциплин - палеохемотаксономии, палеобиохимии, палеонтологии.

## МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ БИТУМОВ И ИХ ПРИРОДА

И.В.Гринберг (СССР)

Химическая природа рассеянных форм органического вещества представляет большой научно-теоретический и практический интерес не только в плане познания химико-генетических соот-

ношений с природной нефтью, но и для разработки научных и экспериментальных основ комплексного промышленного использования рассеянного органического вещества, потенциальные запасы которого превосходят все известные вместе взятые формы горючих ископаемых.

Теоретически разработана и экспериментально доказана возможность применения неdestructивного разделения и диагностики битумов на ультрацентрифуге типа ОИ-102, модель G-120 (при скорости вращения 60 000 об/мин, фактор разделения от 260000 до 290000  $g$ , вакуум  $10^{-2}$  мм рт.ст.), исключая термическую деструкцию и агрессивное действие органических растворителей. На примере многочисленных проб Днепровско-Донецкой впадины, Карпатского региона, Тюмени, П-го Баку и других месторождений, из микропробы (0,2-0,2 г) получены качественные и количественные показатели фракций керогенового вещества, что позволило выделить и однозначно диагностировать типично нефтяные (вторичные), в отличие от керогено-угольных (первичных), битумы.

Математический анализ результатов экспериментального моделирования процессов превращения органического вещества в условиях, близких к геохимическим, в сочетании с многочисленными аналитическими данными в области исследования природных процессов превращения захороненного органического вещества выявили основные закономерности в динамике изменения качественного и количественного соотношения летучих продуктов для разных стадий метаморфизма - от сапропелево-торфяной до антрацитово-графитовой.

На основании комплексного исследования химической природы и технологических свойств свыше 2500 проб керогеновых пород, бедных органическим веществом, на примере карпатских менилитовых сланцев и других месторождений разработаны теоретические и экспериментальные основы их комплексной безотходной переработки. В восточных Карпатах создана первая экспериментально-производственная база по безотходной рациональной переработке огромных запасов рассеянных форм органического вещества, имеющая в ближайшем будущем огромное значение в области энерго-технологии.

О ПРИНЦИПАХ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ КАТАГЕНЕЗА И РЕГИОНАЛЬНОГО  
МЕТАМОРФИЗМА (МЕТАГЕНЕЗА) ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
ПРИ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Б.К.Чичуа (СССР)

1. Катагенез и метагенез оказывают существенное, а иногда решающее влияние на формирование геохимических свойств органического вещества (ОВ). Следовательно, изучение и картирование этих явлений при комплексных геохимических исследованиях имеет первостепенное значение.

2. В настоящее время имеется опыт составления карт катагенеза в отдельных районах (Аммосов И.И., Левенштейн М.Л., Тейхмюллер М. и др.). Но ещё не разработаны и обсуждены принципы их построения в различных геотектонических условиях, не составляются карты метагенеза ОВ.

3. Необходимо выделить общие и региональные принципы построения карт вторичных превращений ОВ. Из общих принципов наиболее важными являются:

а) стратиграфический принцип, согласно которому карты следует составлять по поверхности кровли или почвы отдельных стратиграфических единиц (комплексов);

б) принцип эталонных компонентов - карты следует строить по изменению физических и химических параметров эталонных компонентов, например витринита. Параллельно необходимо разрабатывать шкалы вторичных изменений по другим компонентам.

5. Содержание региональных принципов определяется геотектоническим положением и степенью изученности региона, характером картируемых отложений, требуемой детальностью и другими факторами.

Важнейшим региональным принципом является принцип оптимальной детальности. В платформенных и переходных областях для составления карт основной тектономической единицей целесообразно принять изменение свойств витринита в объеме марки по углемарочной шкале, используемой в СССР и Западной Европе, или соответствующей ей градации по классификации Н.Б.Вассоевича и др. В этих условиях оптимальными, по-видимому, являются

среднемасштабные карты. В геосинклинальных зонах за основу следует принять более крупные объемы изменений, соответствующие по Н.Б.Вассоевичу прото-, мезо- и апокатагенезу.

При составлении карт широко используется принцип экстраполяции данных. В платформенных и переходных областях катагенез ОБ на площади и в глубину меняется сравнительно умеренно и дает возможность довольно достоверной экстраполяции. В геосинклинальных зонах наблюдаются интенсивные перепады степени вторичных превращений. Это требует разработки локальных шкал горизонтальных и вертикальных градиентов катагенеза и метагенеза ОБ.

#### СТРУКТУРНЫЕ ФОРМЫ УГЛЕРОДА В ОРГАНОГЕННЫХ ПОРОДАХ

О.Д.Русанова, В.П.Аронскинд,  
С.Ш.Аронскинд (СССР)

Существование закономерной связи между условиями образования и структурной формой углерода позволяет использовать углеродистое вещество как источник генетической информации об эволюции органогенных пород.

Исследовались компоненты ископаемых углей, шунгиты и графиты ряда месторождений. Применение комплекса физических методов (электронная микроскопия, электронография, рентгенография, инфракрасная спектроскопия) позволило изучать морфологию и структуру углеродистых веществ на субмикроскопическом уровне.

Выявлены различия в микроморфологии и структуре отдельных микрокомпонентов ископаемых углей, их зависимость от химической структуры исходных растительных веществ и условий преобразования в процессе углефикации. Показано, что ближний порядок в витринитах и шунгитах характеризуется статистическим распределением атомов углерода с различными типами связей; компоненты группы лейптинита имеют изопреноидную структуру; структура фюзинита включает фрагменты обуглероженной целлюлозы.

Сравнительное изучение структур скрытокристаллических графитов и шунгитов показало неоднаправленность преобразования органического вещества ископаемых углей в процессе метаморфизма; наряду с графитом, конечным продуктом метаморфизма может быть неграфитирующаяся разность аморфного углерода - шунгит.

В результате изучения морфологии и структуры углеродистых веществ различной степени окристаллизованности выявлена зависимость между их структурными характеристиками, условиями образования и технологическими свойствами. Показано, что особенности их строения могут служить критерием для определения степени катагенеза углеродсодержащих пород и способа перераспределения металлов, ассоциирующихся с углеродом.

#### ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ГАЗОЖИДКИХ И УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А.М.Никаноров, Э.С.Сианисян  
(СССР)

Включения представляют собой источник информации, позволяющий проследить условия формирования пород, минералов, а также содержащегося в них органического вещества и природных вод. Исследованию были подвергнуты газожиidкие, собственно битумоидные, битумоидно-газовые и битумоидно-газожиidкие включения в карбонатных и глинистых образованиях мезозойских пород Восточного Предкавказья, жильных кварцах и кальцитах. Они исследовались с помощью микроскопа на специально приготовленных препаратах, на вакуумном декриптометре ВД - 3, с использованием методов гомогенизации, люминесцентного микроскопа, инфракрасной спектрометрии, а также с применением лазерного микроанализатора.

Установлено, что максимальные температуры, которые испытывали осадочные породы региона, закономерно увеличивались от  $160^{\circ}$  в верхнемеловых отложениях до  $240 - 260^{\circ}$ С в среднеюр-

ских. Отвечающие им глубины - 5 - 6 км и 7,5 - 8,1 км. Эти породы в настоящее время выведены на поверхность.

Установлено закономерное увеличение минерализации содержащихся в вакуолях вод от 535 мг-экв/л в верхнемеловых известняках до 2424 мг-экв/л в юрских известковистых доломитах. По разработанной авторами совместно с Ю.Г.Майским методике определялся газовый состав консерватов.

Включения в гидротермальных жилах свидетельствуют о составе и свойствах мигрировавшего флюида. Так, температуры гомогенизации и декриптации свидетельствуют, что по некоторым трещинам движение жидкости возобновлялось несколько раз. Температуры на заключительной стадии движения раствора (момент выпадения кристаллов-заполнителей трещин) в различных трещинах имеют разные значения - от 80 - 90 до 400°C, в последнем случае свидетельствуя о вертикальной миграции из нижележащих толщ. Столь же разнообразен и минеральный состав консерватов, заключенных в газожидких включениях, который изменяется от пресных гидрокарбонатнонатриевых до рассольных хлоридно-натриевых вод.

Исследования битумоидных включений в трещинах минералов показали, что их состав довольно изменчив (от маслянистых битумоидов в битумоидно-газожидких включениях до смолисто-асфальтеновых - в битумоидных). Инфракрасные спектры поглощения хлороформенных вытяжек из включений свидетельствуют о наличии сложных эфиров, что является, по мнению Е.А.Глебовской, результатом влияния повышенных температур на органическое вещество.

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

С.С.Савкевич (СССР)

Существование различных видов янтареподобных ископаемых смол в последнее время стали приписывать исключительно различиям в их ботаническом происхождении (Langenheim, Beck etc. ),

основываясь, главным образом, на некотором сходстве ИК спектров этих объектов со спектрами смол и бальзамов современных смолоносных растений. Тем не менее, для подавляющего большинства известных ископаемых смол и в том числе для собственно янтаря - сукцинита, подобного рода аналогий с необходимой степенью достоверности установить не удалось. Одной из причин появления столь категоричных, но недостаточно обоснованных выводов является игнорирование структурно-химических превращений указанных объектов в течение их геологической истории и влияния этих превращений на характер ИК спектров.

Путем детального комплексного изучения литолого-геохимических особенностей вмещающих пород, а также состава и свойств некоторых ископаемых смол удалось выявить влияние ряда литологических и геохимических факторов на их превращения в различных геологических условиях. Оказалось, что колебания в химическом составе выделяемой живицы, обусловленные различиями в условиях произрастания производителя, могут нивелироваться (в пределах вида и даже рода) еще на первом этапе ее эволюции - нередко при жизни растения за счет процессов изомеризации.

Дальнейшие существенные изменения в строении и свойствах ископаемых смол происходят на стадиях седиментогенеза и диагенеза и зависят от особенностей окислительно-восстановительной обстановки их первичного захоронения, предопределяя при прочих равных условиях интенсивность и направленность их дальнейших превращений в течение геологической истории.

Последующие различия, главным образом, в текстуре, структуре, некоторых физических свойствах и молекулярном строении (и тем самым ИК спектрах) зависят от различной интенсивности проявления таких агентов катагенеза как температура и давление. Наложение гипергенных процессов и, главным образом, окисления также заметно изменяет текстуру, состав и молекулярное строение ископаемых смол.

Изложенное показывает, что в формировании структуры и свойств ископаемых смол играют роль не только их изначальные химические особенности. Они консервируются лишь в особых благоприятных случаях первичного захоронения (в анаэробных условиях) и отсутствия заметного воздействия катагенных факторов.

Только тогда правомерно приложение ИК-спектрометрии для выявления их ботанической принадлежности.

Возможность же перехода одних видов ископаемых смол в другие обусловлена целой серией меняющихся литологических и геохимических факторов. Отдельные этапы этой эволюции были подтверждены также модельными экспериментами и данными изотопии  $C^{13}$ .

## ПАЛИНОЛОГИЯ В ДИАГНОСТИКЕ НЕФТЕГАЗМАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Л.В.Ровнина, В.И.Ручнов (СССР)

Палинологические исследования, широко применяющиеся в нефтяной геологии как метод стратиграфического расчленения и корреляции отложений, в последние годы в связи с успехами осадочно-миграционной теории происхождения нефти, детальными химическими исследованиями спорополенина, а также разработкой и применением микроскопов-спектрофотометров представляются перспективными для диагностики нефтегазоматеринских отложений на разных этапах их существования. Исследования в этом направлении авторы предприняли по инициативе проф. Н.Б.Вассоевича.

На основании визуальных и инструментальных исследований микрофитофоссилий (спор, пыльцы, водорослей, акритарх) на микроскопах-спектрофотометрах в продуктах мацерации, шлифах и химических анализов наряду со стратиграфическим расчленением нефтегазоматеринских свит представляется возможным судить: а) об исходной ботанической субстанции седикахитов (СК); б) границах палеофлористических провинций; в) палеогеографических условиях; г) условиях седименто- и диагенеза СК; д) типе, а значит, потенциале СК; е) уровне катагенеза СК и зональности нефтидогенеза в осадочном бассейне; ж) направлении миграции углеводородных флюидов (Чепиков, Медведева, Тимофеев).

Существенно, что спорополенин — вещество оболочек микрофитофоссилий, как установлено многими исследователями, по со-

ставу наиболее близок алиновым СК; изменение его оптических свойств при катагенезе идет синхронно с процессом нефтегенерации, фиксируя его нижнюю границу (абсорбция, люминесценция), в дальнейшем сближаясь с арконовым СК (отражение). Это, а также широкое распространение спорополиена начиная с докембрия (Брукс, Шоу, 1972) позволяет предполагать микрофитофоссилии универсальными индикаторами стадий литогенеза, отложений различных стратиграфических уровней и фаций с перспективой построения абсолютной шкалы градаций катагенеза седикахитов.

Предприняты исследования в данном направлении для нижнемезозойских отложений северной части Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна.

#### ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ КОРРЕЛЯЦИИ

А.Ван Дорселер, Ж.-М.Шмиттер,  
П.Альбрехт<sup>X</sup>, Ж.Кларе<sup>XX</sup>,  
Ж.Коннан<sup>XXX</sup> (Франция)

Различные биологические индикаторы (пентациклические три-терпаны, стераны, метилстераны, перегруппированные стераны и другие полициклические углеводороды), достоверно определенные в осадочных породах и нефтях были использованы для корреляции нефтей, а также нефтей и материнских пород с применением комбинированного метода газовой хроматографии и масс-спектрометрии и последующей обработкой данных на вычислительных машинах. Этот метод, основанный на изменении природы или относительного распределения этих соединений, успешно применен при изучении некоторых бассейнов.

<sup>X</sup>Химический институт, ул.Блеза Паскаля, I, Страсбург, Франция.

<sup>XX</sup>Исследовательский центр Буссан компании "ЕЛФ-Аквитания" 31360, Сен-Мартори, Франция.

<sup>XXX</sup>Исследовательский центр компании "ЕЛФ-Аквитания" 64001, По, Франция.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И МИНЕРАЛОГИЯ РАКОВИН  
СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Е.В.Краснов, А.М.Попов,  
В.П.Корчагин (СССР)

Между органической и минеральной составляющими раковин морских животных (фораминифер, моллюсков, брахиопод и др.) известна определенная связь. По количеству белковых фракций органические матрицы кальцитовых, арагонитовых и кальцит-арагонитовых раковин различаются (Watabe, Wilbur, 1964). Набор мукополисахаридов также более широк у видов с арагонитовыми и кальцит-арагонитовыми раковинами (Simkiss, 1960). Однако такие данные немногочисленны и не всегда однозначны.

Сравнительное изучение авторами аминокислотного состава конхиолинов различных по минеральному составу слоев раковины трех видов двустворчатых моллюсков сем. Mytilidae, обитающих в прибрежных водах зал. Петра Великого Японского моря, не выявило сколько-нибудь значительных различий в составе и соотношении аминокислот арагонитовых и кальцитовых слоев раковин *Mytilus edulis* и *Crenomytilus grayanus*. Однако в конхиолине призматического кальцитового слоя раковины *Modiolus modiolus* существенно большее количество аспарагиновой и глутаминовой кислот, серина, аргинина, лизина, изолейцина, треонина, пролина и меньшее — глицина и аланина. Заметно различаются по аминокислотному составу конхиолина карбонаты раковин моллюсков, относящихся к семействам Mytilidae, Veneridae и Ostreidae.

Видовая специфичность состава аминокислот и их соотношений обнаруживается при сопоставлении белков лигамента, периостракума и биссусов моллюсков. Для трех изученных нами японских видов мидий характерно повышенное содержание глицина и оксипролина в нитях и стволах биссусов, что свойственно белкам коллагенового типа. Биссусные стволы японских *Mytilus edulis* отличаются от средиземноморских представителей этого же вида более высоким содержанием глицина и меньшим — аспарагиновой кислоты и пролина.

В кальцитовых раковинах брахиоподы *Lagoeus californiamus* из зал.Петра Великого увеличивается содержание гистидина, тирозина и глицина и уменьшается количество других аминокислот по сравнению с северо-американскими кальцитовыми формами. Возможно, это указывает на внутривидовую изменчивость состава органической матрицы.

## ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Е.К.Мархинин, Н.Е.Подклетнова  
(СССР)

В продуктах вулканических извержений 1953-1976 гг. семи вулканов Тихоокеанского геодинамического пояса (Курило-Камчатский регион и Индонезия) обнаружены сложные углеводородистые соединения, состоящие из двух генетически различных групп. В вулканических бомбах, лаве и шлаках открыты высококипящие насыщенные и полициклические ароматические углеводороды и их гетероатомные производные (всего более 150-ти соединений), генетически связанные с магматическими процессами. Количество их составляет сотни тысяч тонн за одно извержение.

В вулканическом пепле найдены предбиологические соединения, такие как свободные и связанные аминокислоты, аминосахара, углеводы, порфирины (в т.ч. не содержащие металла), нуклеотидный материал. Количество их составляет десятки тонн за извержение. Они синтезируются в пеплово-газовых тучах, являющихся своеобразными химическими реакторами с псевдооживленным катализатором - частицами пепла. Процесс образования вулканогенных углеродсодержащих соединений является одним из этапов общего процесса эволюции органического вещества, происходящего в природе.

Д.Г.Лоулесс, Ф.М.Черч (США)

Углистые метеориты считают сравнительно неизменными сгустками солнечной туманности. Следовательно, органическое вещество, содержащееся в этих метеоритах, может представлять конечные продукты внеземного синтеза, который происходил в период образования планет. Методы газовой хроматографии и масс-спектрометрии с применением компьютеров способствовали определению обширных рядов органических соединений в экстрактах из Мерчисонского углистого хондрита. В числе других соединений были определены аминокислоты; дальнейшие исследования привели к определению еще некоторых соединений этого класса. Были разработаны программы для компьютеров в помощь расшифровке данных масс-спектрометрии. Эти программы особенно полезны для анализа неизвестных соединений, спектры масс которых нельзя найти в картотеках известных стандартных образцов. Так, например, теоретически было предсказано присутствие  $\gamma$ -аминовалериановой кислоты, которая затем была определена путем сравнения со стандартным образцом. Кроме того, для количественного определения аминокислот и монокарбоновых кислот, обнаруженных в экстрактах из метеоритов, была применена масс-фрагментография. Этот метод при добавлении к экстрактам известных концентраций дейтерированных соединений по отношению дейтерированных масс-спектральных фрагментов к недейтерированным позволяет получить данные, необходимые для количественной оценки.

## АНАЛИЗЫ ГАЗА ИЗ СКВАЖИН И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Х.Кусто, К.Ле Тран,  
Б.Ван дер Вельде (Франция)<sup>Х</sup>

---

Газовые анализы по скважине представляют собой богатый

<sup>Х</sup>Исследовательский центр По, Франция.

источник информации при геохимическом обследовании пересекаемых скважиной осадочных формаций. В большинстве случаев они способствуют лучшему пониманию геохимических явлений, которые устанавливаются при нефтяной разведке. На эту тему уже было выполнено много работ, в частности в Советском Союзе.

В этом исследовании мы поставили своей задачей показать пользу изучения газов в вертикальном профиле вдоль скважины. В самом деле, в противоположность другим видам продуктов, происшедших из органического вещества (например, жидкие углеводороды), газообразные углеводороды присутствовали во всех осадочных бассейнах, какова бы ни была глубина погребения осадков. Данными, которые позволяли дифференцировать эти газы, являются, с одной стороны, их концентрация, а с другой — их состав. Эти два параметра зависят от некоторого числа факторов, главнейшими из которых для древних осадочных отложений, которыми мы занимаемся, являются сочетание температура — время, содержание органического вещества и литология. Другие факторы, такие как характер органического вещества, пористость и проницаемость пород, также могут принимать участие. Приняв в расчет эти различные факторы возможно, начиная с изучения газов по скважине, восстановить различные этапы диагенетической эволюции органического вещества во встреченных геологических образованиях и выявить очевидность некоторых явлений, таких как миграция и пониженная плотность. Например, "главная фаза образования нефти" по Вассоевичу, которая, составляя один этап, может быть легко установлена по увеличению содержания высших гомологов  $C_4+C_5$ .

После того как в обзоре приводятся различные методы анализа газа, которые мы используем в настоящее время, и показывается интерпретация данных, описано несколько случаев применения их в нефтяной разведке.

СМОЛЫ И АСФАЛЬТЕНЫ. ЭВОЛЮЦИЯ В ФУНКЦИИ ТИПОВ  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ИХ ЗАХОРОНЕНИЕ

Г.Кастекс (Франция)<sup>X</sup>

Исследован элементный состав I5I фракции смол и I75 фракций асфальтенов экстрактов из пород нескольких бассейнов. Исследования показали следующее:

- смолы, имеющие более высокие средние значения C, H и пониженное отношение C:H, представляют более алифатическую и/или алициклическую структуру по сравнению с асфальтенами, которые содержат больше S, O, N ;
- сера и кислород являются параметрами, позволяющими различать бассейны;
- различные типы органического вещества на диаграмме H:C, O:C, их химическая эволюция в процессе погружения характеризуется уменьшением доли H, O и S .

Снимаются спектры ЯМР и ИКС, позволяющие проследить изменения строения асфальтенов и смол при погружении отложений с различным типом СВ (водоросли, морские и наземные растения).

ЯМР позволяет рассчитать некоторые структурные параметры, такие как ароматичность ( $F_A$ ), степень замещения ароматических структур ( $\xi$ ), доля углерода в нефтяных структурах ( $C_N$ ). Фактор  $F_A$ , по-видимому, является функцией глубины и типа органического вещества и увеличивается с глубиной захоронения, в то время как  $\xi$ , вероятно, уменьшается с глубиной; ИКС дополняет эти данные. Они рассчитываются по ряду характерных областей, соответствующих типичным функциональным группам (радикалам):

- OH в области  $3400 \text{ см}^{-1}$ ,
- C=O (карбонил) в области  $1700 \text{ см}^{-1}$ ,
- C-H алифатических структур в областях 2900, 1455, 1380,  $720 \text{ см}^{-1}$ ,
- C-H ароматических структур в областях 3060, 760-900  $\text{см}^{-1}$ ,
- C=C ароматических структур в областях 1610, 1520  $\text{см}^{-1}$ .

<sup>X</sup> Institut Francais du Petrole B.P.311  
92506 Rueil - Malmaison Cedex

Вариации интенсивности спектров такие:

- уменьшение С-Н алифатических структур, С=О и ОН;
- увеличение С-Н ароматических структур, С=C и других рассчитанных параметров связаны с одной стороны с типом, а с другой - с катагенезом ОВ.

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ГУМИТОВ ПРИ ЛИТОГЕНЕЗЕ И ГИПЕРГЕНЕЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ВИТРИНИТОВ)

Т.А.Кухаренко (СССР)

1. По составу и свойствам гумиты как в концентрированном, так и рассеянном состоянии разграничиваются на стадии седиментогенеза, диагенеза, метаморфизма и гипергенеза (выветривания) осадочных пород.

2. Строение гумитов в общих чертах представляется как высокомолекулярных веществ с разными структурными звеньями. В основе макромолекул лежат ароматические ядра невысокой степени конденсированности, связанные энергетически более слабыми участками (кислородные и метиленовые мостики, алициклические ядра и др.). Важную роль играют кислородные группы, увеличивающие, с одной стороны, размеры двойных сопряженных связей ароматических ядер, а с другой - вступающие в различного рода взаимодействия. Реакционная способность гумитов определяется: 1) содержанием и формами кислородных групп; 2) содержанием конденсированных и замещенных ароматических ядер; 3) концентрацией свободных радикалов, природа которых различна и связана с первыми двумя показателями.

В седиментогенезе происходит взаимодействие: 1) продуктов распада отмерших растений; 2) минеральных веществ осадка; 3) биомассы микроорганизмов. Это результат многих свободно-радикальных и молекулярных реакций преимущественно окислительно-гидролитического характера. При этом образуются гуминовые (оксиароматические хинонкарбоновые) кислоты широкого диапазона молекулярных масс и состава. При диагенезе в них увели-

чивается содержание хиноидно-ароматических структур вплоть до образования гуминов. При метаморфизме происходит прогрессивное увеличение конденсированных ароматических ядер, оксиароматические структуры превращаются в сложные углеводородные. Содержание свободных радикалов возрастает, активных кислородных групп падает.

4. При гипергенезе происходит окислительно-гидролитическое разложение гумитов до углекислоты и воды через образование многочисленных промежуточных кислот типа гуминовых и фульвокислот. Последние являются более восстановленными, имеют сходство с углеводами и более реакционны при дальнейшем окислении. Содержание свободных радикалов падает, кислородных групп увеличивается.

5. В биогеохимическом аспекте сущность литификации и гипергенеза гумитов заключается в том, что углеводы, образовавшиеся при фотосинтезе и давшие начало многообразию химических соединений в растениях, превращаются сначала в оксиоксоароматические структуры, прогрессивно превращающиеся в ароматические конденсированные углеводороды. При гипергенезе перед полной минерализацией углей происходит обратный, хотя и не вполне идентичный процесс. Угли, особенно выветрившиеся, представляют собой весьма реакционные системы и играют сложную геохимическую роль, являясь одновременно агентами и рассеяния и концентрации элементов в земной коре, а также биологически активными соединениями.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАННИХ СТАДИЙ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Васил Т. Вычев (Болгария)<sup>X</sup>

Результаты исследования основываются на экспериментальном материале по химико-битуминологическому и аутигенно-ми-

---

<sup>X</sup>Геологический институт БАН, София.

нералогическому изучению битумолитов (горючих сланцев) небольших палеогеновых бассейнов Южной Болгарии, залегающих на небольших глубинах; молодых и современных осадков Черного моря; керн скважин, пробуренных "Гломэр Чаленджер" в 1975 г.; колонок, отобранных на шельфе сотрудниками Лаборатории морской геологии Геологического института БАН, а также на материалах исследований по молодым осадкам, опубликованных в печати.

Несмотря на то, что превращение органического вещества в нефть происходит в "главной фазе" на значительно более поздних стадиях литогенеза осадков, сущность превращения органического вещества, его исходный тип, соотношения органической и неорганической материи в минеральной среде невозможно понять без глубокого изучения трех начальных стадий фоссилизации органического вещества в осадках, названных Дж.Хантом (1974) биополимерной, биомономерной и геополимерной. На этих стадиях все еще сохраняются реликты тех первичных структур, которые господствовали в исходном органическом веществе. Эти же стадии могут подвергаться аналитическому моделированию в детерминированных и стохастических вариантах. На данном этапе исследований по органической геохимии лишь подобным моделированием можно было бы обеспечить адекватный уровень знаний.

Основная ценность результатов по изучению битумолитов вытекает из сингенетичности и автохтонности их органического вещества, в том числе подвижных компонентов, которые можно рассматривать в прямой связи с минеральными компонентами пород, в частности, с аутигенными формами железа. Эти связи во многом отличаются от тех, которые относились к геохимическим фациям осадков.

## ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОНОСНЫХ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ ДЕВОНА И ОРДОВИКА С ЦЕЛЬЮ БИОХИМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ

Т.Ф.Йен (США)<sup>X</sup>

Изучались черные морские глинистые сланцы палеозойского возраста из Аппалачского бассейна (Восточная часть США). Данные о полном минеральном составе породы как и результаты анализа строения органического вещества, включая битум и кероген, коррелируются с такими свойствами резервуара, как температура, давление, глубина и т.д.

Изучение физическими методами, такими как электронно-парамагнитный резонанс и рентгенокопия (X-ray diffraction) вдоль вертикальной оси керна, позволяет предсказать палеотемпературу. Если анализы сделаны точно, то можно также найти отношение газ/нефть для данной территории.

Используя бактерии вида *Ferrobacillus ferroxidans* в комбинации с *Thiobacilli* можно повысить проницаемость пласта благодаря удалению сульфидов и частиц глинистых минералов. Имеется практическая возможность увеличить газопроизводительность истощенных скважин в Аппалачском бассейне.

### О ВЫСОКОБИТУМИНОЗНЫХ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ СЛАНЦАХ

М.М.Грачевский, Е.В.Кучерук  
(СССР)

Во многих нефтегазоносных бассейнах мира к числу нефтематеринских пород относят высокобитуминозные сланцы доманиковского типа. Такие породы пользуются широким распространением в отложениях различного возраста. Запасы заключенной в них "сланцевой нефти" как в отдельных районах, так и в мире в це-

---

<sup>X</sup>Южно-Калифорнийский университет. Лос-Анжелес, Калифорния. 90007.

лом, по крайней мере, на порядок превышают известные промышленные запасы углеводородов.

О генетической связи с такими породами промышленных и непромышленных скоплений углеводородов свидетельствуют стратиграфическая приуроченность к ним нефтепроявлений в виде выпотов из пор микротрещин, наличие в них внутриформационных залежей, а также существований залежей в выше- и нижезалегающих коллекторах в пределах или вблизи контура распространения этих высокобитуминозных сланцевых толщ.

Отсутствие нефтепроявлений в незрелых верхневолжских горячих сланцах Европейской части СССР, являющихся фациальными аналогами баженовской свиты Зап.Сибири, обусловлено тем, что они не испытали достаточного для нефтеобразования погружения и прогрева. По тем же причинам неглубоко залегающие битуминозные нижнепермские сланцы Ирати (Бразилия) содержат нефтепроявления только на "горячих" контактах с юрскими базальтовыми дайками (Rasmus, 1967).

Высокобитуминозные нефтепроизводящие толщи накапливаются в морских, лагунных и озерных аккумуляционно-топографических впадинах (АТВ) средней (батиаль) и малой глубины в фазу некомпенсации, когда накопление осадков отстает от тектонического погружения и глубина впадины увеличивается (при пониженной скорости седиментации). Глубина отложения высокобитуминозных толщ и соответственно амплитуда погребенного рельефа, судя по мощности толщ заполнения АТВ или высоте обрамляющих рифов, составляла 1500 м в прибортовой зоне Прикаспийской впадины, 900-600 м в Венесуэльской (Ла-Луна), Месопотамской, Предуральской, Предбалканской и Ломской впадинах, 500-400 м в Делавэрской, Мидлендской, Южно-Бразильской (Ирати), Алжирско-Западно-Ливийской, Камско-Кинельской и Тимано-Печорской впадинах, 300-200 м в Западно-Сибирской, Центрально-Европейской, Средне-Азиатской впадинах и впадинах Блик-Крик (Зап.Канада), 100-30 м во впадинах Парадокс, Грин-Ривер.

Формирование высокобитуминозных сланцев представляется в следующем виде: они образуются не вследствие увеличения биомассы, а в условиях "конденсированной" седиментации при недостатке минерального компонента осадка, что определяет отно-

сительное повышение концентрации органического вещества. Это происходит в условиях или крайнего мелководья и климатического оптимума в начале трансгрессии, или относительной глубоководной седиментации в АТЭ в фазу ее некомпенсации. При этом, последние условия имеют основное значение в образовании высокобитуминозных сланцев.

### КОНЦЕНТРАЦИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ В ПРОЦЕССЕ ТОРФО-УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ

В.М.Ратынский (СССР)

Концентрация редких элементов органическим веществом в процессе торфо-углеобразования является более значительной, чем при формировании почв современных морских осадков и горных пород.

Для многих угольных бассейнов и месторождений числовые показатели превышения среднего содержания ряда химических элементов в золе углей над средним для всех осадочных пород, составляет:

Mo	Zr	Be	Zn	Pb	V	Zr	Cu	
51,50	33,00	24,30	22,80	21,85	19,85	17,50	12,76	
Ti	Ni	Sn	Co	Y	Ga	Nb	Sc	La
11,11	8,53	7,60	7,20	7,03	5,70	5,60	5,20	2,55

В пределах отдельных бассейнов и месторождений имеются участки со значительно более высоким содержанием многих элементов в углях, чем среднее для всего бассейна или месторождения.

Многими авторами приведены различные данные о количественных показателях связи химических элементов с органической частью ископаемых углей. Средство элементов к органической части углей является показателем их способности к образованию прочных комплексных соединений. Оно определяется ионным

потенциалом элементов в водных растворах.

Образование комплексобразующих соединений происходит при накоплении и преобразовании исходного растительного материала на торфяной стадии углеобразования, в процессе деструкции главным образом лигнина. При биологическом разрушении лигнина из продуктов его преобразования в окислительно-восстановительной среде образуются конденсированные структуры, фиксирующие многие редкие элементы в соответствии с их ионным потенциалом. Концентрация многих редких элементов в компонентах угольного вещества, образовавшихся преимущественно из древесной растительности, относительно богатой лигнином, может рассматриваться как подтверждение данного положения.

Для образования ископаемых углей с высоким содержанием редких элементов в их органической части, одним из необходимых условий является повышенное содержание этих элементов в водных растворах участков торфо-углеобразования.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В ПРОЦЕССЕ ТОРФООБРАЗОВАНИЯ

Е.С. Лукошко, Л.В. Пигулевская,  
А.В. Хоружик, Н.С. Янковская  
(СССР)

1. Проведены исследования по изучению химического состава гуминовых кислот (ГК) современных торфов и их погребенных межледниковых аналогов возраста 140 тыс. лет с целью получения новых данных для разработки теории образования каустобиолитов и выявления генетической связи торфа с бурым углем.

2. Изучение физико-химических свойств фракций ГК современных торфов показало, что с увеличением содержания ароматических фрагментов в ГК растет атомное отношение углерода к

водороду (С/Н), убывает содержание азота ( N ), уменьшается порог агрегации; увеличивается оптическая плотность и количество кислых функциональных групп; снижается содержание алифатических структур.

3. Методами деструкции установлено, что в состав ГК современных торфов входят углеводы (2-2,5%), полипептиды (7-10%); гваяцильные, сирингильные и 4-оксифенильные производные (3,7-5,4%). Эти структуры связаны как легкогидролизуемыми, так и трудногидролизуемыми связями.

4. В период формирования торфа под воздействием биохимических процессов ГК претерпевают структурные изменения за счет разрушения углеводной, полипептидной части и ароматических структур, содержащих гваяцильные, сирингильные и 4-оксифенильные производные, связанные легкогидролизуемыми связями. В результате ГК обогащаются биохимически устойчивыми фракциями, которые содержат значительно меньше углеводов, полипептидов и относительно больше циклических структур, связанных трудногидролизуемыми связями.

5. Установлено, что в процессе диагенеза в составе ГК несколько увеличивается содержание С и Н, кислых функциональных групп за счет фенольных гидроксиллов, снижается содержание N . Изменение состава ГК происходит в направлении уменьшения содержания углеводов, полипептидов и неконденсированной ароматической части.

## РОЛЬ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ РАСТЕНИЙ И ПРЕВРАЩЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ ТОРФООБРАЗОВАНИЯ

С.С.Маль, С.С.Поваркова,  
З.М.Сливка (СССР)

Обобщение многочисленных экспериментальных данных об углеводном составе гемицеллюлоз (ГЦ) и аминокислот в растениях-торфообразователях и торфах позволило вскрыть важные закономерности, раскрывающие природу взаимодействия между

ними в торфообразовательном процессе.

Сопоставление данных о содержании пентоз в составе ГЦ растений-торфообразователей со степенью разложения торфа или количеством гуминовых кислот (ГК) в соответствующих видах торфа выявило прямую связь между этими показателями, которая подтверждается высокими коэффициентами корреляции ( $r \approx 0,9$ ). Для торфа верхового типа, с характерной кислотностью 3-4 pH, соответствующей изокаталитической точке с самой низкой скоростью распада моносахаридов, свойственна невысокая степень разложения (в среднем 23%) и небольшое содержание ГК (в среднем 25%). При этом по мере перехода от сфагновых торфов к пушицевым с увеличением в составе ГЦ торфообразователей количества пентоз (от 40 до 80%), скорость распада которых в изокаталитической точке значительно выше, чем у гексоз, средняя степень разложения возрастает от 11-15% у сфагновых, до 45% у пушицевых торфов, а содержание ГК - соответственно от 19 до 38%. Для торфа низинного типа при содержании пентоз в составе ГЦ торфообразователей более 60% и pH среды между 5 и 6, что обуславливает повышение скорости разложения моносахаридов почти на 2 порядка, характерна высокая степень разложения, в среднем 37%, а среднее содержание ГК составляет 40%. Количество пентоз в составе ГЦ лишайников менее 20% обуславливает практически полный распад последних в торфообразовательном процессе без накопления гумуса, что хорошо согласуется с полученным уравнением регрессии. По-видимому, плохо усвояемые микроорганизмами пентозы, участвуя, главным образом, в неферментативных реакциях, способствуют накоплению биохимически устойчивых ГК.

При переходе от растений торфообразователей к торфу наряду с накоплением общего азота, происходит снижение относительного содержания аминного азота от 80 до 30%, а количество азота в соединениях, негидролизующихся 20%-ной HCl возрастает от 15 до 35%. В составе белковых веществ значительно снижается относительное содержание диаминокислот, гистидина и тирозина. Накапливающиеся в торфообразовательном процессе аланин, фенилаланин, валин, треонин, а

также аспарагиновая и глутаминовая кислоты чаще других встречаются в органическом веществе ископаемых осадков.

Выявление высокой активности пентоз, особенно ксилозы, а также диаминокислот, гистидина и тирозина следует рассматривать как экспериментальное доказательство значительной роли меланоидиновой реакции в процессе преобразования органического вещества растений-торфообразователей в биохимически устойчивые соединения, что расширяет представление о роли индивидуального химического состава растений в генезисе торфа.

## ПРЕВРАЩЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА В ГЛУБОКИХ ЗОНАХ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ БАССЕЙНОВ

А.Л.Козлов (СССР)

1. В земной коре углеводороды (УВ) не только образуются, но преобразуются и уничтожаются, однако в терминологии и на схемах это не отражено. Чтобы при погружении зона нефтеобразования (и нефтенакопления) превратилась в нижнюю зону газообразования (лишенную нефти), необходимо преобразование нефтяных УВ в метан (метанизация нефти). При дальнейшем погружении при жестком катагенезе метан также будет преобразован, т.е. должны быть новые геохимические зоны.

2. Иногда говорят о превращении УВ на последних стадиях катагенеза в графит. Нельзя проводить аналогию между метаморфизмом углей и метана.

3. Для изучения образования и превращения ОВ и УВ на больших глубинах можно использовать материалы по газоносности каменноугольных бассейнов, претерпевших инверсию и эрозию, при которых пласты углей, бывшие на глубинах 10-15 км, оказались у дневной поверхности. Угли благодаря высокой сорбционной способности сохраняют газы. В Донбассе антрациты содержат метан только до марки А<sub>3</sub>, а более метаморфизованные лишены метана - в них появляются CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>.

4. Образование  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ , а в эвапоритовых сериях и  $\text{H}_2\text{S}$  несомненно связано с высокотемпературными процессами. В лабораториях метан и другие  $\text{УВ}$ , реагируя с водой при температуре  $300^\circ\text{C}$ , дают  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ . Вероятно в природе эта реакция может быть и при температуре  $200-250^\circ\text{C}$ . Водород, реагируя с сульфатом образует  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$  образуется при высокотемпературном разложении белков. Зона высокотемпературного метана книзу переходит в зону высокотемпературных  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Это глубинная зона кислых газов. Образование высокотемпературных  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  доказывається повсеместным обогащением углекислотой газов глубоких горизонтов и сероводородом газов глубоководных эвапоритовых отложений.

5. Ниже зоны кислых газов должна располагаться зона "водного газа". При температуре выше  $374^\circ$  вода при любом давлении будет в газообразном состоянии.  $\text{H}_2\text{O}$  в смеси с другими газами будет в однофазном газовом состоянии. Углеводороды в водяном газе, учитывая вышеуказанные реакции, могут присутствовать только в незначительном количестве. Более устойчивы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{N}_2$ . Это состав газов настоящих вулканов. Границы зон высокотемпературного метана и кислых газов соответствуют степени метаморфизма антрацитов  $\text{A}_3-\text{A}_4$ , т.е. относятся к третьей подстадии апокатагенеза (АК-3 по Н.Б.Вассоевичу). Переход от одной зоны к другой растянутый, постепенный как и для всех верхних зон.

При бурении глубоких скважин в НГБ необходимо детально изучать показатели катагенеза осадочных пород и  $\text{ОВ}$ , имея ввиду, что горючие газы могут быть обнаружены не глубже верхней части зоны кислых газов.

## О ПРИЧИНАХ ОТСУТСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НИЖНЕПЛИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОКРЕСТНОСТЕЙ ЕВАТОРИИ

А.И.Суладзе (СССР)

Сравнительно недавно появились данные, свидетельствующие о приуроченности многих месторождений нефти к осадкам, отложившимся в бассейнах с соленостью ниже морской.

Как известно, с нижнеплиоценовыми солоноватоводными отложениями Черноморско-Каспийской области Восточного Паратетиса, в частности Северного Кавказа, связываются отдельные месторождения нефти и газа, в том числе и крупные. Вероятно, аналогичные закономерности распределения углеводородов имеют место и для других, смежных с ним областей, в том числе и Крыма. В этой связи интересно рассмотреть нижнеплиоценовые отложения западной части этого региона.

Чрезвычайно обширная информация по проблеме генезиса нефти убедительно доказывает ее биоорганическое происхождение.

При седиментации нижнеплиоценовых отложений в районах Западного Крыма существовала богатая прибрежная растительность. Встречаются оогонии харовых водорослей. Есть основание предполагать и наличие наннопланктона, остатки которого еще не изучены. В этих же отложениях зафиксированы многочисленные представители бентоса — моллюски, остракоды, а также фораминиферы. Особо надо подчеркнуть присутствие имеющих большое развитие ракушняков, перекрывающих и подстилающих евпаторийский горизонт. Обращается внимание и на большие скопления рыб, хотя их остатки нами не встречены. Таким образом в нижнеплиоценовых осадках недостатка в биоорганическом материале для нефтей не было.

Тем не менее, мы предполагали отсутствие органического вещества в породах, что подтвердилось данными люминисцентного анализа, показавшего очень низкие содержания хлороформенного и спиртобензольного битумоида.

Отсутствие органического вещества в отложениях раннего плиоцена района обусловлено, во-первых, биотическими фактора-

ми - наличием определенных трофических отношений между отдельными элементами экосистем - существованием соответствующих пищевых цепей. Помимо этого есть основание полагать, что скорость осадконакопления толщи оолитового известняка была высокой, что в предельных случаях не может быть фактором, благоприятствующим сохранению органического вещества, а следовательно, и образованию нефти. При этом не следует упускать из виду и значение постседиментационных преобразований.

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС  
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

---

ГЕОХИМИЯ  
НЕФТИ  
И  
ГАЗА



МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ФРАКЦИИ И  
ВЕСОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ  $C_1 - C_5$  В  
ПРИРОДНЫХ ГАЗАХ РАЗНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ТИПА

В.Х.Велев (Болгария)\*

Классификация и сопоставление природных газов (ПГ) в настоящее время производится при помощи целого ряда коэффициентов-соотношений, многие из которых не обладают необходимой информативностью, что не способствует однозначной интерпретации аналитического материала. Особенности в составе ПГ становятся более наглядными, если от объемного выражения перейти к обычному для битуминологического выражения в весовом или атомарном измерении.

В качестве одного такого показателя предполагается молекулярная масса углеводородной (УВ) фракции ПГ -  $M_{ув}$ . Это показатель аддитивного типа, представляющий величину средне-взвешенную по весовой доли каждого компонента  $C_1 + C_5$ .

По геологическим признакам выделены следующие типы природных газов: 1) биогенные; 2) ПГ газоносных формаций; 3) ПГ газонефтеносных формаций, но не связанных с нефтью; 4) ПГ газонефтяных залежей и 5) ПГ попутных нефтяных газов. Выделенные типы ПГ отличаются постепенно возрастающей молекулярной массой УВ части (Велев, 1974).

Характер распределения весовых долей индивидуальных УВ  $C_1-C_5$  позволяет разграничить две категории ПГ. Первую из двух составляют группы ПГ, не связанных с нефтью, которые характеризуются нисходящим распределением весовых долей УВ, так как их весовая концентрация находится в обратной зависи-

---

\* Государственное хозяйственное объединение "Геологическая разведка". Производственная дирекция "Нефть и газ". Бул. Г.Димитров, 22. София. Болгария.

мости от величины молекулярной массы. Данная зависимость позволяет рассматривать УВ фракцию таких газов в качестве единой системы.

Вторую генетическую категорию ПГ составляют те группы, которые связаны генетически или парагенетически с нефтяными скоплениями. Их фракция характеризуется незакономерным распределением весовых долей индивидуальных компонентов. Таким образом ее же необходимо рассматривать в качестве смеси из продуктов, генерируемых в течении двух разных и, в определенном смысле – автономных процессов: 1) собственно газообразование и 2) нефтегазообразование. В первом случае главную массу УВ составляет метан, во втором – группа жидкофазных компонентов.

#### ФОРМЫ ПЕРВИЧНОЙ МИГРАЦИИ НЕФТИ

А.А.Трофимук, В.С.Вышемирский,  
А.Э.Конторович (СССР)

Перемещение рассеянных битумоидов в материнских породах возможно либо с водой, либо с выделившимися в свободную фазу газами, либо посредством диффузии. Низкие скорости диффузии жидких и твердых углеводородов достаточны для десорбции их из материнского органического вещества и проникновения в центральные части ближайших пор, но недостаточны для выведения их за пределы нефтепроизводящих толщ и рассеивания в стратосфере.

Миграция битумоидов с водой протекает в природе в трёх формах: в истинных растворах, в коллоидных растворах и во взвесьях. Реальность первичной миграции всех компонентов битумоидов с водой доказана на примере Западно-Сибирского бассейна, где в водах в концентрации 5–20 мг/л зафиксированы как низкокипящие, так и высококипящие (насыщенные и ароматические углеводороды, смолы, асфальтены) компоненты битумои-

дов. Мигрирующие с водой битумоиды содержат больше смол и асфальтенов, богаче аренами, чем нефти.

Истинные растворы не рассматриваются обычно в качестве основной формы первичной миграции, поскольку растворяющая способность всех вод стратиферы на два порядка меньше прогнозных запасов нефти и асфальтов. Однако в главной зоне нефтеобразования при удалении из глин агрессивных межплоскостных вод в смешаннослойных образованиях роль их, видимо, весьма значительна.

Растворимость углеводородов в коллоидных водных растворах на 2-3 порядка выше, чем в истинных. Но коллоидная растворимость возможна при содержании в воде солей жирных кислот до нескольких граммов на литр, тогда как кларк всех органических веществ в подземных водах оценивается в 0,01 г/л. Лишь в некоторых нефтегазоносных бассейнах, таких как Западно-Сибирской (В.М. Матусевич, В.М. Швец), эта форма первичной миграции может стать доминирующей.

Экспериментально показано, что значительная часть битумоидов переносится с водой из глин в пески и по простиранию песчаных коллекторов во взвешенном состоянии, в виде эмульсий и суспензий. Выпадение взвешенных частиц из водного потока и их последующая концентрация осуществляется намного полнее, чем в случаях истинного и коллоидного растворов. Фильтрационный эффект целиком осаждает взвеси в коллекторе. Взвешенные частицы в тонких порах теряют подвижность, и к ним приращиваются новые частицы. В коллекторе разрастаются и соединяются между собой очаги жидкой нефти. Видимо, миграция взвесей является во многих случаях главной формой первичной миграции битумоидов с водой.

Теоретические расчеты показывают, что газы, образующиеся при катагенезе органического вещества, могут выделяться в значительных количествах в главной зоне нефтеобразования в свободную фазу лишь при концентрации органического вещества в материнских породах более 1,5-2,0%. Эта величина значительно больше кларка ОВ и потому первичная миграция в газовой фазе возможна лишь в уникально обогащенных ОВ толщах.

## СТЕРАНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ НЕФТЕЙ И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

А.А.Петров, С.Д.Пустыльников,  
Н.Н.Абрютина (СССР)

Термин "нефтяные стераны" подразумевает ряд тетрациклических насыщенных углеводородов состава  $C_{27}-C_{29}$ , соответствующих по своей структуре хорошо известным природным соединениям, однако обладающих измененной конфигурацией одного или нескольких хиральных центров. Протекающий в геологической обстановке процесс преобразования биологических стеранов в нефтяные углеводороды заключается в эпимеризации ряда хиральных центров исходных молекул. Наиболее лабильными хиральными центрами в стеранах являются углеводородные атомы  $N/N$  14, 17, 20 и 24. Экспериментальное исследование показало, что при конфигурационной изомеризации природных  $5\alpha H$ ,  $14\alpha H$ ,  $17\alpha H$ ,  $20\beta H$  холестана, эргостана и ситостана происходит значительное изменение пространственной конфигурации молекул, причем возникает ряд новых диастереомеров, имеющих иной тип сочленения колец С/Д, иную ориентацию алифатического радикала и иную конфигурацию хирального центра  $O=2O$ . Наиболее важным моментом, определяющим стереохимические отличия нефтяных стеранов является образование до 90% углеводородов, имеющих цис сочленение колец С/Д. Те же стереохимические изменения должны иметь место при элиминировании (в геологических условиях) функциональных групп в стеролах и станолах. Выполненные на основании конформационного анализа термодинамические расчеты хорошо согласуются с полученными экспериментальными данными. Проведенное при помощи хроматомасс-спектрометрии исследование структуры и стереохимии стеранов в различных нефтях Советского Союза показало, что стераны нефтей представлены как углеводородами, сохранившими пространственное строение природных объектов, так и новообразованными стеранами (изостеранами), являющимися уже стереохимически измененными соединениями, обладающими цис сочленением колец С/Д, иной пространст-

венной ориентацией замещающего радикала и т.д. Во всех исследованных нефтях концентрации стеранов возрастают в ряду: холестан < эргостан < ситостан.

Геохимическое значение нефтяных стеранов заключено прежде всего в доказательстве биогенной природы нефтей. Кроме того, отношение концентрации стеранов к концентрации других важнейших биологических реликтов — пентациклических тритерпанов ряда  $I7-\alpha H$  гопапа может быть использовано как генетический признак нефтей данного региона нефтеобразования. Соотношение это в исследованных нефтях колеблется в пределах от 1-2 до 10 и выше. Далее, соотношение между  $\alpha$  и изостеранами (для изомеров) является, по-видимому, показателем степени химической превращенности (старения) нефтей. Соотношение  $\alpha$ /изо стераны в исследованных нефтях, варьируется в пределах от 1,5 до 0,2 и уменьшается при переходе от нефтей третичных отложений к нефтям палеозоя и протерозоя.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В ИЗМЕНЕНИИ НЕФТЕЙ

И.И.Нестеров, А.В.Рыльков,  
Ю.В.Щепеткин (СССР)

1. Как известно, формирование состава нефтей связано с особенностями процессов нефтегазообразования, нефтегазонакопления и существования залежей углеводородов (УВ). Закономерное или "незакономерное" распределение по разрезу и площади нефтегазоносных бассейнов условий, контролирующих генерацию, аккумуляцию углеводородов и дальнейшие их изменения объясняет закономерный или "аномальный" характер распределения нефтей по составу и свойствам. Анализ геолого-геохимических материалов по различным седиментационным бассейнам свидетельствует о том, что в подавляющем числе случаев различного рода аномалии (легкие нефти в верхних или тяжелые

смолистые нефти в нижних частях разреза, легкие нефти в зонах ВНК, асфальтоподобные образования в залежах глубоких горизонтов и т.д.) по существу явление вполне закономерное. Существование, например, в мезозойских отложениях Западной Сибири связи фазового состояния УВ и состава последних с литолого-фациальными условиями (контролирующими формирование исходных типов ОВ) объясняет наличие ряда "аномалий" в характере изменения состава нефтей во времени и пространстве в этом регионе.

2. Накапливается все больший объем информации, существенно меняющий представления об особенностях изменения состава нефтей в пределах отдельных залежей. Классический тип изменения (постепенный переход от легких нефтей в своде к тяжелым в зоне ВНК) в ряде районов весьма часто сопровождается различного рода отклонениями – наличием одной или нескольких зон тяжелых смолистых нефтей в средних частях залежей. В этих участках как и в зонах ВНК проявляются асфальтоподобные битумы, вторичная карбонатная и сульфидная минерализация, значительная обогащенность битумов микроэлементами (ванадий, никель и др.). Характер взаимодействия составляющих геохимической системы порода – вода – нефть носит отчетливый физико-химический характер.

3. Анализ региональных и локальных особенностей изменения нефтей способствует более объективному познанию такого важного в теоретическом и практическом отношении вопроса как условия формирования скоплений УВ (время, последовательность, стадийность процесса и др.). Существенное значение эти данные имеют при построении генетических моделей формирования залежей, а в конечном счете при разработке методик оценки нефтегазоносности локальных ловушек.

# ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ АЛИФАТИЧЕСКИХ И НАФТЕНО-АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТЕЙ КАЙНОЗОЙСКОГО И МЕЗОЗОЙСКОГО МЕГАЦИКЛОВ

С.П.Максимов, Т.А.Ботнева  
(СССР)

1. С глобальными циклами тектогенеза связаны крупные эры нефтегазообразования. Характер распределения запасов нефти и газа в фанерозое показывает, что каждой эре соответствует определенный мегацикл нефтегазообразования. Нефти, генерируемые материнскими породами, формирование которых связано с одним мегациклом, несмотря на различия в компонентном составе, обладают рядом общих черт, неодинаковых для нефтей разных мегациклов. Это обусловлено, с одной стороны, близостью палеоклиматических условий и определенной спецификой органического вещества в бассейнах нефтегазообразования, где происходило формирование материнских пород в каждом мегацикле. С другой стороны, различия связаны со сменой этих условий на границе крупных этапов тектонической эволюции земной коры.

2. Ранее отмечались существенные различия нефтей разных мегациклов по содержанию и составу порфиринов. Изучения алифатических и нафтено-ароматических структур в высококипящих фракциях (на примере мезозойских и кайнозойских отложений Предкавказья), также показали различия по характеру структур нефтей разных мегациклов. Для кайнозойских нефтей характерны алифатические структуры с величиной отношения ( $K_{Ц}$ ) длинных цепей ( $CH_2$  групп более 4) к коротким ( $CH_2$  групп менее 2) меньше 10, со значительной степенью разветвленности. Среди нафтено-ароматических структур, преобладают гибридные, представленные сочетанием ароматических моно- и би-циклов с одним нафтеновым кольцом. В этой фракции часто встречается пятичленный ароматический углеводород перилен.

У мезозойских нефтей иной тип и алифатических и нафтено-ароматических структур. Для первых характерны более длин-

ные цепи ( $K_{\text{ц}}$  больше 10) с меньшей степенью разветвленности, а для вторых – более сложные гибридные молекулы в бензольном и нафталиновом ряду (с двумя–тремя нафтеновыми кольцами) и более простые в фенантреновом ряду (отсутствуют нафтеновые кольца).

3. Отмеченные различия имеют генетическую природу, под которой понимаются первоначальные различия "углеводородного скелета" в исходном органическом веществе разных фациально-генетических типов, который наследовался нефтями. Общие черты "углеводородного скелета" характерны для нефтей всех нефтегазоносных горизонтов, образование которых связано с одним мегациклом. Это свидетельствует о наличии характерной для мегацикла общности геохимических факторов, что позволяет выделить для каждого мегацикла нефтеобразования свой генотип нефти.

#### О ПЕРВИЧНОЙ МИГРАЦИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СМОЛИСТО-АСФАЛЬТЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕФТЕЙ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ

Т.П.Сафронова, А.В.Сушили  
(СССР)

Изучение первичной миграции смолисто-асфальтеновых соединений важно при решении вопроса об их генезисе в нефтях.

Для выявления механизма первичной миграции в газовой фазе осуществлено лабораторное моделирование процесса. На аппаратуре высокого давления проведено исследование миграции газовых растворов нефтей, содержащих смолисто-асфальтеновые соединения при давлениях до 400 ат и 25<sup>0</sup>С через глинистые и карбонатные породы.

С помощью газожидкостной хроматографии показан перенос в газовой фазе широкой гаммы углеводородов до  $C_{30}$ . Изучение

группового и компонентного составов мигрирующих растворов показало, что через породы проницаемостью в сотые и тысячные доли мд. проходят углеводороды различных групп и смолисто-асфальтеновые соединения. В ряде опытов некоторая часть последних оказалась не миграционноспособной. Отмечен хроматографический эффект разделения как для углеводородных так и смолисто-асфальтеновых компонентов в ходе миграции.

### ТЕРМОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОСАДОЧНОМ КОМПЛЕКСЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ

В.Г.Осадчий, С.Т.Зелизна,  
Е.В.Кучерук (СССР)

Как показывает анализ обширного фактического материала по многим нефтегазоносным бассейнам мира химический состав и фазовое состояние углеводородных скоплений, а также характер вертикальной зональности углеводородов в осадочном разрезе зависят главным образом от вариации геотермического градиента. Наиболее прогретым зонам соответствуют, как правило, чисто газовые залежи, зонам умеренных температур — газоконденсатные и нефтегазовые. Нефтяные залежи развиты в зонах пониженных температур и геотермических градиентов. Анализ геотермических параметров нефтегазоносных бассейнов СССР показал, что для нефтяных залежей Советского Союза наиболее характерны величины геотермического градиента  $1,0-1,5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  и  $2,5-3,0^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . Низкие значения геотермического градиента приурочены к платформенным районам, а повышенные к переходным зонам и геосинклиналям. На месторождениях, где величины геотермического градиента превышают  $3,0^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  нефтяные залежи чередуются с газоконденсатными и газовыми. Для газовых месторождений наиболее характерны величины геотермического градиента  $3,0-3,5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . Газовые залежи с более

низкими значениями геотермического градиента связаны с небольшими глубинами залегания (до 1000 м) или с глубокопогруженными продуктивными горизонтами в низкотемпературных зонах преимущественного нефтенакопления. Пространственная взаимосвязь размещения залежей с геотермическим режимом недр наглядно подтверждается на примере нефтегазоносных регионов СССР, США, Польши, Румынии, Венгрии, Австрии, ЧССР, Алжира, Венесуэлы и др. Термодинамические параметры углеводородных залежей в различных нефтегазоносных бассейнах показали четкую корреляцию изменения удельных весов пластовой нефти, вязкости, химического и группового состава не с глубинами залегания продуктивных горизонтов, а с величинами пластовых температур и давлений. В докладе приведены многочисленные примеры установленных закономерностей.

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ

А.И.Алиев (СССР)

1. Важным вопросом геохимической зональности распределения углеводородных флюидов является выяснение направленности их геохимических изменений в разрезе осадочного чехла земной коры, что позволит в первом приближении определить состав и свойства исходной нефти и газа.

2. По мере возрастания глубины залежей в зоне катагенеза углеводороды подвергаются меньшим физико-химическим изменениям и по составу и свойствам близки к исходным.

3. Несмотря на небольшую информацию о залежах глубоких горизонтов, накопленный фактический материал позволяет рассматривать особенности физико-химических свойств углеводородных флюидов (нефтей, газов и конденсатов) на больших глубинах на примере ряда разновозрастных нефтегазоносных бассейнов

мира. При этом особый интерес представляют области более молодого прогибания, которые сохранили основные черты условий формирования залежей и геохимической зональности распределения нефти и газа в отличие от нефтегазоносных бассейнов, испытавших инверсию или неоднократную перестройку структурного плана.

## НЕФТЕОБРАЗОВАНИЕ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЛИТОГЕНЕЗА

В.К.Солодков (СССР)

Рассматривается вопрос о первоначальном составе нефти, ее превращениях в катагенной и гипергенной зонах. Показывается изменение состава нефти при последовательном переходе от диагенеза к апокатагенезу. По результатам параллельного исследования нефтей и битуминозных веществ в синхроничных залежах показывается специфичность процессов нефтеобразования на небольших глубинах. Предлагается диагностическая характеристика нефтей на стадиях диагенеза, катагенеза и гипергенеза.

## О ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ НЕФТЕЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ В ПРЕДЕЛАХ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ

В.Н.Михалькова, В.З.Митрофанов,  
В.П.Филиппов, А.Я.Куклинский  
(СССР)

На основании проведенных исследований показано, что по мере катагенеза пород каталитическая активность глинистого цемента коллекторов убывает, а в глубокопогруженных зонах на-

илучший алумосиликатный катализатор—монтмориллонит практически отсутствует. Объем других малоактивных катализаторов в коллекторах мал по сравнению с объемом нефти. Состав нефтей свидетельствует о том, что реакции каталитического крекинга не сказываются на распаде нефтяных углеводородов в подземных условиях. Основным процессом, определяющим степень распада нефтей, является легкий термический крекинг. Скорость распада нефтей оценивалась по уравнению Аррениуса с использованием данных по энергии активации. Расчетное время выбиралось в соответствии с главной фазой нефтеобразования.

Проведенные расчеты показали, что в интервале температур 140—180°C могут находиться легкие нефти. Выше 180°C сохраняются конденсаты, а начиная с 200°C — газы.

В соответствии со средними геотермическими градиентами для различных нефтегазоносных зон рассматриваемого региона приведены граничные глубины существования углеводородов (нефтей, конденсатов, газов).

## ТИПЫ НЕФТЕЙ В ПРИРОДЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ В СТРАТИСФЕРЕ

А.Э.Конторович, О.Ф.Стасова  
(СССР)

1. Формальные классификации нефтей по физико-химическим характеристикам и углеводородному составу допускают исключительное их разнообразие. Однако реально в природе встречается сравнительно небольшое количество классов нефтей. Такие наиболее часто встречающиеся в природе классы целесообразно называть "типами".

2. Анализ материалов по геохимии нефтей нефтегазоносных бассейнов Европейской части СССР, Сибири, Средней Азии позволяет выделить четыре основных типа нефтей.

Тип А — алкановый; парафинистый; метановые и существенно метановые, малосернистые, малосмолистые, парафинистые нефти. В составе насыщенных высококипящих УЗ этих нефтей значительную роль играют n-алканы. Изоалканы малоразветвленные. Циклоалканы в основном моноциклические. Аренов мало, конденсация их часто значительна. Нефти содержат мало порфиринов. Нефти типа А чаще всего встречаются в угленосных и субугленосных осадочных толщах и образуют значительные скопления в зонах с жестким современным или палеогестермическим режимом.

Тип В — алкановый, мало парафинистый; метановые и существенно метановые, малосернистые и средней сернистости, малосмолистые, мало парафинистые нефти. В нефтях типа В n-алканов преобладает низкокипящие. Среди высококипящих углеводородов преобладают изоциклоалканы. Цикланы преимущественно моноциклические. Аренов в нефтях типа В мало, конденсированность их невысокая. Порфиринов они содержат мало. Нефти типа В в карбонатных коллекторах часто характеризуются повышенным содержанием сернистых соединений, особенно низкокипящих меркаптанов. Распространены в морских и лагунных отложениях (венд, кембрий Сибирской платформы).

Тип С — циклоалкановый; нефтеново-метановые и ароматическо-нефтеново-метановые, средней смолистости и смолистые, средней сернистости и сернистые, мало парафинистые, обогащенные порфиринами нефти.

n-алканов в этих нефтях немного. Исоалканы преобладают над n-алканами, цикланы мало конденсированные. Аренов сравнительно много, но конденсированность их невысокая. По структуре насыщенных углеводородов нефти типа В и типа С весьма близки. Встречаются они в морских карбонатных, терригенно-карбонатных и терригенных толщах, часто обогащенных планктонным ОВ.

Тип Д — циклоалкановый; это нефти нефтенового основания, они не содержат n-алканов. Среди циклоалканов, как правило, преобладают би- и трициклические, сильно замещенные. Нефти типа Д встречаются в верхних горизонтах осадочных чехлов. Часто они образуют нефтяные оторочки газовых залежей.

3. Сравнительный анализ условий формирования залежей нефти разных типов в стратифере позволяет считать, что тип нефти формируется в результате совместного действия большого числа факторов, важнейшие из которых—тип исходного ОВ, среда диагенеза, стадия катагенеза, с которыми связано формирование залежи, условия и механизм первичной и вторичной миграции.

Рассматриваются условия формирования выделенных типов нефтей.

Обсуждается влияние вторичных факторов (катагенез, гипергенез) на превращения нефтей.

#### О МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ МАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПОРОВЫЕ ВОДЫ

Т.П.Жузе, В.И.Сергеевич (СССР)

В литературе рассматриваются преимущественно два механизма перемещения углеводородов при молекулярной и коллоидной растворимости углеводородов в воде. Известно, что в пластовых условиях молекулярные растворы образуют только газообразные и низкомолекулярные жидкие углеводороды. Коллоидная же, (мицеллярная) растворимость наблюдается для широкой гаммы углеводородов в воде лишь при высокой концентрации в ней поверхностно-активных веществ, что редко встречается в природных условиях.

Возможен и другой механизм перемещения углеводородов из материнских пород в поровую воду. Известно, что на границе углеводородной фазы, содержащей некоторое количество жирных кислот, с водой, имеющей щелочную реакцию, происходит образование эмульсии углеводородов в воде, благодаря диффузии кислоты в воду, образования мыла на границе раздела фаз и локальному снижению межповерхностного натяжения. Особенно

активными являются стеариновая и пальмитиновая кислоты.

Спонтанное эмульгирование наблюдалось при контакте породы, содержащей 5% н-декана и 0,3% стеариновой кислоты с водой, содержащей 4 мг NaOH в литре, машинного масла с 3% стеариновой кислоты с водой, имеющей щелочную реакцию и др. Явление представляет интерес для объяснения первичной миграции углеводородов в осадочных породах и заслуживает детального изучения.

### ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ НА ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОДЕРЖАЩИХСЯ В НИХ НЕФТЕЙ

Ж.Коннан (Франция) <sup>Ж</sup>

Коллекторские толщи обычно гетерогенны по своей природе. Они включают породы разных литологических типов, от сильно пористых и проницаемых горизонтов, т.е. прекрасных коллекторов, до непроницаемых, пустых плотных осадочных пород.

Из карбонатных и песчаных отложений отобраны образцы пород, представляющие нефтеносные коллекторы разных типов, и проведено исследование взаимосвязи их пористости, проницаемости и петрографических свойств со свойствами содержащихся в них нефтей.

Продемонстрированы важные связи между основными свойствами коллекторов, такими как пористость и проницаемость, и общим составом заключенных в них нефтей, что подтверждено документацией нескольких конкретных случаев.

---

<sup>Ж</sup> Национальное общество "Эльф-Аквитания". Исследовательский центр ПО. Геологическая лаборатория 64001-По-Франция.

А. А. Борковский (СССР)

Существующее разнообразие состава и свойств нефтей объясняют различием исходного органического вещества, влиянием процессов миграции, термokatалитическими превращениями и гипергенезом.

Известно, что в процессе разработки нефтяных залежей на дневную поверхность извлекается только 30–50%, а иногда и менее от общих запасов нефти. Именно эта добываемая нефть и подвергается детальным физико-химическим исследованиям, а ее состав и свойства распространяются на всю нефть данной залежи.

Между тем лабораторные данные и анализ изменения физико-химических свойств добываемых нефтей в процессе разработки нефтяных залежей свидетельствуют в пользу того, что в пористой среде существует дифференциация нефтей и наблюдается микрoзональность их состава и свойств. Центральные части пор содержат наиболее легкую нефть и именно эта нефть является наиболее подвижной и перемещается к забоям скважин. По мере увеличения градиента давления в процесс фильтрации вовлекаются все новые слои нефти, что и определяет наблюдаемые изменения физико-химических свойств добываемых нефтей в процессе эксплуатации залежей. Особенно интенсивно вовлечение в процесс фильтрации все более прочно адсорбированных слоев нефти происходит при приближении фронта вытесняющей воды, что является причиной роста плотности нефти при приближении к скважине контура нефтеносности.

Основное влияние на степень дифференциации нефти в пористой среде оказывает литологический состав вмещающих пород. Чем выше удельная поверхность пор, содержание глинистого вещества в породе и адсорбционная емкость глинистых компонентов, тем большая часть высокомолекулярных компонентов нефти, включая асфальтово-смолистые вещества, прочно

адсорбируется породой, тем легче нефть в центральных частях пор, извлекаемая в основном на дневную поверхность. Наиболее ярко это проявляется в случае слоистых коллекторов, когда из менее плотных пропластков, обладающих хорошими коллекторскими свойствами, к забою скважины поступает более тяжелая нефть, а из более плотных, более глинистых пропластков - более легкая нефть.

Лабораторные исследования показывают, что при резко отличных друг от друга исходных нефтях вытесняемые из образцов пород нефти могут мало отличаться между собой и наоборот при насыщении одной и той же нефтью образцов пород разного литологического состава вытесняемые нефти могут заметно различаться по удельным весам.

Таким образом, литологический состав вмещающих пород оказывает заметное влияние на состав и свойства добываемой нефти.

#### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОСТАВОМ УГЛЕВОДОРОДНЫХ И НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ НЕФТЕЙ И ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ ПОРОД

Г.И.Сафонова, В.В.Ильинская  
(СССР)

В работе приведены результаты детальных исследований состава различных компонентов нефтей. Применены методы адсорбционно-вытеснительной хроматографии, комплексообразования и масс-спектрометрии. Рассматривается состав индивидуальных углеводородов нефтей разной степени катагенного преобразования и генетически связанных с материнскими толщами морских или лагунных фаций. Наблюдается геохимическая связь между составом углеводородных и неуглеводородных компонентов нефтей. Приводится ряд показателей генетической ха-

рактеристики нефтей и степени их преобразования и связи с органическим веществом пород. На основании полученных данных показана возможность уточнения коэффициентов эмиграции и аккумуляции углеводородов для различных геолого-геохимических условий.

## О СООТНОШЕНИИ ПРИРОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ РАЗНОГО СОСТАВА

В.Ф.Никонов (СССР)

Углеводородные смеси, образующие залежи, представляют собой генетический дискретный ряд от метановых газов до загустевших нефтей (типа Атабаски), сложных по составу и строению индивидуальных соединений.

Количества углеводородов газовых, газоконденсатных, газонефтяных и нефтяных залежей выражались через весовые величины, позволяющие сравнивать массы углеводородов различного фазового состояния.

Исследования состава залежей и распространения их различных типов в нефтегазоносных бассейнах позволили сформулировать правило, выражающее взаимосвязь между общей массой и составом углеводородных смесей. По площади распространения и запасам количество скоплений "сухого" метанового газа (сумма гомологов меньше 1%) < жирного конденсатного газа < газа в ассоциации с нефтью < "нормальной" нефти < "битумообразной" нефти. Гигантские месторождения отражают массы углеводородов одноименного состава: нефтяные размещаются в нефтеносных зонах и чаще всего группами, газонефтяные в газонефтеносных зонах и группами располагаются реже, газовые месторождения с конденсатом встречаются в зонах такого же состава залежей и группами встречаются редко. Месторождения, целиком представленные газом с суммой гомологов меньше 1%,

встречаются в виде единичных залежей.

Для всей общей массы углеводородов в пределах ее части, находящейся в нефтегазовых залежах, справедливо соотношение:

$$C_1 < C_2 < C_3 < \Sigma C_4 < \Sigma C_5 < \Sigma C_6 \dots$$

## НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕЙ

Ю.Г.Кряжев (СССР)

Выполнен анализ основных направлений развития работ по химии и геохимии нефти в свете современного состояния химической науки. Рассмотрен подход к нефти как закономерной системе органических соединений и намечены возможные пути изучения химических особенностей этой системы. Обсуждается место и роль различных молекулярных структур в процессах небиологической эволюции органического вещества нефтей. Например, показано присутствие в нефтях сильных ингибиторов деструктивных процессов, соединений, обладающих каталитической активностью, эффективных экстрагентов металлов. Выявлена корреляция перечисленных свойств нефтей с их химическим типом и условиями залегания.

На основании этих исследований делаются предположения о закономерностях изменения состава нефтей под воздействием различных факторов.

## СВЯЗЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕФТЕЙ С ГЕОТЕРМИЧЕСКОЙ ИСТОРИЕЙ ВМЕЩАЮЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ

А.А.Карцев (СССР)

О влиянии геотермического фактора на состав нефтей известно уже давно. В геотермической истории нефтей главное значение имеют два фактора: 1) максимальная температура; 2) длительность действия эффективной температуры, т.е. температуры, достаточной для протекания некоторых процессов превращения. Максимальные палеотемпературы в настоящее время лучше всего определяются по отражательной способности витринита, находящегося во вмещающих нефть отложениях. Длительность действия эффективной температуры можно определять на основе палеотектонических построений, современных геотермических градиентов и с учетом некоторых поправок.

Сопоставляя важнейшие показатели химического состава нефтей с отражательной способностью витринита во вмещающих отложениях, удастся проследить достаточно четкую связь между этими величинами. В общем сходная картина получается и при определении эффективного возраста нефти, т.е. длительности воздействия на нефть эффективных температур (выше  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $100^{\circ}\text{C}$ ): как с увеличением максимальных палеотемператур, так и с повышением эффективного возраста нефти наблюдается относительный рост содержания в нефтях алифатических углеводородных компонентов.

Намечающаяся связь химического состава нефтей с геотермической историей вмещающих отложений подтверждает важнейшую роль катагенетических превращений в формировании состава нефти.

И.И.Нестеров, А.В.Рыльков  
(СССР)

При построении моделей формирования скоплений УВ естественным является учет в первую очередь генетических и формирующих параметров. На огромном объеме геохимических материалов устанавливается, что такие параметры, как тип ОВ и степень катагенетической его преобразованности являются одними из главных показателей нефтегазосности разрезов осадочных пород, так как именно они определяют как наличие скоплений УВ (при благоприятном сочетании других факторов), так и фазовое их состояние.

Авторами при построении генетической модели учитывались показатели, характеризующие три основные этапа формирования залежей УВ: а) концентрацию эмигрирующих соединений и элементов, образующих в процессе превращения ОВ (главным образом, тип ОВ и степень его катагенетической преобразованности) б) рассеивание УВ на путях миграции (диффузионная активность соединений и элементов, состав водной среды, сорбционные свойства пород, соотношение кинематического диаметра мигрирующих молекул и диаметра пор пород, строение порового пространства, определяющего проницаемость, время миграции, скорость и направление движения подземных вод); в) концентрацию УВ в ловушках различного рода (размеры нефтегазосборной площади, мощность гидродинамически связанной толщи пород, частота возникновения условий для выделения УВ в свободное состояние, амплитуда регионального подъема, амплитуда локальной ловушки и др.).

Построенная генетическая модель формирования скоплений УВ позволяет с помощью математических методов (графически или с применением метода распознавания образов) решать задачу оценки характера насыщения локальных ловушек (нефть, газ, вода) с довольно высокой точностью, что имеет как прикладное, так и теоретическое значение.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ТИП НЕФТИ КАК ОСНОВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТАВА УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛОИДОВ

Т.А.Ботнева, Н.С.Шулова (СССР)

В пределах целого ряда регионов нефти всего разреза без учета их стратиграфической принадлежности представляют смешанную с неизвестным типом распределения показателей, в то время как нефти отдельных стратиграфических комплексов, принадлежащие к одному генотипу, имеют нормальное или логнормальное распределение параметров и более высокие коэффициенты корреляции с геологическими показателями. Поэтому для правильного прогнозирования качественной характеристики углеводородных флюидов следует использовать уравнения регрессии, полученные при корреляционно-регрессионном анализе нефтей отдельных генотипов.

В основу выделения генотипов положен комплекс критериев, включающий структурные особенности алифатических и нафтено-ароматических углеводородов фракции кипения выше 200°C, индивидуальный состав полициклических аренов и изотопный состав углерода, водорода и серы нефтей. Особенности углеводородного и изотопного состава нефтей различных генотипов обусловлены фациально-генетическим типом органического вещества.

Расчеты, проведенные по уравнениям регрессии для генотипов нефтей Предкавказья, показали, что с ужесточением термобарических условий залегания степень катагенной преобразованности нефтей изменяется неодинаково. Так, нефти "юрского" генотипа могут быть встречены в жидкой фазе (сильно метанизированные нефти с большим содержанием легких фракций) до глубин порядка 5 км, а на глубинах около 6 км они переходят в газоконденсатное состояние. Нефти "верхнемелового" генотипа могут находиться даже на глубине 6 км в виде легких нефтей. В палеоценовых отложениях уже на глубине 3 км происходит образование жидких УВ, характерных для

газоконденсатов, а на глубинах порядка 6 км – газообразных углеводородов. Прогноз состава нефтей с учетом генотипа, сделанный по расчетным характеристикам, для кайнозойских отложений Западного Предкавказья, был подтвержден открытием нефтей и конденсатов близких по составу к расчетным. На основе генотипа нефти можно также прогнозировать для каждого стратиграфического комплекса особенности изменения нефтей при миграции, гипергенезе, катагенезе, и фазовое состояние флюидов при различных термобарических условиях.

### ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ УГЛЕНОСНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ НА ИНВЕРСИОННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ БАССЕЙНА

Г.С.Безанов (СССР)

В пределах детально разведанного месторождения намюрских углей (Юго-Западный Донбасс) исследованы гидродинамические и гидрохимические особенности флюидальной системы, распределение тяжелых углеводородов в угольных пластах и ряд других параметров.

Установлено наличие вод седиментогенного и инфильтрационного генезиса. Вдоль линии фронта встреч инфильтрационных и восходящих седиментогенных вод на основе данных поэтапной дегазации и изменений используемого геохимического коэффициента "сухости-жирности" рассмотрены формы выделения углеводородов из природной равновесной системы уголь-газ применительно к инверсионному этапу развития седиментационного бассейна.

В природных условиях при положительных движениях блоков фундамента естественная дегазация угольных пластов сопровождается выделением (десорбцией) сухого метанового газа, состав которого, как правило, отличается повышенным

содержанием инертных компонентов.

Удаление основной массы гомологов метана из высокометаморфизованных угольных пластов происходит при изменении гидрохимической обстановки в сторону опреснения пластовых вод.

Исследованные формы перехода метана и его гомологов из природной равновесной системы уголь-газ в водорастворенное состояние уточняют детали механизма эволюции природной системы уголь-газ и геохимическую роль высокометаморфизованных угленосных толщ, как источников углеводородов.

Результаты исследований положены в основу геолого-геохимической модели, объясняющей условия формирования ряда месторождений углеводородов в прибортовых зонах и на максимальных склонах впадин.

#### ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНАТОВ С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ФЛЮИДОВ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ

Б.И.Маевский, Ю.Ф.Ткаченко  
(СССР)

В природе наблюдается тесная парагенетическая связь углеводородов с различными неуглеводородными газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{Ar}$  и др.) и минеральными (карбонаты, сульфиды, сера и т.п.) образованиями. В процессе совместного их передвижения в земной коре остаются вещественные следы, изучение которых помогает реконструировать пути миграции углеводородсодержащих флюидов и получить информацию об условиях формирования их залежей. Особый интерес в этом отношении представляет изучение минеральных веществ, выполняющих трещиноватые зоны.

Карбонаты (чаще всего кальциты), содержащие углеводородные компоненты, имеют аномально желтые тона свечения в ультрафиолетовых лучах и более "легкий" изотопный состав углерода. Карбонатам, образовавшимся вне связи с углеводородными компонентами присущи светло-серые, зеленовато-серые тона свечения и относительно более "тяжелый" изотопный состав, что согласуется с экспериментальными исследованиями Э.М.Галимова, Г.П.Мамчура и др.

Указанные различия четко фиксируются по данным некоторых исследователей и в пределах водонефтяного контакта, что рекомендуется использовать в качестве поискового критерия на нефть и газ.

#### КОМПЛЕКСЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА

М.К.Калинко, С.П.Максимов  
(СССР)

Широкие геохимические исследования А.Д.Архангельского и П.Траска были начаты с целью получения критериев для выделения нефтегазоматеринских отложений. В последующей истории этих двух наук наблюдается взаимное благотворное влияние на их развитие: потребности нефтегазовой геологии вызвали расширение геохимических исследований, а проведение последних способствовало выявлению новых более достоверных критериев для оценки перспектив нефтегазоносности территорий и акваторий. Так, например, результаты геохимических исследований предотвратили намечавшееся на I этапе необоснованное прекращение работ в Западно-Сибирской низменности, способствовали открытию Северо-Африканской, Австралийской и других нефтегазоносных провинций. Рассматривается влияние геохимических исследований на направление

поисковых работ во многих провинциях.

В настоящее время разработаны и применяются различные комплексы геохимических исследований для разных стадий поисково-разведочных работ и для решения многих вопросов, связанных с выбором рациональных направлений работ. Эти комплексы включают исследования всех компонентов органического вещества горных пород и подземных вод, нефти и газов, причем в зависимости от поставленных задач исследования проводятся на разных уровнях до атомного включительно.

Показаны методы проведения исследований и обработки получаемой геохимической информации на каждой стадии поисково-разведочных работ, начиная с предварительной оценки перспектив нефтегазоносности и кончая дифференцированной прогнозной оценкой отдельных зон, нефтегазонакопления. Особое внимание уделяется комплексам исследований при поисках нефти и газа в акваториях. Для определения времени и интенсивности генерации углеводородов рассчитываются палеотемпературный режим по специальным формулам, разработанным во ВНИГНИ.

Значительный комплекс геохимической информации используется для прогноза фазового состояния и качества углеводородов в залежах в неразведанных участках территорий и акваторий. Все расчеты проводятся на ЭВМ по специальным программам.

В заключении намечены пути дальнейшего совершенствования геохимических исследований, направленного на повышение эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Макс Г.Питчер (США) <sup>✳</sup>

За последние 10-15 лет в развитии самих концепций в науках о Земле произошли значительные сдвиги. Благодаря этому с 1960 г. поддерживался почти постоянный уровень открытий месторождений в США, хотя количество поисковых скважин при этом сократилось. С применением новых поисковых методов стали возможны многие открытия, которые не были бы сделаны на техническом уровне 15-20-летней давности.

Наиболее значительными достижениями в развитии концепций за последние годы являются тектоника плит, фациальный анализ, органическая геохимия и сейсмогеологическое моделирование.

#### Тектоника плит

Мировые бассейны, в которых размещаются гигантские месторождения нефти и газа, можно разделить на четыре основные группы по тектонической приуроченности. Эти группы и количество гигантских скоплений в них в процентах к общим запасам таковы: в зонах субдукции - 7%, в бассейнах, связанных с рифтами - 8%, в зонах растяжения - 4%, в бассейнах, приуроченных к швам - 74%.

#### Фациальный анализ

Разведка формации смаквер продемонстрировала, какую пользу приносит фациальный анализ в бассейне седиментации. В этой области карбонатные породы, связанные с современными типами осадочных пород, контролируют распределение гигантских нефтяных и газовых месторождений. Увязывание благоприятных палеогеографических обстановок и современной структуры

---

<sup>✳</sup> Генеральный директор Северо-американской компании по поискам на нефть "Континентл Ойл".

может давать направление при поисках новых месторождений.

### Органическая геохимия

Органическая геохимия описывает химическую и термическую историю бассейнов. Это позволяет геологам устанавливать различия между бассейнами и выявлять условия, благоприятные для генерации огромного количества нефти и газа. Маранонский бассейн в Перу был исследован с этих позиций и полученные данные послужили основанием для капиталовложений в это заграничное предприятие.

### Сейсмогеологическое моделирование

Сейсмогеологическое моделирование дает возможность нефтяникам выявлять стратиграфические ловушки до бурения, более точно подходить к интерпретации сейсмических разрезов сложных структур, а в некоторых случаях картировать залежи нефти и газа, непосредственно интерпретируя сейсмические сигналы от углеводородной поверхности. Наземные стратиграфические ловушки закартированы, а успехи сейсмо-разведки на шельфе и возможности выявления залежей углеводородов прямым методом дали толчок приобретению разведочных участков в зоне шельфа.

## ВКЛАД ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗВИТИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

М.Бестужев, А.Комбаз  
(Франция)

Использование важнейших геохимических и геофизических данных уже оказало существенную помощь при разведке твердых, жидких и газообразных горючих ископаемых.

Экономическая необходимость повышения коэффициента извлечения этих различных горючих ископаемых, особенно с

помощью новых геотехнологических методов, требует углубленного изучения этих данных.

В настоящем сообщении сформулированы наиболее актуальные проблемы, которые предстоит исследовать ; в частности рассматривается:

- 1) взаимодействие газов и аэрозолей с органическим веществом пород ;
- 2) влияние свойств поверхности минералов на геохимические реакции ;
- 3) термическое поведение органических веществ в зависимости от давления и его распределения в породах ;
- 4) исследование веществ-моделей ;
- 5) специфичность геохимических реакций в геологических условиях и т.д.

Представлены также некоторые экспериментальные результаты, полученных при термической обработке горючих сланцев и других горючих ископаемых.

Отмечается, что для составления геотехнологических проектов часто не хватает основных данных ; подчеркивается важность проведения в настоящее время фундаментальных геофизических и геохимических исследований для того, чтобы сдвинуть методы добычи "*in situ*" (в ходе разработки месторождения) с по существу эмпирической стадии.

#### О ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ (НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ)

В.В.Глушко, А.Ф.Романюк,  
А.В.Хижняков, Е.Ф.Шевченко  
(СССР)

При изучении углеводородных флюидов нефтегазоносных регионов Украины установлено, что их генетический тип опре-

деляют три основных фактора: 1) эволюция органического мира в период формирования осадочного бассейна; 2) природа исходного органического вещества (ОВ); 3) степень катагенетического преобразования ОВ.

Нефти кайнозойской группы по сравнению с палеозойскими нефтями (с аналогичными условиями образования и одинаковой удаленностью от равновесного состояния в залежах) характеризуются повышенной смолистостью, содержат вдвое больше парафина. Им свойственна меньшая доля метановых углеводородов в групповом составе и большая — ароматических; в ряду изопреноидных соединений в них преобладают высшие гомологи, среди *n*-алканов максимум приурочен к высокомолекулярной части. Подобные закономерности установлены и в исходном органическом веществе, содержащемся в разновозрастных породах. Так, при сравнении хлороформенного экстракта керогена сапропелитов, находящихся на подстанции начального мезокатагенеза, от более древних (девон) к более молодым (палеоген) образованиям наблюдается понижение содержания углеводородов с 65 до 40%, увеличение их молекулярной массы с 260 до 360 усл. ед. и количества колец в средней молекуле с 1,5 до 2,8, уменьшение отношения кислых смол к асфальтенам с 2,2 до 1,4.

Влияние природы исходного органического вещества проявляется в соотношении газообразных и жидких углеводородов. Так например, среди углеводородных флюидов, связанных с палеозойскими отложениями Днепровско-Донецкой впадины, жидкие углеводороды, генерированные сапропелевым керогеном, составляют 70%, а сапропелево-гумусовым — 30%. Зависимость состава нефтей от типа керогена особенно четко проявляется в гомологическом ряду *n*-алканов. У нефтей сапропелевого типа максимум приурочен к гомологам  $C_{13} - C_{17}$ ; примесь гумусового материала дает второй максимум ( $C_{21} - C_{27}$ ) среди высших представителей. Другим характерным показателем является коэффициент жирности газовой части: для производных сапропелитов он выше 0,1.

В процессе нефтидогенеза  $OB$  изменяется соотношение газообразных и жидких углеводородов от  $1 \cdot 10^5 : 1$  в фазе раннего газообразования (ФРГ) до  $1:4$  и  $40:1$  соответственно в главной фазе нефтеобразования (ГФН) и газоконденсатной (ГКФ). Конденсаты, являющиеся продуктом органического вещества в ФРГ характеризуются высоким содержанием нефтяных углеводородов, в ГКФ — метановых.

На основании результатов геохимических исследований прослежено закономерное изменение физико-химических свойств углеводородных флюидов под влиянием рассмотренных факторов и составлена схема геохимической классификации.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ И СОСТАВА КЕМБРИЙСКИХ НЕФТЕЙ НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И БАЛТИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

А.И.Богомолов, Л.Ф.Степина,  
Н.Н.Гурко, М.Б.Темянюк,  
В.Ф.Васильева, Ю.С.Щелованов  
(СССР)

Нефти нижнего кембрия и венда Сибирской платформы характеризуются невысокой плотностью, низким содержанием парафина (до 3,2%) практически отсутствием асфальтенов и малой смолистостью. Тип нефтей метановый с относительно невысоким содержанием  $n$ -алканов (10–15%), в групповом составе которых преобладают гомологи  $C_{11}-C_{20}$ . В высокометаморфизованных нефтях конденсатного типа выход  $n$ -алканов достигает 30% и более. Содержание изопреноидов  $C_{11}-C_{24}$  колеблется от 2 до 4%, с постоянством отношения пристан-фитан и некоторым преобладанием последнего. Для низкокипящих углеводородов  $C_6-C_8$  характерно низкое содержание пентаметиленовых структур, при коэффициенте метаморфизма 0,8–0,9 по фракции  $C_6$

В составе нафталиновых углеводородов распределение изомеров  $C_{10} - C_{12}$  однотипно с аномалией в содержании 1-метил и 1,2-диметилнафтилинов.

Невысокое содержание парафинов и высокомолекулярных n-алканов в исследованных нефтях обусловлено спецификой автохтонного морского сапропелевого материала, претерпевшего интенсивные окислительные преобразования в диагенезе, при которых значительная часть прямоцепочечных насыщенных липидов была утрачена, а также высокой степенью катагенетических изменений РОВ и пород и самих нефтей в залежи. Особенности в распределении изопреноидных углеводородов объясняются тем, что в накоплении исходного органического вещества фитопланктон в значительной мере преобладал над зоо-формами.

Катагенетические преобразования ОБ среднекембрийских отложений Балтийской синеклизы были менее высокими, чем в докембрийских и нижнекембрийских отложениях Сибирской платформы. Кроме того в ряде случаев нефти Балтийской синеклизы подвергались криптогипергенным изменениям. Вследствие этого они по сравнению с нефтями Сибирской платформы обладают более высокой плотностью и смолистостью, значительным содержанием парафина и n-алканов, а также сравнительно высокой величиной отношения тяжелых n-алканов к легким. В этих нефтях более высокая величина отношения пристана к фитану и суммы пристана и фитана к сумме изопреноидов  $C_{11} - C_{18}$ , как продуктов их деструкции. Нефти палеозоя Балтийской синеклизы характеризуются сравнительно низким коэффициентом метаморфизма (0,7-0,8) определенным по легким углеводородам фракции  $C_6$ .

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ НЕФТЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

А.А.Али-Заде, Г.-М.А.Алиев,  
П.А.Шойхет (СССР)

В продуктивных отложениях мезокайнозоя Азербайджана выделяется семь основных генетических типов нефтей, свойства которых отражают как геохимические условия палеобассейна, так и сложное влияние факторов катагенеза и гипергенеза. I тип-нефти легкие, смолистые, метановые нефти карбонатных пород верхнемеловых отложений, обогащенные низкомолекулярными ароматическими УВ. II тип - средние, смолистые, метановые, большей частью малоциклические нефти верхнего мела и палеоген-миоцена. III тип - преимущественно легкие, смолистые, метановые, малоциклические, парафинистые нефти среднеплиоценовых отложений погруженных структур морских месторождений. IV тип - средние нефти, смолистые, с метановым основанием и средними значениями общей циклизации. Распространены в среднем плиоцене погруженных зон Нижнекуринской впадины. V тип - нефти средней плотности, смолистые и высокосмолистые, метанового основания, повышенной цикличности. Встречаются в приподнятых частях структур Нижнекуринской впадины и Апшеронского полуострова. VI тип - нефти высокой и средней плотности, метаново-нафтенного типа, с повышенной степенью циклизации, приуроченные, главным образом, к восточным и центральным частям Апшеронского полуострова и Кобьстана. VII тип - нефти тяжелые, смолистые и высокосмолистые нафтенного основания, с максимальной степенью циклизации высокомолекулярных структур и резко пониженным содержанием легкой ароматики. Характерны для среднего плиоцена Западного Апшерона.

Факторами, обусловившими образование и глубокую степень превращенности верхнемеловых нефтей I и II типов и среднеплиоценовых нефтей III-IV типов, послужили благоприятные геолого-геохимические условия формирования нефтепроизводящих отложений и доминирующее влияние процессов метаморфиз-

ма. Состав нефтей У-УП типов отражает изменение условий их генезиса и метаморфизма, ослабление восстановительной обстановки, увеличение доли аллохтонного гумусового материала в РОВ в связи с постепенным приближением к прибрежным частям бассейна, а также уменьшение глубины погружения залежей. Роль катагенных факторов постепенно снижается и сводится к минимуму в нефтях УП типа. В направлении регионального подъема пластов все большее значение приобретают факторы гипергенного окисления нефтей и физико-химического перераспределения флюидов, очевидно в процессе их миграции.

## К ГЕОХИМИИ НЕФТЕЙ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

Ф.Р.Бабаев (СССР)

Настоящая работа посвящена изучению состава, структуры, микроэлементов, металлы-порфириновых комплексов нефтей морских месторождений Азербайджана.

Для изученных нефтей установлены: главные компоненты нефтяной зола; концентрационные ряды микроэлементов; взаимосвязь между некоторыми обнаруженными элементами; постоянство отношений ванадия к никелю для нефтей нижнего отдела продуктивной толщи; наличие только никельпорфиринового комплекса.

С помощью инфракрасной спектроскопии получена информация о структуре и составе исследованных нефтей.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕЙ И ГАЗОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЕТЕ ИХ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ

Э.К. Азнабаев (СССР)

В настоящее время в Прикаспийской впадине прямые признаки нефти и газа установлены в отложениях от верхнего девона до палеогена включительно. С целью выяснения генетической природы полученных углеводородов, а также выделения возможно нефтегенерирующих пород, нами проведены геохимические исследования рассеянного органического вещества (РОВ) нефтей и газов. В результате установлено следующее:

1. Самостоятельные процессы нефтегазообразования возможны в верхнедевонских, ниже-, средне-, верхнекаменноугольных, сакмаро-артинских, среднетриасовых, среднеюрских, возможно верхнетриасовых, верхнеюрских, нижнемеловых и палеогеновых отложениях.

2. Формирование месторождений нефти и газа в верхнепермских, нижнетриасовых, нижнеюрских, верхнемеловых, и, по-видимому, кунгурских образованиях происходило в результате миграции углеводородов из подстилающих пород.

3. На основании данных о природе исходного органического вещества, термобарических условий его преобразования, истории геологического развития Прикаспийской впадины и формировании региональных зон нефтегазонакопления определены следующие типы залежей нефти и газа и особенности их УВ состава:

а) до глубины 500–600 м (в палеогеновых отложениях) установлен метановый газ ( $\text{CH}_4$  90%) биохимического происхождения. Об этом свидетельствуют данные изотопного анализа углерода ( $\delta\text{C}^{13} = -6 \div -7$ );

б) с глубины 200 м до 1000 м (юрские и меловые отложения) отмечены тяжелые нафтеновые нефти и сухой метановый газ, с низким выходом или отсутствием бензиновой фракции и n-алканов (0–10%). Они имеют относительно молодой "геохимический возраст", что подтверждается коэффициентами метаморфизма;

в) в интервале глубин 1000–3500 м (в породах нижнего триаса, верхней перми и кунгурского яруса, характеризующихся формированием залежей за счет аллохтонных углеводородов) обнаружены легкие метановые нефти и жирные газы с высоким выходом бензиновой фракции и значительным содержанием н-алканов (40%). Максимум приурочен к низкомолекулярным соединениям ( $C_{II}-C_{I4}$ );

г) в кунгурских сульфатно-терригенных отложениях, на глубине 2000–4000 м, установлены признаки конденсатных месторождений, образовавшихся, очевидно, в условиях аномально высоких пластовых давлений;

д) на глубинах 3500–8000 м отмечено проявление легких метановых нефтей с низкой цикличностью молекул и с сухим метановым газом.;

е) свыше 8000 м, по-видимому, происходит формирование преимущественно газовых месторождений.

#### ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТЕЙ И БИТУМОИДОВ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПАЛЕЗОЯ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

К.Б.Аширов, В.И.Данилов,  
В.Н.Исаев, В.А.Белерова  
(СССР)

В результате проведенных исследований были установлены характерные распределения и соотношения индивидуальных углеводородов нефтей палеозоя Среднего Поволжья, а также закономерности изменения физико-химических свойств и состава нефти в зависимости от геологических условий залегания и, главным образом, от характера ее газонасыщенности.

Кроме этого были выделены легкие фракции из битумов вмещающих пород терригенного девона и карбона палеозойских отложений, а также – доманиковых пород Куйбышевской области. Индивидуальный углеводородный состав выделенных фракций был исследован методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии.

Сравнение характерных распределений и соотношений индивидуальных углеводородов нефтей и битумоидов вмещающих пород позволило значительно расширить имеющиеся в настоящее время представления о генезисе нефтей Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и формировании их месторождений. Наряду с этим полученные результаты представляют определенный интерес и для нефтепоисковой практики.

#### ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И НЕФТЕЙ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА-ТУРНЕ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Л.А.Гуляева, В.А.Чахмахчев,  
В.И.Тихомиров, Э.В.Якубсон,  
И.Ф.Лосицкая, Е.Я.Поделько  
(СССР)

Исследованы минеральные и органические компоненты средне-франско-турнейской карбонатной формации, приуроченной к внутриформационным впадинам Камско-Кинельской системы с некомпенсированным осадконакоплением на платформе и в Предуральском прогибе, к бортовым частям которых приурочена значительная часть нефтяных залежей.

Установлено, что осевые части впадин являлись зонами отложения глинисто-кремнисто-карбонатных осадков с высоким содержанием ОБ сапропелевого типа, преобразование которого происходило в восстановительных и резко-восстановительных

обстановках. По своему геохимическому облику, богатству битумоидами (ХБА), а также обогащенности микроэлементами (МЭ) эти породы близки к отложениям доманикового и мендымского горизонтов и рассматриваются как нефтематеринские, поставляющие нефть в залежи, расположенные в бортовых частях впадин. Породы последних сложены, в основном, чистыми известняками, бедны ОВ, ХБА, а также МЭ, что не соответствует более высокому содержанию этих же МЭ в изученных нефтях, и характеризуются окислительными или слабо восстановительными обстановками диагенеза.

В карбонатных породах установлена подвижность битумоидов по микро- и макротрещинам, наблюдаемая в шлифах под электронным микроскопом и в УФ-излучении. Окремнение пород не препятствует образованию их трещиноватости.

Подсчеты запасов УВ в породах осевых зон верхне-франско-фаменско-турнейских отложений показали, что даже небольшая доля этих УВ могла бы обеспечить потенциальные ресурсы как самой карбонатной толщи девона-турне, так и вышележащих толщ, залежи которых имеют, предположительно, вторичный характер.

Внутриформационные впадины с некомпенсированным осадконакоплением, регионально распространенные в карбонатных толщах, удаленных от источников сноса и погруженных на достаточные глубины, являются зонами, перспективными для поисков нефти.

Сопоставление нефтей по ряду УВ показателей, связанных с генетической природой нефти (пристан-фитан;  $n$ -алканы  $C_6 - C_8$ /изоалканы  $C_6 - C_8$ ) и со степенью термакагалигической превращенности нефтей (изопреноидов  $C_{14} - C_{20}$  на сумму  $n$ -алканов  $C_{13} - C_{30}$ ; гексацикланы  $C_6 - C_8$ /пентацикланы  $C_6 - C_8$ ) позволило четко дифференцировать нефти на три геохимических типа. Первый тип нефтей приурочен только к нижнепермским отложениям Предуральяского прогиба, второй — распространен в карбонатном девоне и в залежах карбона, как на платформе, так и в Предуральском прогибе, и третий тип

нефтей связан с терригенным девонем платформы. Сопоставление нефтей по МЭ показателям (сумма концентраций  $V$  и  $Ni$  отношение  $Fe / V$ ) подтверждает выявленную дифференциацию нефтей на типы.

## ГЕОХИМИЯ НЕФТЕЙ И ГАЗОВ ВЕНДСКО-КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ИРКУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

В.П.Исаев, И.И.Рукавишников  
(СССР)

На основе детального геохимического изучения жидких и газообразных углеводородов отдельных месторождений и нефтегазопроявлений получены следующие результаты.

1. Нефти вендско-кембрийских отложений являются легкими, малосмолистыми, малопарафинистыми, относятся к классу метановых и по содержанию серы делятся на две категории – бессернистые и сернистые. По целому ряду геохимических свойств нефти являются уникальными. Выделяются четыре геохимических типа. Тип 1 – газоконденсаты уд. веса 0,685 – 0,785 с содержанием серы 0,008–0,26%. Тип 2 – бессернистые нефти зоны катагенеза (терригенный комплекс), уд.веса 0,792–0,841, серы 0,04–0,13%. Тип 3 – сернистые нефти подзоны криптогипергенеза (карбонатный комплекс) уд. вес 0,792–0,852, серы 0,02–1,1%. Тип 4 – нафгеново-метановые нефти подзоны идиогипергенеза (верхи карбонатного комплекса) уд.вес 0.797–0,911, серы 0,18–0,94%.

2. Природные газы по составу углеводородные, существенно метановые. В терригенных отложениях они обогащены эпигенетичным гелием за счет пород кристаллического фундамента. В отдельных частях бассейна заметную роль в составе газов играет азот (до 10%) биохимического и глубинного происхождения. Для газов верхнего литологического комплекса, также

углеводородных по составу, характерным компонентом является сероводород. В целом, состав природных газов изменяется в соответствии с изменением физико-химических свойств жидких углеводородов.

3. По всему разрезу венда и нижнего кембрия нефти и газы обнаруживают генетическое сходство, что выражается в идентичности химической структуры, состава и характера распределения практически всех их параметров. В галогенно-карбонатном разрезе кембрия вследствие вторичного осернения нефтей при взаимодействии углеводородов с сульфатами образуются сероводород, меркаптаны и сульфиды в нефтях.

4. Характер размещения нефтей и газов в разрезе венда и кембрия, их геохимические особенности в совокупности с данными изотопного состава углеводородов в Иркутском НГБ является терригенный комплекс осадков, а залежи в вышележащих отложениях сформированы, в основном, путем вертикальной миграции.

#### ГЕОХИМИЯ НЕФТЕЙ БОМБЕЙСКОГО СВОДА

Р.К.Кумар, Др.С.Н.Бхаттачария  
(Индия) \*

Открытие нефти в Бомбейском своде на территории шельфа создало новые перспективы для поисков нефти и вызвало интерес геохимиков к вопросам происхождения, миграции и аккумуляции этих молодых, светлых, парафинистых бессернистых нефтей, заключенных в карбонатных коллекторах на небольшой глубине.

В работе дана геохимическая характеристика этих нефтей

---

\* Комиссия по нефти и природному газу, Институт разведки нефти, Индия.

с помощью корреляции свойств дистиллятов, группового анализа остатка, хроматографического анализа распределения *n*-алканов и инфракрасной спектроскопии.

В результате этих исследований получены дополнительные данные о нефтематеринском веществе, условиях его отложения и изменениях, которые претерпели эти нефти во время миграции и аккумуляции. Нефти Бомбейского свода, видимо, генетически связаны с нефтями Камбейского бассейна и принадлежат к одному и тому же эволюционному ряду.

## РОЛЬ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ НЕФТЕЙ

А.Мажец, В.Киселов (Польша)

Исследовано 150 проб нефтей из шести разных геологических районов Польши. После удаления фракций с температурой кипения до 200°C из остатка сепарацией были выделены углеводороды. При помощи жидкостной хроматографии углеводороды разделили на насыщенные и ароматические фракции. Обе фракции анализировали методом *n*-α-М. Установлено, что:

- содержание атомов углерода, образующих циклические структуры ( $C_{\text{кол}}, \%$ ) в ароматической фракции, выше чем в насыщенной; такая закономерность отмечена для каждой из исследованных нефтей;
- средний молекулярный вес (*M*) насыщенной фракции выше, чем *M* ароматической фракции, у 90% исследованных нефтей.

Это показывает, что гидрогенизация аренов, сопровождающаяся частичной дециклизацией, играет важную роль в образовании насыщенных углеводородов.

---

\* Отделение химии нефти и угля Польской академии наук, 44-100 Гливице, 1-го Мая, 62. Польша.

А.Г.Габриэлян (СССР)

1. Изучена геохимическая характеристика нефтей Нижнего Поволжья (девон, карбон) и Восточного Предкавказья (юра, мел, палеоген, неоген). Диапазон вмещающих нефти пород по возрасту около 400 миллионов лет, а по мощности – свыше 10 тысяч метров. Нефть в обоих регионах залегает на глубинах до 5500 м.

2. В каждом регионе установлено существование двух геохимических зон: гипергенной (до глубины 2000 м) и катагенной (от 2000 до 5500м). В обеих зонах характеристика нефтей не зависит от возраста вмещающих пород.

3. В гиперных зонах свойства нефтей (плотность, содержание серы, смол, легких фракций и т.д.), их углеводородный состав, закономерно изменяются с ростом глубины залегания до границы с катагенными зонами. Ниже – в катагенных зонах (мощность около 3500 м) состав нефтей сходный и не зависит от геологического возраста (от девона до плиоцена) и пластовой температуры (диапазон около 100°C).

4. Гидрогеологическая характеристика разреза в Нижнем Поволжье подтверждает существование геохимических зон. Наиболее существенные изменения физико-химических свойств пластовых вод происходят в гипергенной зоне. Ниже – отмечаются незначительные изменения свойств вод, зависящие только от факторов геологического времени.

5. Эволюция (преобразование) нефтей предполагает их спонтанную дециклизацию во времени. Этой идеи придерживаются крупнейшие исследователи (А.Ф.Добрянский, Н.Б.Вассоевич, А.И.Богомолов, Б.Тиссо, У.Пеле, М.А.Бестужев, У.Коломбо и др.). Предполагается, что процесс дециклизации нефтей является необратимым и продолжается в течение длительного геологического времени.

Следовательно, в углеводородном составе древних неф-

тей должны преобладать метановые (алканы), а молодых нефтей – нефтеновые (цикланы) углеводороды.

6. На примере Нижнего Поволжья и Восточного Предкавказья, расположенных на стыке двух платформ – докембрийской и эпигерцинской – доказывается отсутствие процесса метаморфизации нефтей. Об этом свидетельствуют данные об их физико-химических свойствах, углеводородном и изотопном составе, величинах свободной энергии, материалы хроматографического и спектрального исследования.

7. Делается вывод, что преобразование нефтей в природе не зависит от геологического возраста и термодинамической обстановки. Закономерные изменения свойств нефтей в гипергенных зонах связаны с гипергенетическими факторами и, вероятно, больше всего с биохимическими процессами, которые на разных глубинах, зависящих от конкретной геологической обстановки, полностью затухают.

Предположение о "молодости" нефтей и недостаточном времени для их преобразования оказалось несостоятельным.

8. В рассматриваемых регионах на глубинах до 5500 м, где господствуют температуры порядка 150–160°C в Восточном Предкавказье, и 105–110°C в Нижнем Поволжье нефти сильно недонасыщены газом. Это дает основание для вывода о более глубоком распространении нефтей, что необходимо учитывать при прогнозировании поисков месторождений.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА НЕФТЕЙ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАСЕЙНАХ ЗЕМНОГО ШАРА

В.И.Высоцкий, А.Н.Гусева,  
Л.А.Файнгерш (СССР)

В основу районирования нефтегазоносных территорий положен принцип соответствия геохимического облика нефтей современным условиям их залегания. Выделены две группы бассейнов – гомогенные и гетерогенные.

Для гомогенных бассейнов характерен однонаправленный процесс изменения состава нефтей, обусловленный снижением вниз по разрезу активности воздействия факторов гипергенной зоны и усилением с ростом температур влияния агентов зоны катагенеза. Состав нефтей этих бассейнов обнаруживает достаточно четкую связь с глубинами залегания – наблюдается плавный переход от более тяжелых к легким разностям, сопровождающийся соответствующим изменением остальных параметров. Нефти различных стратиграфических уровней представляют собой модификацию одного типа нефти и отличаются лишь абсолютным содержанием отдельных соединений, сохраняя близкие отношения между ними. К этой группе относятся относительно просто построенные бассейны, унаследованно развивавшиеся в течение длительных отрезков геологического времени.

Отличительной чертой гетерогенных бассейнов является нарушение описанной выше направленности процессов изменения нефтей, связанное с присутствием в разрезе фильтрованных дериватов и гипергенатов в термодинамических условиях современной зоны катагенеза. Развитие нефтей фильтрованного облика приводит к закономерному снижению плотности нефти и соответствующему изменению других параметров с уменьшением глубины залегания. Наряду с типично фильтрованными нефтями, характеризующимися низкой плотностью, могут быть встречены фильтраты утяжеленного типа, которые классифицируются как гибридные, т.е. фильтраты, подвергшиеся в вос-

ледствии влиянию факторов гипергенной зоны. Гипергенные дериваты, располагающиеся в современной катагенной зоне, также искажают естественный ход изменения состава нефтей с увеличением глубин залегания. Появление типично гипергенно измененных нефтей в условиях современной зоны катагенеза связано с существованием в разрезе палеогипергенной зоны. Подобным распределением состава нефтей по разрезу могут быть охарактеризованы бассейны, в пределах которых широко развиты перерывы в осадконакоплении, дизъюнктивные нарушения, а также мощные сравнительно однородно построенные карбонатные резервуары.

#### ЗАКОНОМЕРНОСТИ В СОСТАВЕ И СВОЙСТВАХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ И ГЕТЕРООРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ КАТАГЕННО- И ГИПЕРГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ НЕФТЕЙ ТАТАРИИ

Г.П.Курбский, Г.П.Каюкова,  
Г.М.Усачева, А.И.Богданчиков,  
В.А.Грязнов, Л.М.Петрова,  
В.И.Козыро (СССР)

На примере исследования 50 нефтей Татарии рассмотрен ряд зависимостей между двумя группами показателей, отражающих степень превращенности нефти по линии катагенеза. В первую группу входили показатели, характеризующие состав или свойства наиболее устойчивых и гипергенным процессам компонентов нефти-парафино-циклопарафиновых (ПЦП) углеводородов (УВ): суммарный показатель индивидуального УВ состава бензиновых фракций, цикличность средней молекулы ПЦП УВ средних фракций и остатка выше 350<sup>0</sup>С, количественное распределение индивидуальных парафиновых УВ нормального и изопреноидного строения в средних фракциях, "коэффициент нечетности" n-парафиновых УВ, степень разветвленности ПЦП УВ

по данным ИКС и др. Во вторую группу входили показатели, характеризующие состав и свойства нефти и ее гетеросоединений, на значения которых гипергенные процессы должны влиять весьма заметно: суммарный показатель физико-химических свойств нефти, термическая стабильность ее сернистых соединений, относительная концентрация свободных радикалов в асфальтенах по данным ЭПР, степень конденсированности асфальтенов по данным ИКС, суммарный показатель характеризующий взаимодействие с эталонными веществами асфальтенов, исследованных методом обращенной газовой хроматографии и др.

Показано, что нефти Татарии разделяются на две группы. Группу нефтей среднего девона, для которых имеют место корреляционные зависимости между указанными показателями, составляют неизменные вторичными процессами "нормальные" нефти; не подчиняющиеся данным зависимостям нефти карбона и отдельные нефти верхнего девона, принадлежат к типу гипергенно-измененных.

Таким образом, впервые показано, что катагенно-измененные нефти характеризуются наличием ряда корреляционных зависимостей, связывающих УВ легких, средних и тяжелых фракций как между собой, так и с гетеросоединениями нефти, в том же время как для гипергенно-измененных нефтей таковые в большинстве случаев отсутствуют.

## ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПОВ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ В МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА

А.М.Акрамходжаев, Д.Сираждинов,  
А.Азимов, М.А.Нармухамедов (СССР)

В многопластовых месторождениях Западного Узбекистана распространены сухие, полусухие, низкосернистые, бессернистые, низкоазотные газы. При этом полусухие, низкосернистые газы сконцентрированы в юрских, а сухие, бессернистые — в меловых отложениях. наблюдаемые различия в газах меловых и юрских отложений связаны с типом исходного органического вещества, генерировавших их и, возможно, их миграцией. Отсутствие же сероводорода в газах меловых отложений объясняется фиксацией его окислами железа — с одной стороны, и окислением до элементарной серы — с другой стороны. Последняя, внедряясь в нефть, привела к образованию сложных сероорганических соединений.

Установлено, наличие сухих, высокосернистых (содержание сероводорода до 6,5%) газов на месторождениях Денгизкульского вала. Усиление "сухости" газов, с одновременным ростом содержания сероводорода в них, связано с окислением углеводородов, особенно гомологов метана, сульфат-ионами вод и образованием сероводорода. Последний сохранился в газах месторождений Денгизкульского вала из-за изолированности залежей мощной соляно-сульфатной толщей.

На месторождениях юго-западных отрогов Гиссара по региональному восстанию пластов происходит смена полусухих газов на жирные. Это связано с усилением растворимости жидкой фазы в газоконденсатной смеси по региональному восстанию пластов.

Газы нижнесреднеюрских отложений Чарджоуской ступени во всех участках оказались жирными. Это связано с ослаблением процесса образования сероводорода во всех участках и сохранением гомологов метана.

В целом на формирование различных типов природных газов мезозойских отложений Западного Узбекистана в основном повлияли: различия исходного органического вещества, миграционные процессы, пластовые термодинамические условия и взаимодействие сульфат-ионов вод с углеводородами, особенно гомологами метана.

#### ВОЗМОЖНОСТИ СТРУКТУРНО-ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОПЛАСТОВЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

О.В.Барташевич, В.И.Ермакова,  
В.С.Меламедова, Т.Д.Островская  
(СССР)

Для изучения характера изменений углеводородного состава конденсатов в процессе формирования многопластовых месторождений предлагается использовать инфракрасную спектроскопию, ядерный магнитный резонанс высокого разрешения и газо-жидкостную хроматографию.

Обширный фактический материал исследований во многих нефтегазоносных провинциях СССР свидетельствует, что в процессе формирования многопластовых месторождений имеет место определенная тенденция в изменении углеводородного состава конденсатов снизу вверх по разрезу, обусловленная как первичными (состав залежи - источника вторичной миграции), так и вторичными факторами (термодинамическая обстановка, литология вмещающих и перекрывающих пород, углеводородный и неуглеводородный состав газовой фазы).

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Уренгой, Самотлор, Юрхаровское, Заполярное, Средне-Ямальское и т.д.) вверх по разрезу закономерно сокращается ряд n-алканов, уменьшается количество ароматических углеводородов

до их полного исчезновения, преобладают нефтеновые углеводороды в основном циклогексановой структуры – циклогексан, его замещенные и изо-нафтенны.

Аналогичные изменения в составе конденсатов обнаружены в Днепровско-Донецкой провинции, однако, здесь более стабильно присутствие аренов, которые вверх по разрезу структурно изменяются.

В Амударьинской нефтегазоносной провинции (Гугуртли, Саман-Тепе, Шатлык, Карабиль) залежи расположены в сложном литолого-фациальном разрезе, обусловившем скачкообразные изменения состава конденсатов. Конденсаты ниже-среднеюрских залежей имеют метаново-нафтенно-ароматический состав; в залежах карбонатно-сульфатных коллекторов келловей-оксфорда аномально высокие содержания аренов, представленных ди- и тризамещенными бензола, присутствуют сульфоксидные группы, резко снижается количество циклоалканов. Выше по разрезу (кимеридж-титон – апт) уменьшается содержание аренов и упрощается их структура, повышается роль циклоалканов и закономерно сокращается ряд n-алканов, преобладающих в составе.

Располагая данными структурно-хроматографического анализа и установив на их основании геохимические закономерности формирования многопластовых месторождений, представляется возможным прогнозировать перспективы разбуриваемых площадей и наиболее вероятный состав конденсата.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

И.С.Старобинец, В.А.Чахмахчев  
(СССР)

При выделении генетических типов газоконденсатных (ГК) залежей использовались признаки, учитывающие геологические условия генезиса жидких и газообразных компонентов, их соотношение и состав, а также степень преобразованности и типы исходного органического вещества (ОВ).

1. По образованию жидкой фазы в системах ГК залежи разделены на первичные (исходные) и вторичные (новообразованные).

П е р в и ч н ы е системы формируются на значительных глубинах за счет катагенеза органического вещества. В этих условиях соотношение газообразных (в основном метана) и жидких углеводородов (УВ) складывается в пользу количественного преобладания первых. При жестких термобарических условиях это приводит к быстрому достижению критических давлений и полному переходу жидких УВ в газовую фазу. Залежи этого типа чаще всего недонасыщены жидкофазной УВ частью (плиоцен Зап.Туркмении, н.мел Зап.Предкавказья и т.д.).

В т о р и ч н ы е системы формируются за счет фазовой дифференциации газонефтяных (ГН) систем при их миграции в зоне позднего мезокатагенеза. Образующиеся при этом газонефтяные залежи в ходе их последующего погружения преобразуются в газоконденсатно-нефтяные, благодаря возрастанию давления и температур и частичному переходу легких УВ нефтяных оторочек в газовую фазу (н.мел, юра Восточного Предкавказья, девон и карбон Саратовского Поволжья и т.д.). ГК залежи этого типа содержат газы со сравнительно высокими концентрациями метана и жидких УВ.

2. Разные типы ГК скоплений отличаются и по УВ составу фаз. Вторичные ГК залежи, например, отличаются существенным

единообразием конденсатов, свойства которых целиком предопределяются УВ составом нефтей подстилающих оторочек. Конденсаты таких залежей обычно метанового и, реже, нафтенно-метанового оснований.

Первичные ГК скопления, как показали экспериментальные работы и региональные геохимические исследования, характеризуются значительным разнообразием газов и особенно конденсатов по их УВ составу. Показано, что существование метановых, метаново-нафтенных, нафтенно-ароматических и ароматических конденсатов в недрах тесно связано с термобарическими условиями миграции ГК систем данного типа. Установлена возможность залегания ГК первичного типа в зонах раннего протокатагенеза пород, объясняемая как результат широких проявлений процессов миграции. В частности, определен геохимический тип миграционных ГК систем (дифференциатов), образующихся при вертикальных перетоках и отличающихся низкой концентрацией жидкой фазы, обогащенной изоалканами и цикланами вследствие потерь аренов и n-алканов.

3. Разработаны геохимические критерии по ряду УВ соотношений и физико-химических параметров, позволяющие судить о направлении, механизме и условиях образования ГК скоплений, а также прогнозировать физико-генетические типы их залежей и УВ состав флюидов.

## ОБ ОСНОВНЫХ ЭТАПАХ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Б.П.Лижченко (СССР)

1. В зоне диагенеза (биохимическая зона) генерируется огромное количество газов, среди которых основными являются углекислый газ, метан и сероводород. Газы, генерируемые в диагенезе, находятся не только в растворенном состоянии.

но и в свободном, заполняя около половины порового пространства осадка, составляющего примерно 50% объема осадка.

2. О масштабе генерации сероводорода, которая возможна только в результате жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих микроорганизмов, можно судить по количеству сульфатов остающихся в иловой воде осадков, которые нередко уменьшаются в несколько раз, по сравнению с содержанием их в воде бассейна, и даже иногда полностью исчезают.

3. Генерация углекислого газа, метана и других углеводородных соединений возможна только в результате жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, а не деструкции захороненного органического вещества, количество которого нередко очень мало, иногда менее 1%.

4. Каждый слой в зоне диагенеза, даже нередко в литологически однотипной толще, характеризуется определенным соотношением сульфатов, хлоридов и карбонатов в поровой воде, определенным соотношением различных газов, различной степени преобразования остаточного органического вещества и различным комплексом скелетов организмов и сингенетичных минералов. В зоне катагенеза сохраняются характерные особенности осадков, заложенные в син и диагенезе.

5. В зоне катагенеза, в результате деструкции захороненных осадков органического вещества под влиянием все возрастающих давлений и температур, не могут генерироваться углеводородные соединения в количествах, соизмеримых с генерацией их в зоне диагенеза. В больших количествах они могут генерироваться только в "глубинной" зоне, где температура превышает 300°C.

6. Учитывая, что метан, тяжелые углеводородные газы и нефтяные углеводороды интенсивно генерируются в зоне диагенеза в различных условиях, возможно выделение преимущественно "газопроизводящих", "конденсатопродуцирующих" и "нефтепродуцирующих" отложений.

7. Условия, благоприятные для всех перечисленных типов отложений, могут даже в различных участках одного бассейна

седиментации создаваться в различной последовательности. Следовательно, нефтяные, газоконденсатные и газовые месторождения могут быть обнаружены на любой глубине и в различной последовательности.

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГАЗОВ СТРАТИСФЕРЫ

И.С.Гулиев, Ф.Г.Дадашев,  
А.М.Дадашев, А.А.Фейзуллаев  
(СССР)

Рассматриваются результаты исследования естественных газопроявлений западного борта Южнокаспийской впадины и обрамляющих горных систем. Установлено, что потери газа грязевыми вулканами, минеральными источниками, сухими струями газа и микропроявлениями с площади 86,5 тыс.км<sup>2</sup> составляют  $\Pi \times 10^8$  м<sup>3</sup> в год. Химический состав выделяющихся газов характеризуется абсолютным преобладанием метана, углекислого газа и азота, которые выносятся в атмосферу в соотношении 0,8:0,18:0,02. Этот вывод, в целом, подтверждается рассмотрением фактического материала по другим регионам.

Изложенные особенности состава природных газов и масштабы их выделения в атмосферу обусловлены необратимой эволюцией химического состава стратисферы под воздействием биосферы. На основании сравнения коэффициентов накопления (отношение кларка элемента в данном типе горной породы к кларку в хондритах) и круговоротов легколетучих элементов, термодинамических параметров и физико-химических свойств газов, обосновывается накопление основных компонентов — метана, углекислого газа и азота, которые находятся в своеобразном "подвешенном" состоянии в биосфере и стратисфере.

Предполагается, что химический состав газов стратиферы во времени претерпевает следующие изменения: углекисло-метановый → метановый → азотно-метановый → метаново-азотный → азотный.

На основании изложенных теоретических представлений рассмотрена эволюция химического состава природных газов на территории Азербайджана в мезокайнозойскую эру.

## РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИМОРЬЯ

А.И.Обжиров (СССР)

Рассматриваются угольные месторождения, формирование которых происходило в различных структурно-фациальных зонах южного Приморья.

В центральных, более устойчивых частях области палеозойской складчатости Приморья (Ханкайский массив) накапливались маломощные угленосные отложения платформенного типа (Павловское, Реттиховское и другие бурогольные месторождения). В более подвижных участках палеозойского фундамента (в краевых частях) формировались субплатформенные мезозойские структуры. С этими же районами связаны зоны активизации Приморья в палеогене, в которых в кайнозойе развивались угленосные впадины субплатформенного типа (Угловский бурогольный бассейн). В наиболее активных зонах палеозойской складчатости, граничащих с областью мезозойской складчатости, условия накопления угленосных осадков в мезозое были близки к геосинклинальным, с присущим им режимом инверсии, складкообразованием, формированием разломов и внедрением интрузий (Партизанский каменноугольный бассейн).

Состав природных газов на месторождениях разных структурно-фациальных подразделений различен. На месторождениях платформенного генезиса распространены преимущественно углекислые газы, субплатформенного – метановые, близкие к геосинклинальному – смешанные (метан, азот, углекислый газ, водород). Различие в составе природных газов связано с тем, что угленосные отложения на месторождениях, кроме генерации собственных газов за счет преобразования органического вещества, являются коллекторами для газов, поступающих из пород фундамента.

В платформенных условиях из пород фундамента угленосных впадин поступает преимущественно углекислый газ (из карбонатных пород и по глубинным разломам); в субплатформенных – метан (из континентальных и морских отложений по нарушениям); в условиях, приближенных к геосинклинальным – метан, азот, углекислый газ, водород (из континентальных, морских отложений и секущих интрузий основного и кислого состава, интенсивно нарушенных).

#### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОПУТНЫХ КОМПОНЕНТОВ МЕТАНОВОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ УКРАИНЫ

А.Н.Истомин, В.Д.Коровушкин,  
Ю.Г.Лапчинский, П.М.Щербаков  
(СССР)

Проведен комплекс геолого-геохимических исследований с целью выявления основных закономерностей распределения этана, пропана, бутана в природном метановом газе месторождений УССР.

В пределах Восточно-Украинской нефтегазоносной территории, включающей Днепровско-Донецкую впадину и украинскую

часть Донбасса, отмечается увеличение количества (в г/нм<sup>3</sup>) указанных компонентов от более молодых к более древним стратиграфическим комплексам пород. В разрезах ряда месторождений возрастает содержание этих компонентов и с глубиной.

В одном и том же комплексе содержание этана, пропана, бутана в целом растет с увеличением и сокращается с уменьшением соотношения нефть-газ.

Общим для всех комплексов пород является закономерное уменьшение содержания (в г/нм<sup>3</sup>) от C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> к C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>. При этом количества C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, как правило, близки.

Из вышеизложенного следует, что максимальные прогнозные запасы этана, пропана, бутана, по-видимому, будут связаны с нижнекаменноугольным комплексом пород, далее следуют девонский, нижнепермско-верхнекаменноугольный и среднекаменноугольный. Небольшие запасы содержатся в мезозойских отложениях.

Исследования, выполненные по Западно- и Южно-Украинской нефтегазоносным территориям, позволяют предположить, что максимальные прогнозные запасы этана, пропана, бутана будут связаны с акваториями Черного и Азовского морей, значительно меньше - с Внутренней и Внешней зонами Предкарпатского и Индоло-Кубанским прогибам.

## ГЕОХИМИЯ СЕРОВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В.Е.Нарижная, И.П.Соколов,  
Б.Х.Гринман, Л.Х.Уродовских  
(СССР)

Условия накопления в составе природных газов сероводорода и, обычно сопутствующего ему, углекислого газа чрезвычайно разнообразны. Выделяются два основных комплекса геоло-

го-геохимических факторов, связанных с процессом окисления углеводородов (сульфатредукцией), являющимся основной причиной появления этих компонентов в газах на разведанных в пределах Средней Азии глубинах. Это подтверждается соответствием ожидаемой закономерной взаимосвязью исходных веществ и продуктов, образующихся при данном процессе. Два комплекса факторов различаются глубиной залегания, литологическими и гидрогеологическими условиями, предполагаемым временем и механизмом протекания процесса, степенью его завершенности, соотношением исходных веществ и образующихся продуктов, характеристикой сохранившихся от окисления углеводородов, оценкой содержания кислых компонентов (особенно сероводорода) как показателя газонефтеносности и сохранности углеводородных скоплений.

Особенное промышленное значение как серасодержащее сырье имеют сероводородсодержащие газы, расположенные на платформенной территории, приуроченные к повышенным глубинам (2,5-3 км) и карбонатным коллекторам; такие залежи характеризуются своеобразием геолого-геохимических условий, особенно высокой сохранностью сероводорода и уцелевших от окисления углеводородов, показателями уничтожения (при древнем окислении) не только жидких, но и наиболее тяжелых газообразных углеводородов, падением концентрации всех инертных компонентов.

Образовавшийся (при древнем окислении углеводородов) сероводород (первичный) в последующий период существования в углеводородной системе может быть не только свободным, но и в виде органических соединений серы, химически более стойких, но термодинамически неустойчивых, вновь разлагающихся с образованием сероводорода при более высоких температурах.

При повышенных температурах (на глубинах свыше 3-3,5 км) накопление кислых компонентов в газах может быть обусловлено не только указанным, но и другими химическими и физико-химическими процессами, а, возможно, и поступлением (по

глубинным разломам) из магматических пород.

В отличие от миграционноспособных углеводородов (особенно от метана до изо-бутана включительно), прямых проявлений миграции кислых компонентов, особенно сероводорода, обычно не отмечается; лабораторное моделирование процесса показало значительное взаимодействие сероводорода с мате-риалом коллектора, особенно терригенного.

Выявленные геохимические закономерности могут содействовать выделению зон распространения сероводородсодержащих и чистых газов, а в ряде случаев — оценке фазового и компонентного составов углеводородных залежей.

#### О РТУТОНОСНОСТИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Н.А.Озерова, Ю.И.Пиковский,  
М.А.Груздева, М.В.Багдасарова  
(СССР)

Существующие данные о распределении ртути в газах из газовых и газонефтяных месторождений позволяют полагать, что ртутьносность газов обусловлена приуроченностью месторождений к глубинным структурам Земли. Это относится к провинциям ртутного металлогенического профиля и к молодым, тектонически активным зонам.

Весьма показателен разлом Сан-Андреас в Калифорнии, к которому приурочен ртутный пояс Калифорнии и нефтяное поле Цимрик. Это весьма глубинная структура, которая является продолжением на континенте системы разломов Восточно-Тихоокеанского срединно-океанского хребта. Ртуть фиксируется по всей этой планетарной зоне: в современных океанических осадках, в виде ртутных месторождений и повышенных концентраций в нефтяном поле Цимрик.

Столь же показательным примером является газовая провинция Центральной Европы, приуроченная к системе нарушений, разделяющей докембрийский и палеозойский фундаменты платформы. Здесь расположены ртутносные месторождения Голландии, ФРГ и ГДР. На территории СССР — это газовые месторождения Днепровско-Донецкой впадины (Опошня и др.), газопроявления Донецкого антиклинала и месторождения Ставропольского поднятия; далее к востоку отмечены повышенные содержания ртути на месторождении Учкыр, приуроченном к Бухарской флексуно-разрывной зоне; последняя рассматривается как составная часть Сарматско-Туранского линейamenta.

Повышенное содержание ртути в газах вулканотектонической структуры Узон, где в настоящее время происходит отложение ртутных минералов в парагенезисе с нефтью, также обусловлено положением этой структуры в пределах подвижной Курило-Камчатской линейной зоны.

Очевидно, такого типа планетарные структуры ответственны за дегазацию ртути из глубин Земли. Активизация отдельных звеньев таких структур в разное время, в том числе и новейшее, приводит к повышенной норме дегазации ртути. Роль газовых залежей, по-видимому, в сохранении этой ртути. В отдельные геологические периоды дегазация ртути приводила к образованию ртутных месторождений.

ГЕОХИМИЯ РАССЕЯННОГО И КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
СОВРЕМЕННЫХ И ИСКОПАЕМЫХ ОСАДКОВ

- Физические и химические свойства возможных предшественников керогена, выделяемых из чистых культур водорослей и бактерий. Р.П.Филд, С.Браун, Э.Янг, М.Кэлвин (США)..... 4
- Органическое вещество в современных озерных осадках. I. Жирные кислоты. Р.Ишиватари, К.Огура, С.Хори (Япония)..... 5
- Органические вещества в современных озерных осадках. II. Стероиды. К.Огура, Р.Ишиватари, С.Хори (Япония)..... 6
- Дегградация стероидов в геологической обстановке. М.Дастилунг, П.Альбрехт (Франция)..... 7
- Органическое вещество на границе раздела морской воды и осадка: анализ насыщенных, ненасыщенных и ароматических углеводородов, жирных кислот и стероидов в осадках и в морской воде. М.Дастилунг, А.Салию, М.Ж.Тиссье (Франция)..... 7
- Полициклические ароматические углеводороды в современных озерных осадках (низковольтная масс-спектрометрия). В.Гайгер, К.Шаффер (Швейцария)..... 8
- Диалогез сложных липидов. Й.Й.Бон, Й.В. де Леуз, П.А.Схенк (Нидерланды)..... 9

Состав болотных газов в центральных и восточных районах США. Ф.М.Свейн, Б.Д.Джонсон (США) .....	9
Органическое вещество в современных осадках Балчикского залива Черного моря. И.Ковачева, П.Мандев, Т.Минчева, Р.Петрова (Болгария).....	10
Геохимическое исследование органического вещества из керна черноморских отложений, полученного при осуществлении проекта глубоководного бурения для этого района и образцов из прибрежной морской экосистемы Калифорнии. А.Л.Берлингейм (США).....	11
Искусственное получение керогена из чистых культур водорослей и бактерий. Р.П.Филп, С.Браун, М.Кэлвин (США).....	12
Геохимия органического вещества донных осадков морей и океанов. Е.А.Романкевич, В.Е.Артемьев, А.Н.Беляева (СССР).....	14
Накопление и преобразование органического вещества в осадках. Т.В.Дроздова (СССР).....	15
Изменение состава органического вещества в непрерывном разрезе морских отложений. П.Н.Куприян (СССР).....	16
Геохимия органического вещества современных вулканогенно-осадочных образований. В.В.Вебер, Д.Е.Гершанович, М.К.Калинко, М.Л.Сазонов, В.И.Чернов (СССР).....	18
Химическое строение гуминовых кислот континентальных и морских осадков по данным деструктивного окисления. Н.А.Василевская, О.Б.Максимов (СССР).....	19
Значение ионизации гуминовых кислот в миграции и аккумуляции органических веществ в современных осадках. Н.И.Гамаюнов, Б.И.Маслениников, Ю.А.Шульман (СССР).....	20
О составе органического и минерального вещества торфяных отложений. И.И.Литшван, Н.Т.Король, В.Н.Крештапова, В.Д.Марков (СССР).....	21
Геохимические признаки и условия образования угленосных и торфоносных формаций. А.В.Македонов (СССР).....	23
Исследование органического вещества разновозрастных ископаемых почв. О.А.Чичагова, Я.М.Аммосова, А.Л.Александровский, Е.Д.Милановский, А.Е.Черкинский (СССР).....	24
Органическая геохимия современных озерных и морских осадков. М.Дастилунг, И.Дейбсер, Ф.Гейдел (Франция).....	26
Геохимия ископаемого рассеянного органического вещества и генезис газа в связи с историей геологического развития. Л.Гиндорф, Р.Мейнхольд, Г.Пэтц (ГДР).....	26
Диагностика нефтематеринских отложений. Н.Б.Вассоевич, Ю.И.Корчагина, Б.А.Соколов (СССР).....	27
Об образовании и составе основной массы рассеянного органического вещества. О.П.Четверикова, Т.Ю.Пентина (СССР) .....	29

Катагенез органического вещества осадочных пород и свойства нефтей и газов. Э.В.Чайковская, И.Б.Кулибакина (СССР) .....	30
Особенности состава синбитумоидов, нефтей и газов в различных зонах катагенеза. В.Т.Работнов, Е.П.Шименина, И.Б.Кулибакина (СССР).....	31
Химико-вещественный состав ископаемого органического вещества и его значение для освещения проблем органической геохимии. В.А.Успенский, О.А.Радченко, Н.Ф.Буланова, Н.Б.Смирнова (СССР).....	32
Сравнительная химическая характеристика катагенетического ряда концентрированных и рассеянных форм гумусового органического вещества. Т.И.Сороко, Л.М.Корнева (СССР).....	34
Закономерности катагенетического преобразования рассеянного органического вещества класса сапропелито-гумитов. Т.И.Сороко, А.М.Назарова (СССР)....	35
Гуминовые кислоты и аминокислоты как отражение генезиса и уровня преобразования рассеянного органического вещества (РОВ). А.И.Данюшевская, В.А.Матвеева (СССР) .....	36
Катализ в присутствии глинистых минералов и образование углеводородов нефти. У.Д.Джонс (США).....	37
К вопросу о происхождении нормальных и изопrenoидных алканов в современных и ископаемых осадках А.Ф.Шляхов, К.Ф.Родионова (СССР) .....	38
Балансовые соотношения между отдельными компонентами рассеянного органического вещества в литогенезе Ю.И.Корчагина (СССР).....	39
Закономерности распределения подвижных компонентов рассеянного органического вещества в поровой системе пород. С.Н.Белецкая, Г.М.Боровая (СССР)..	40
Эволюция индивидуального состава низкокипящих углеводородов рассеянного органического вещества пород и нефтей в процессе катагенеза. В.К.Шиманский, А.И.Шапиро, В.Ф.Васильева (СССР).....	42
Палеоэкологические данные и первичная миграция органических веществ в осадочных породах миссисипского возраста. Г.Дембицки и У.Дж.Майншайн (США).	43
Геохимия тетрапиррола меловых черных глинистых пород морского происхождения. Э.В.Бейкер, С.Э.Палмер, В.Я.Хуанг (США).....	44
Изменение неароматических углеводородов в процессе катагенеза. А.Холлербах, Х.В.Хагеманн (ФРГ).....	45
К вопросу распределения n-алканов, находящихся в рассеянном органическом веществе. Я.Я.Глогочовски (Польша).....	46

Органическая геохимия глинистых пород и сапропелей меловых отложений Атлантики. Б.Р.Т.Симонейт (США).	47
Эволюция углеводородных компонентов растворимого органического вещества при погружении глинистых пород неогена в северо-восточной Японии. К.Тагучи, Н.Хаяшида (Япония)	48
Некоторые результаты анализа углеводородов и жирных кислот юрских известняково-глинистых отложений Западно-Европейской провинции. К.Корнфорд, А.Дуглас (Англия)	49
Изменение с глубиной характера битуминизации некоторых осадочных толщ Индии. К.Чандра, С.Н.Бхаттачария (Индия)	50
✓ Характеристика органического вещества мощных серий карбонатов на примере триаса одной буровой скважины Венгрии. А.Брукнерне Вейн, Х.Лоринц, И.Вето (Венгрия)	51
Геохимические особенности органического вещества трех структурных этажей Западно-Сибирской плиты. В.С.Винемирский, А.А.Трофимук (СССР)	51
Нафтидопроявления и их генетическая связь с типами рассеянного органического вещества разновозрастных отложений северо-восточной окраины Сибирской платформы. В.А.Каширцев, А.А.Трофимук, А.Н.Изосимова, А.Ф.Сафронов, И.Н.Зуева, О.Н.Чалая, Г.С.Труделева (СССР)	52
Характеристика рассеянного органического вещества пород осадочного чехла восточной части Сибирской платформы. А.Н.Изосимова, В.А.Каширцев, А.Ф.Сафронов, О.Н.Чалая, И.Н.Зуева, Н.А.Уткина, В.И.Фролов, А.Б.Бочковская, В.А.Козлова (СССР)	54
Эволюция органического вещества в катагенезе в древнейших рифейских и кембрийских толщах юга Сибирской платформы. Д.И.Дробот (СССР)	55
Состав парафиново-нафтенных углеводородов органического вещества осадочных отложений Европейской части СССР. С.П.Максимов, К.Ф.Родионова (СССР)	56
Геохимические особенности природных газов Дново-Днепровского прогиба как отражение зональности процессов накопления и преобразования органического вещества. Х.Ф.Джамалова, В.А.Терещенко, П.М.Нербаков (СССР)	58
Генетическая связь углеводородов, органического вещества пород и подземных вод подсолесевых отложений Прикаспийской впадины. В.Ф.Лактышина, О.И.Серебряков (СССР)	59
Генетические связи органического вещества, битумоидов и нефтей Пермского Прикамья. С.А.Винниковский, А.З.Коблова, И.Г.Калачникова, Т.Н.Прахина, Ю.С.Чекрышкин (СССР)	60

Геохимические особенности и катагенез основных групп органического вещества (на примере юрских отложений Скифско-Туранской плиты). З.В.Кабанова, В.Б.Вельдер, В.В.Дьячков (СССР) .....	61
Роль фациально-генетических типов рассеянного органического вещества в процессах нефтегазообразования в осадочных отложениях Узбекистана. А.М.Акрамходжаев, Х.Б.Авазматов, М.И.Кушнир (СССР).....	62
Особенности рассеянного органического вещества неогеновых отложений Северо-Сахалинского бассейна. М.С.Ярошевич, И.А.Олли, Г.С.Мшаков, А.И.Уткина (СССР).....	63
Геохимическая обстановка генерации углеводородов при катагенезе органического вещества вулканогенно-осадочных формаций (на примере Северо-Востока СССР). Т.И.Хенвин, В.И.Ермаков (СССР).....	65
Газообразные углеводороды как продукт генерации рассеянного и концентрированного органического вещества осадочных толщ (по данным масс-спектрометрических исследований). А.М.Акрамходжаев, Ш.Х.Амирханов (СССР) .....	66
О возможности установления первичной миграции по геохимическим данным.Ф.Е.Окунькова (СССР).....	67
Составы рассеянных битумоидов осадочных и изверженных горных пород. М.А.Павлова (СССР).....	68
История накопления органического вещества в Тихом океане в мезо-кайнозойское время. Д.А.Богданов, Е.А.Романкевич (СССР) .....	70
Геохимия углеродистого вещества пород кремнистых и кремнисто-терригенных геотформаций. О.К.Баженова, Ю.К.Бурлин, Е.Е.Карюшина, А.И.Конюхов (СССР)	71
Состав и формы накопления гумусового органического вещества как критерии раздельного прогноза областей нефте- и газонакопления. В.И.Ермаков, Е.И.Гайло, И.В.Гришина, Н.И.Леонгардт, Е.И.Пашкевич, В.А.Скоробогатов (СССР).....	72
Адсорбция газообразных углеводородов на разных стадиях литогенеза. М.К.Калинко, С.П.Левшунова (СССР)	74
Некоторые аспекты органической геохимии европейских горючих сланцев. П.Б.Холи, А.Г.Дуглас (Англия)...	75
Содержание и состав длинноцепочных жирных кислот, выделенных из горючих сланцев. Х.П.Иванов, М.С.Додова-Ангелова, Д.Рушев (Болгария).....	76
К биогеохимии горючих сланцев. И.Р.Клесмент, К.Э.Уров (СССР).....	77
Эпохи накопления и металлоносность горючих сланцев фанерозоя. Г.А.Пельмский (СССР).....	78

Петрология и геохимия болгарских лигнитов. Инфракрасная спектроскопия гомогенных литотипов и их экстрактов. Г.Д.Шишков, К.Ив.Маркова, Р.Петрова (Болгария).....	79
Сравнительная характеристика химической структуры витринитов ископаемых углей (по данным инфракрасной спектрометрии). Е.М.Файзуллин, А.В.Лапо (СССР)....	80
Биохимический состав древних торфообразователей и генетические типы углей. Л.Я.Кизильштейн, И.Г.Скляренко, Е.Н.Скляренко, С.С.Челмокаева (СССР)	81
Об азоте и сере каменных углей. А.Н.Решетко, Д.Д.Журавлева, Л.В.Мушкетова (СССР).....	83
Среднекарбоновые ландшафты Донбасса и их роль в формировании типов углей. А.И.Егоров (СССР) .....	84
О новой классификации и новых наименованиях углеродистых (углеводородистых) веществ. Н.Б.Вассоевич (СССР).....	85
Геомикробиология и биогеохимия цианобактерий и грибов, связанных с марганцем, железом и карбонатами. В.Э.Крумбейн (ФРГ) .....	87
✓ Редкоземельные элементы в некоторых угольных месторождениях Болгарии. Гр.Ескенази (Болгария) .....	87
Изменения состава иловых вод, газов и органического вещества донных отложений как отражение седиментационно-диагенетических и миграционных процессов. М.Г.Валяшко, Ю.Н.Гурский, Д.В.Гричук, Г.В.Карпова, Л.В.Черткова (СССР).....	88
Органическое вещество как концентратор рудообразующих компонентов в угленосных толщах Донбасса. А.Г.Дворников, М.А.Карасик, С.И.Кирикилица, А.М.Эдельман (СССР) .....	89
Роль органического вещества в накоплении металлов. К.И.Лукашев, В.К.Лукашев, И.А.Добровольская, В.И.Витушко, Ц.Н.Клебанова (СССР).....	91
Взаимосвязь эпох накопления органического вещества и урана с рубежами в развитии органического мира. С.Г.Неручев (СССР) .....	92
• Геохимическая связь урана и органического вещества в выяснении условий его накопления и изучения гипергенных процессов в нефтяных залежах. Ф.А.Алексеев, Р.П.Готтих (СССР) .....	94
Зависимость распределения золота и серебра от состава органического вещества осадочных пород и каолинитов Востока СССР. И.В.Китаев, М.А.Михайлов, В.Г.Моисеенко (СССР) .....	95
Некоторые вопросы геохимии порфиринов. В.А.Чиненов, Т.В.Белоконь, А.З.Коблова (СССР) .....	96
О молекулярном составе ванадилпорфиринов нефтей. В.И.Титов, В.Р.Антипенко, О.В.Серебренникова (СССР)	97

Метаморфогенное изменение вещества черных металлоносных сланцев. М.Н.Альтгаузен, Э.Я.Маремья, Г.А.Сидоренко, В.А.Успенский (СССР) .....	98
Особенности геохимии органического вещества в континентальных юрских осадках Русской платформы П.В.Ивашов (СССР) .....	100
Геохимия и изменение органического и минерального вещества угленосной формации Буреинского прогиба в литогенезе. В.В.Крапивенцева, И.В.Китаев (СССР) .....	101
Распределение и формы содержания некоторых малых элементов в осадочных породах и углях Востока СССР. Н.И.Китаева, И.В.Китаев, О.А.Киселева, М.А.Михайлов (СССР) .....	102 ✓
Закономерности распределения и вопросы генезиса германия в углях. Ю.П.Костин, Л.М.Лурье (СССР)...	103
Средние содержания малых химических элементов в ископаемых углях. И.Л.Башаркевич, Ю.П.Костин, Е.С.Мейтов (СССР) .....	104 ✓
Элементы-индикаторы германиевого оруденения углей. И.Л.Башаркевич, Ю.П.Костин, Е.С.Мейтов (СССР)....	105
Моделирование кинетики реакций термического разложения керогена на основе измерения коэффициента катагенеза. И.Конц (Венгрия).....	106
Опыты по термической эволюции, проведенные на керогене из глинистых пород свиты Грин-Ривер (бассейн Юинта, США). М.Ванденбрук, Б.Драй, А.Худ (США).	107
О некоторых важнейших методах поисков нефти и газа. П.Деплат, Р.Ноэль, Й.Самерс (Бельгия).....	108
Применение метода ядерного магнитного резонанса для качественного и количественного анализа органического вещества горючих сланцев. Д.Виторович, Д.Вучелич, М.Гашич, Н.Юранич, С.Макура (Югославия) .....	109
Генезис и условия формирования газов угольных пластов Верхнесилезского угольного бассейна Польши. М.Ротарба (Польша) .....	111
Экспериментальное моделирование процессов катагенеза сапропелевого и гумусового органического вещества. Е.А.Глебовская, Т.Н.Мельцанская, Л.А.Леглер, В.И.Резцов (СССР) .....	112
Экспериментальное изучение газообразования при углефикации. В.Л.Соколов, В.Ф.Симоненко, Н.Д.Гуляева (СССР) .....	113
Опыты по выделению углеводородов из ископаемого органического вещества при 200С. Н.В.Черский, В.П.Царев (СССР) .....	114

Определение некоторых новых полярных компонентов, выделенных из битумоида Алексинацких глинистых пород. М.Шабан, Д.Еремич, Д.Виторович (Югославия).	II5
Применение пиролиза в точке Кюри в комплексе с газовой хроматографией и масс-спектрометрией образующихся продуктов в органической геохимии. И.В.де Леув, П.А.Схенк (Нидерланды)	II6
Об автохтонной природе битумоида материнских пород. Пиролиз керогена с анализом биологических индикаторов комбинированным методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. В.К.Зейферт (США)..	II7
Дальнейшая разработка метода окисления щелочным перманганатом при исследовании керогена глинистых пород. В.Д.Креманович, Д.Виторович (Югославия)	II7
Сравнительное исследование нерастворимого органического вещества некоторых ископаемых осадков методом бромирования. П.Пфендт, Д.Виторович (Югославия)	II8
Микроскопия и микрофотометрия ископаемого органического вещества. Л.И.Боголюбова, Т.П.Емец, Н.В.Лопатия, В.И.Ручнов (СССР)	I20
Молекулярная биогеохимия фоссилизации органического вещества. Н.Б.Вассоевич, А.Н.Гусева, И.Е.Лейфман (СССР)	I21
Методика диагностики битумов и их природа. И.В.Гринберг (СССР)	I22
О принципах составления карт катагенеза и регионально-го метаморфизма (метагенеза) органического вещества при комплексных геохимических исследованиях Б.К.Чичуа (СССР)	I24
Структурные формы углерода в органогенных породах. О.Д.Русанова, В.П.Аронскинд, С.Ш.Аронскинд (СССР).	I25
Особенности состава газоидных и углеводородсодержащих включений в минералах и горных породах Восточного Предкавказья. А.М.Никаноров, Э.С.Сианисян (СССР)..	I26
Геохимическая эволюция ископаемых смол. С.С.Савкевич (СССР)	I27
Палинология в диагностике нефтегазоматеринских отложений. Л.В.Ровнина, В.И.Ручнов (СССР)	I29
Применение биологических индикаторов при решении проблем корреляции. А.Ван Дорселер, Ж.-М.Шмиттер, П.Альбрехт, Ж.Кларе, Ж.Коннан (Франция)	I30
Органическое вещество и минералогия раковин современных морских беспозвоночных. Е.В.Краснов, А.М.Попов, В.П.Корчагин (СССР)	I31
Образования сложных органических соединений в вулканических процессах. Е.К.Мархинин, Н.Е.Подклетнова (СССР)	I32

Органическая геохимия углистых метеоритов. Д.Г.Доулесс, Ф.М.Черч (США) .....	I33
Анализы газа из скважин и их геохимическое значение. Х.Кусто, К.Де Тран, Б.Ван дер Вельде (Франция).	I33
Смолы и асфальтены. Эволюция в функции типов органического вещества и их захоронение. Т.Кастекс (Франция) .....	I35
Химические преобразования органического вещества гумитов при литогенезе и гипергенезе (на примере витринитов). Т.А.Кухаренко (СССР) .....	I36
Геохимические особенности органического вещества ранних стадий превращения. Васил Т.Вычев (Болгария) .....	I37
Изучение газоносных глинистых сланцев девона и ордовика с целью биохимического разрушения Т.Ф.Иен (США) .....	I39
О высокобитуминозных нефтематеринских сланцах. М.М.Грачевский, Е.В.Кучерук (СССР) .....	I39
Концентрация редких элементов органическим веществом в процессе торфо-углеобразования. В.М.Ратынский (СССР) .....	I41
Изменение химического состава гуминовых кислот в процессе торфообразования. Е.С.Лукошко, Л.В.Пигулевская, А.В.Хоружик, Н.С.Янковская (СССР) .....	I42
Роль углеводного состава гемицеллюлоз растений и превращения белковых веществ в процессе торфообразования. С.С.Маль, С.С.Поваркова, Э.И.Сливка (СССР) .....	I43
Превращения нефти и газа в глубоких зонах седиментационных бассейнов. А.Д.Козлов (СССР) .....	I45
О причинах отсутствия органического вещества в нижнеплиоценовых отложениях окрестностей Евпатории. А.И.Суладзе (СССР) .....	I47
<b>ГЕОХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА</b>	
Молекулярная масса углеводородной фракции и весовое распределение компонентов $C_1-C_5$ в природных газах разного генетического типа. В.Х.Велев (Болгария) .....	I50
Формы первичной миграции нефти. А.А.Трофимук, В.С.Вышемирский, А.Э.Конторович (СССР) .....	I51
Стерановые углеводороды нефтей и их геохимическое значение. А.А.Петров, С.Д.Пустильникова, Н.Н.Абрютина (СССР) .....	I53
Геохимические аномалии в изменении нефтей. И.И.Нестеров, А.В.Рыльков, Ю.В.Щепеткин (СССР).	I54

Особенности состава и структуры алифатических и нафтено-ароматических углеводородов нефтей кайнозойского и мезозойского мегациклов. С.П.Максимов, Т.А.Ботнева (СССР) .....	156
О первичной миграции высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых соединений нефтей в газовой фазе. Т.П.Сафронова, А.В.Сушилини (СССР) .....	157
Термогеохимическая зональность размещения залежей углеводородов в осадочном комплексе земной коры. В.Г.Осадчий, С.Т.Зелизна, Е.В.Кучерук (СССР) .....	158
Некоторые вопросы геохимии углеводородов глубоких горизонтов. А.И.Алиев (СССР) .....	159
Нефтеобразование на различных стадиях литогенеза. В.К.Солодков (СССР) .....	160
О возможности существования нефтей на больших глубинах в пределах древних платформ. В.Н.Михалькова, В.З.Митрофанов, В.П.Филиппов, А.Я.Куклинский (СССР) .....	160
Типы нефтей в природе и закономерности их локализации в стратисфере. А.Э.Конторович, О.Ф.Стасова (СССР) .....	161
О механизме перемещения углеводородов из материнских отложений в поровые воды. Т.П.Жузе, В.И.Сергеевич (СССР) .....	163
Влияние свойств коллекторов на геохимические свойства содержащихся в них нефтей. Ж.Коннан (Франция) .....	164
Влияние состава вмещающих пород на свойства нефтей. А.А.Борковский (СССР) .....	165
Геохимическая связь между составом углеводородных и неуглеводородных компонентов нефтей и органическим веществом пород. Г.И.Сафонова, В.В.Ильинская (СССР) .....	166
О соотношении природных углеводородных смесей разного состава. В.Ф.Никонов (СССР) .....	167
Некоторые химические аспекты изучения нефтей. Ю.Г.Кряжев (СССР) .....	168
Связь химического состава нефтей с геотермической историей вмещающих отложений, А.А.Карцев (СССР) .....	169
О генетической модели формирования скоплений углеводородов. И.И.Нестеров, А.В.Рыльков (СССР)....	170
Генетический тип нефти как основа прогнозирования состава углеводородных флюидов. Т.А.Ботнева, Н.С.Шулова (СССР) .....	171
Геолого-геохимическая роль угленосных пород в процессах нефтегазообразования на инверсионном этапе развития бассейна. Г.С.Бежанов (СССР)....	172

Изучение карбонатов с целью установления путей миграции углеводородсодержащих флюидов и условий формирования залежей. <b>Б.И.Маевский, Ю.Ф.Ткаченко (СССР)</b> .....	173
Комплексы геохимических исследований при поисках нефти и газа. <b>М.К.Калинко, С.П.Максимов (СССР)</b> ..	174
Передовые рубежи в области поисков нефти. <b>Макс Г.Питчер (США)</b> .....	176
Вклад геофизических и геохимических исследований в развитие геотехнологии. <b>М.Бестужев, А.Комбаз (Франция)</b> .....	177
О геохимической классификации углеводородных флюидов (на примере нефтегазоносных регионов Украины). <b>В.В.Глушко, А.Ф.Романюк, А.В.Хижняков, Е.Ф.Шевченко (СССР)</b> .....	178
Геохимические особенности свойств и состава кембрийских нефтей на примере Сибирской платформы и Балтийской синеклизы. <b>А.И.Богомолов, Л.Ф.Степина, Н.Н.Гурко, М.Б.Темянка, В.Ф.Васильева, Ю.С.Щелованов (СССР)</b> .....	180
Геохимические факторы формирования генетических типов нефтей Азербайджана. <b>А.А.Али-Заде, Г.-М.А.Алиев, П.А.Шойхет (СССР)</b> .....	182
К геохимии нефтей морских месторождений Азербайджана. <b>Ф.Р.Бабаев (СССР)</b> .....	183
Геохимические особенности нефтей и газов Прикаспийской впадины в свете их генетической типизации. <b>Э.К.Азнабаев (СССР)</b> .....	184
Геохимическое исследование углеводородного состава легких фракций нефтей и битумоидов вмещающих пород палеозоя Среднего Поволжья. <b>К.Б.Аширов, В.И.Данилова, В.Н.Исаев, В.А.Белерова (СССР)</b> ....	185
Геохимия органического вещества и нефтей карбонатных отложений верхнего девона-турне Востока Русской платформы. <b>Л.А.Гуляева, В.А.Чухмахчев, В.И.Тихомиров, Э.В.Якубсон, И.Ф.Лосицкая, Е.Я.Поделько (СССР)</b> .....	186
Геохимия нефтей и газов вендско-кембрийских отложений Иркутского нефтегазоносного бассейна. <b>В.П.Исаев, И.И.Рукавишников (СССР)</b> .....	188
Геохимия нефтей Бомбейского свода. <b>Р.К.Кумар, Др.С.Н.Бхаттачария (Индия)</b> .....	189
Роль гидрогенизации в образовании нефтей. <b>А.Мажец, В.Киселов (Польша)</b> .....	190
К вопросу об эволюции нефтей в природных условиях <b>А.Г.Габриэлян (СССР)</b> .....	191

Геохимические закономерности изменения состава нефтей в нефтегазоносных бассейнах Земного шара. В.И.Высоцкий, А.Н.Гусева, Л.А.Фейнгерш (СССР) ..	193
Закономерности в составе и свойствах углеводородных и гетероорганических компонентов катагенно- и гипергенно-измененных нефтей Татарии. Г.П.Курский, Г.П.Кажкова, Г.М.Усачева, А.И.Богданчиков, В.А.Грязнов, Л.М.Петрова, В.И.Козыро (СССР) .....	194
Об условиях формирования геохимических типов природных газов в мезозойских отложениях Западного Узбекистана. А.М.Акрамходжаев, Д.Сираждинов, А.Азимов, М.А.Нармухамедов (СССР) .....	196
Возможности структурно-хроматографических методов при геохимических исследованиях процесса формирования многопластовых газоконденсатных месторождений. О.В.Барташевич, В.И.Бумакова, В.С.Меламедова, Т.Д.Островская (СССР) .....	197
Генетические типы и геохимические аспекты формирования газоконденсатных залежей. И.С.Старобинец, В.А.Чухмахчев (СССР) .....	199
Об основных этапах генерации углеводородных газов. Б.П.Жихченко (СССР) .....	200
К вопросу о формировании химического состава газов стратисферы. И.С.Гулиев, Ф.Г.Дадашев, А.М.Дадашев, А.А.Фейзуллаев (СССР) .....	202
Роль геологических факторов в распределении природных газов на угольных месторождениях Приморья. А.И.Обжиров (СССР) .....	203
Основные закономерности распределения некоторых попутных компонентов метанового природного газа в пределах нефтегазоносных территорий Украины. А.Н.Истомин, В.Д.Коровушкин, Ю.Г.Лапчинский, П.М.Щербаков (СССР) .....	204
Геохимия сероводородсодержащих природных газов Средней Азии. В.Е.Нарижная, И.П.Соколов, Б.Х.Гринман, Л.Х.Уродовских (СССР) .....	205
О ртутоносности углеводородных газов. Н.А.Озерова, Ю.И.Пиковский, М.А.Груздева, М.В.Багдасарова (СССР) .....	207

VIII Международный конгресс  
по органической геохимии  
Тезисы докладов  
Том I

Обложка художника В.П. Першкова

---

Формат изд. 60x90 1/16. Уч.-изд.л. II,7. Печ.л. I3,8.

Заказ 24I. Тираж I500 экз. Цена I руб.

---

Отпечатано в техническом отделе ИГиРГИ.  
Москва, II74I9, I-й Родинский пр., 8.

2203

