

5. Формирование песчано-алевролитовых пластов ачимовской пачки происходило в мелководной части берриасских островов и полуостровов.
6. Применяя методику перспективного соответствия, появляется возможность детального картирования индивидуальных линзовидных песчано-алевролитовых тел ачимовской пачки. Используя эксплуатационный фонд скважин в пределах Каймысовского свода, нефтяные компании "ЮКОС" и ОАО "Сибнефть", без крупных капиталовложений, могут открыть промышленные залежи нефти в этих телах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ачимовская толща — один из основных объектов стабилизации добычи углеводородного сырья на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО)/ Левинзон И.Л., Брехунцов А.М., Бородкин В.Н., Бочкарев В.С., Дешня Н.П. / Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. М. ВНИИОЭНГ, 2001. № 1. С. 4—17.
2. Стратиграфические ловушки — основной резерв наращивания ресурсов и запасов УВ. Г.Г. Кучеров, А.В. Динков, Г.М. Зайчиков, И.В. Боева, В.А. Фомичев/ Газовая промышленность. М. ООО "ГАЗСВЯЗЬ", 2000, сентябрь. С. 36—38.
3. Концепция мультibasейнового развития нижнемеловых комплексов Западной Сибири / Сынгаевский П.Е., Хафизов С.Ф., Шиманский В.В. / Геология нефти и газа. М. № 6. 2002, С. 28—32.

*Up to the present time genesis of the Achimovskaya pack still debatable. Opening huge stocks of oil and gas in these adjournments, which are located in north of West Siberia, has involved attention of many researchers. They believe, that they are able to maintain present level of production in the coming decade. This point of view is lawful and for the southeast of West Siberia.*

УДК 665.61+553.985:547.91:553.532

### НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЕ "СОХОЧУЛ" В СЕВЕРНОЙ ХАКАСИИ

О.В. СЕРЕБРЕННИКОВА, Б.Д. ВАСИЛЬЕВ, Ю.П. ТУРОВ, Т.Ю. ФИЛИППОВА,  
Е.А. БЕЛИЦКАЯ, Ю.С. АНАНЬЕВ, М.В. ШАЛДЫБИН

В нижнем девоне герцинского структурного комплекса на территории Северо-Минусинской впадины в миндалекаменных базальтах нижнего девона присутствуют многочисленные включения природных твердых битумов. Проявление жидких углеводородных флюидов обнаружено среди отложений нижнего девона в зоне сопряжения тектонических структур южного борта Северо-Минусинской впадины с салаиридами Кузнецкого Алатау. Стратиграфически выше в интервале 300 м расположены три залежи с твердыми битумами. При испытании удаленной от нефтепроявления гидрогеологической скважины из трещиноватых базальтов нижнего девона получена вода с пленкой нефти.

Состав углеводородов жидкого нафтида в базальтах и органического вещества алевролитов нижнего девона близки по характеру молекулярно-массового распределения алканов и нафтеннов, изомерному составу тритерпанов, стеранов и алкилбензолов, что указывает на единый источник их происхождения. Сходство состава алкилбензолов (подавляющее преобладание триметил-, алкилзамещенных гомологов) в жидком нафтиде и воде из удаленной от нефтепроявления гидрогеологической скважины свидетельствует о широком площадном распространении нефтеносных горизонтов. Полученные результаты позволяют положительно оценить высокие перспективы обнаружения залежей УВ в девонских отложениях территории.

Проявления твердых и жидких битумов на территории Северо-Минусинской впадины известны с начала прошлого века и были предметом специальных исследований [1–4]. В 50-х годах в северо-восточной и центральной частях впадины было пробурено 48 колонковых и 5 глубоких скважин, однако нефть не была обнаружена [5]. Южный борт впадины не разбурился, хотя именно район пос. Ширы выделялся А.В. Русановым [3] в качестве первоочередной площади по наличию твердых битумов в миндалекаменных базальтах нижнего девона и горючих сланцев в разрезах живета. В последние годы здесь начато изучение Сохочульского проявления природных жидких битумов, результаты которых могут существенно повлиять на оценку перспектив нефтегазоносности района.

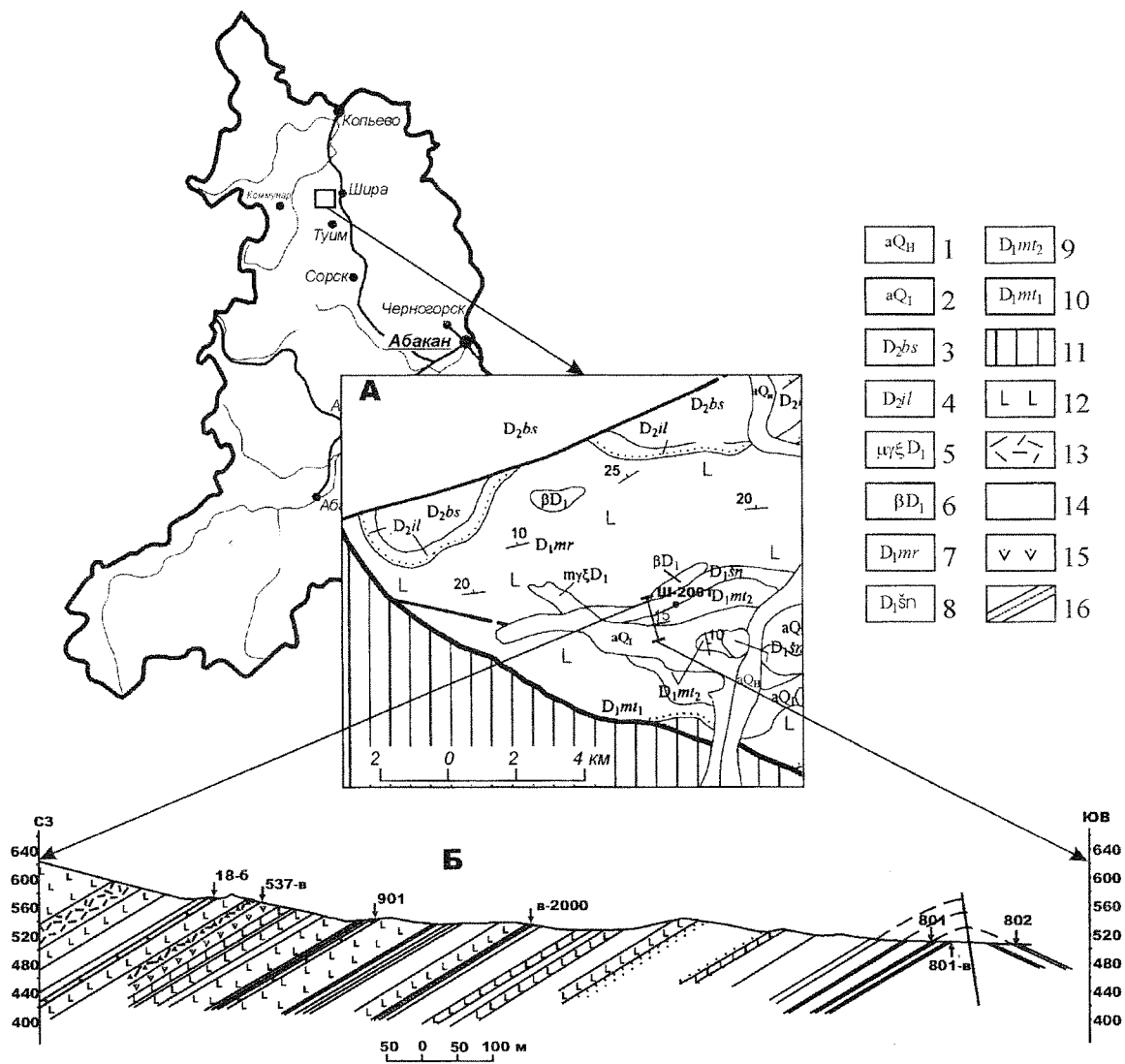
Нефтепроявление "Сохочул" (рис. 1) расположено в Северной Хакасии, в 5 км западнее пос. Ширы, в левом борту урочища Сохочул среди отложений нижнего девона, в зоне сопряжения тектонических структур южного борта Северо-Минусинской впадины с салаиридами Кузнецкого Алатау. Герцинский структурный комплекс впадины поверхностью регионального углового несогласия в подошве живета четко делится на два подэтажа: нижний (нижний девон) и верхний (живет-карбон). В приразломной зоне шириной 3–4 км герцинский структурный комплекс осложнен мелкими (шириной 1–2 км) линейными приразломными складками, часто опрокинутыми и разбитыми поперечными левыми сдвигами. По мере удаления от пограничного разлома к северу степень дислоцированности девона резко снижается, крылья складок выполаживаются до 15–30°, складки становятся брахиформными, широкими.

Основной структурной формой на нефтепроявлении Сохочул является линейная субширотная асимметричная антиклиналь, замок которой просматривается из-под пролювия древней долины ручья Сохочул (рис. 1, Б). На северном крыле антиклинали при выдержанном залегании под углом 25–30° вскрыт разрез нижнего девона.

Нижняя часть разреза представлена известковыми алевролитами и аргиллитами с неравномерным струйчатым вихревым распределением черного органического битуминозного материала, особенно ярко проявляющегося в замке антиклинали (т. 802, 801, 801-в).

Верхняя часть разреза представлена красноцветными косослоистыми грубозернистыми песчаниками и алевролитами с флорой псилофитов, маломощными горизонтами и линзами известняков, частью строматолитовых, и двумя мощными пачками пепловых и агломератовых литокристаллокластических туфов ортофиоров и трахиандезитов.

Силлы и покровы базальтов мощностью до 40 м локализованы преимущественно в верхней части разреза и выклиниваются в восточном направлении. В кровле силлов и лавовых потоков базальты часто ошлакованы, имеют миндалекаменную текстуру. Миндалины размером 1–2 см, составляющие 10–15 % объема породы, выполнены твердым битумом (т. 18-6, 537-в, 901).



**Рис. 1.** Сохочульское нефтепроявление в Северной Хакасии. А – фрагмент госгеолкарты-200, по [6]; Б – геологический разрез нижнего девона на нефтепроявлении "Сохочул": 1 – современный аллювий русел и пойм; 2 – раннечетвертичный аллювий и пролювий долин; 3–10 – герцинский структурный комплекс Северо-Минусинской впадины: 3 – бейская свита: известняки, серые, глинистые, органические, алевролиты, аргиллиты (103 м); 4 – илеморовская свита: серо-зеленоцветные песчаники, алевролиты, мергели, известняки (100 м); 5–6 – раннедевонский комплекс малых интрузий: 5 – микрограносиениты (дайки и штоки); 6 – долериты, базальты (силлы и штоки); 7 – марченгашская свита: базальты (550 м); 8 – шунетская свита: песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки, туфы (390 м); 9 – верхняя подсвита матаракской свиты: песчаники, гравелиты, туффиты, туфы трахиандезитов, трахириодацитов (340 м); 10 – нижняя подсвита матаракской свиты: базальты, трахиандезиты и их туфы, прослои алевролитов, песчаников (530 м); 11 – салаириды Кузнецкого Алатау; 12 – базальты; 13–16 только для разреза: 13 – туфы трахиандезитов, ортофиоров; 14 – песчаники, алевролиты, известняки, в том числе известковые алевролиты с битумоидами (801, 801-в); 15 – горизонты миндалекаменных базальтов (18-6, 537-в, 901) с твердыми битумами (керит) в миндалинах; 16 – нефтепроводящая послойная зона дробления с жидкими битумами (в-2000)

Выход жидкой нефти на поверхность (т. в-2000) приурочен к зоне послойного тектонического дробления с зеркалами скольжения в массивных базальтах. Мощность зоны 1,0–1,5 м, простираение 250°, согласное с простираемием вулканогенно-осадочного комплекса. В зоне дробления обломки базальтов покрыты плёнкой и капельками светло-бурой легко испаряющейся нефти. Над зоной дробления, непосредственно на дневной поверхности за счет окисления нефти сформировалась асфальтоподобная пластичная черная битумная "шляпа" шириной 5–8 м и мощностью до 25 см.

На востоке участка (рис. 1, А) твёрдые битумы (Обр. ш-2001) в ассоциации с халцедоновидным кварцем, пренитом, карбонатом, самородной медью, цементирующие обломки в тектонических брекчиях в зонах поперечных, субмеридиональных взбросо-сдвигов, отлагались из низкотемпературных гидротермальных растворов.

Выход жидкой нефти на северном крыле антиклинали нефтепроявления Сохочул и расположенные стратиграфически выше в интервале 300 м три залежи с твёрдыми битумами позволяют рассматривать это нефтепроявление как многоуровневое частично вскрытое эрозией и денудацией нефтяное месторождение. До подошвы нижнего девона в замке антиклинали не менее 600 м, что позволяет предположить возможное наличие в этом интервале слепых (невскрытых) нефтяных залежей. Поэтому изучение этого проявления необходимо для возможной переоценки перспектив нефтегазосности района. С другой стороны, наличие нафтидов в базальтовых толщах – явление достаточно уникальное и исследование особенностей состава и возможного источника их происхождения представляет несомненный научный интерес.

В пределах нефтепроявления "Сохочул" нами изучены состав растворимого органического вещества (ОВ) двух образцов твердых битумов (обр. 18-б и 537-в), экстрактов из алевролитов (обр. 802 и 801-в), нефти, смывтой с обломков базальтов, отобранных с глубины 0,5 м (обр. в-2000). Кроме того, исследованы экстракт из воды, полученной при испытании пласта трещиноватых базальтов в интервале 35–40 м (гидрогеологическая скважина расположена в пос. Шира) и образец твердых битумов, отобранных на востоке участка.

Экстракты, нефть и растворимая часть твердых битумов были разделены методами жидкостной колоночной и тонкослойной хроматографии. Последующий анализ фракций углеводородов (УВ) осуществлен методом хромато-масс-спектрометрии на приборе NERMAG R10-10С.

Все образцы нафтидов и рассеянного органического вещества (РОВ) характеризуются повышенным содержанием нафтеновых углеводородов, которое снижается в ряду нефть – РОВ – твердые битумы (табл. 1). Обратный порядок имеет распределение в образцах ароматических УВ.

Таблица 1. Параметры состава УВ нафтидов и РОВ пород нефтепроявления "Сохочул"

Параметры	Флюид	Битумы			РОВ	
		537-в	ш-2001	18-в	801	801-в
Pr/Ph	0,70	1,28	0,96	1,25	1,27	0,62
Pr/C17	0,48	0,13	0,44	1,19	0,36	0,81
Ph/C18	0,57	0,11	0,57	0,88	0,19	0,98
Н-парафины	0,60	36,02	19,54	8,60	26,23	5,01
Алкилбензолы	0,10	0,04	0,33	5,13	0,66	2,03
ПАУ	0,05	6,33	5,52	0,48	следы	0,05
Сумма ароматических УВ	0,15	6,37	5,85	5,61	0,67	2,13
Нафтены	95,00	53,35	63,38	84,78	65,57	86,30
Стераны	1,53	0,002	0,03	0,12	1,15	1,21
Терпаны	1,88	0,003	0,02	0,85	1,62	1,96

Содержание н-алканов минимально в жидком нафтиде, что может быть связано с его микробиальным окислением на поверхности в зоне гипергенеза. Повышенное содержание н-алканов в твердых битумах свидетельствует об их образовании преимущественно за счет процессов химического окисления. Содержание алкилбензолов максимально в битуме 18-б, а в битуме 537-в зафиксированы только следы этих соединений. Промежуточное положение занимают нефть и РОВ.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) с 3–5 числом ароматических ядер составляют представительную группу соединений в битуме 537-в, в существенно меньшей концентрации они содержатся в залегающем выше по разрезу битуме 18-б. В нефти и РОВ ПАУ присутствуют в следовых количествах.

Практически для всех образцов наблюдается более или менее ярко выраженная бимодальность "нафтеновых горбов", при этом положения максимумов для всех образцов примерно одинаковы. На рис. 2 приведены хроматограммы по полному ионному току углеводородов нефти (Обр. в-2000), РОВ (Обр. 801-в и 802) и битумов (Обр. 537-в и ш-2001). Состав УВ РОВ обр. 801 аналогичен обр. 802, а битума 18-б – РОВ 801-в.

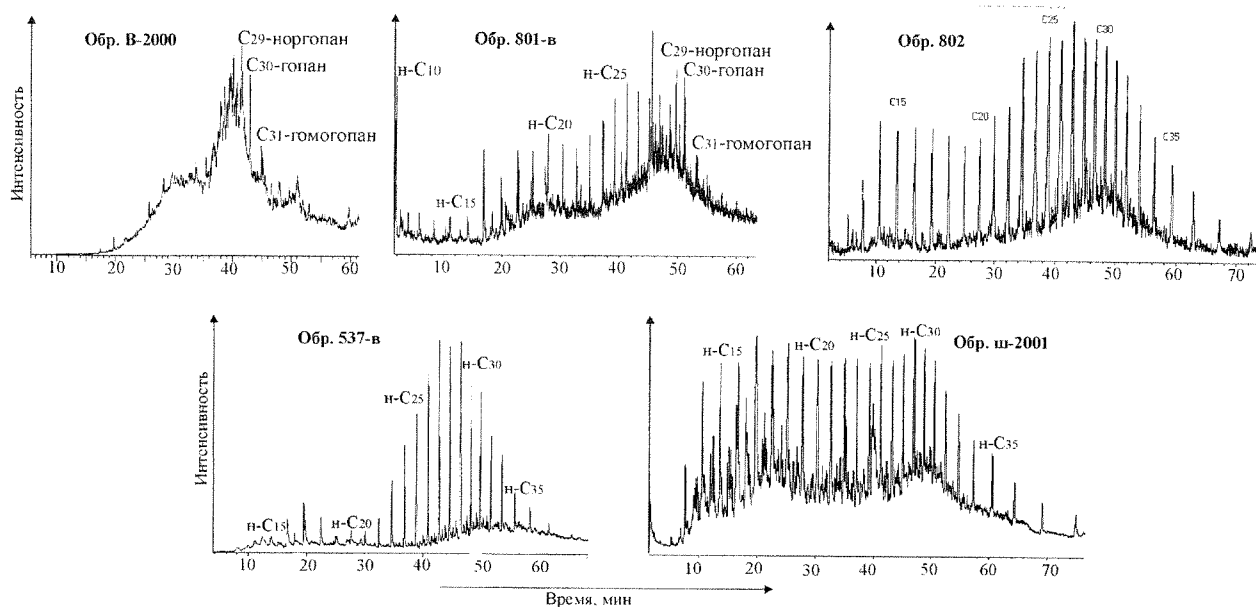


Рис. 2. Хроматограммы УФ нафтидов и РОВ по полному ионному току

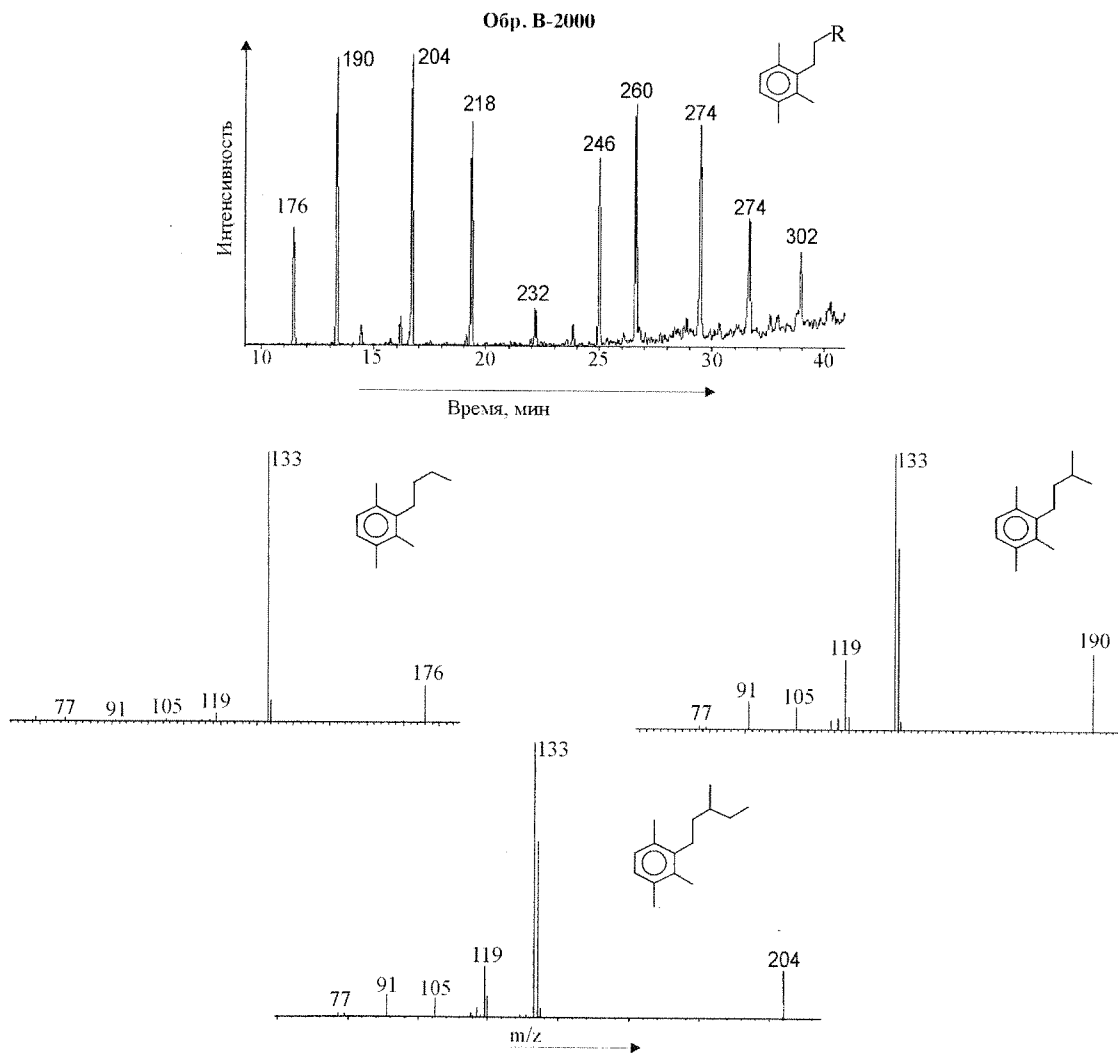


Рис. 3. Хроматограмма алкилбензолов нефти по иону с  $m/z = 133$  (цифрами указаны молекулярные массы гомологов) и масс-спектры первых трех хроматографических пиков

**Алканы.** Характер распределения n-алканов практически для всех образцов бимодальный с максимумами в области n-C<sub>14</sub> – n-C<sub>17</sub> и n-C<sub>25</sub> – n-C<sub>27</sub>. Следует отметить наличие в образце битума 18-б и во флюиде повышенного содержания легких n-C<sub>12</sub> и n-C<sub>14</sub> алканов, а в одном из образцов РОВ – также и n-C<sub>10</sub>.

**Терпаны.** В нефти, РОВ и битуме обр. ш-2001 терпаны представлены рядом C<sub>23</sub> – C<sub>35</sub> с максимальным содержанием в смеси C<sub>30</sub>-гопана. В битуме обр. 18-б среди терпанов доминирует 22,29,30-трисноргопан C<sub>27</sub> (Ts), в несколько меньшей концентрации присутствует C<sub>29</sub>-норгопан и в существенно меньшей – C<sub>30</sub>-гопан. Более высокомолекулярные гопаны содержатся в следовых количествах.

**Стераны.** В смеси C<sub>27</sub>-C<sub>29</sub> стеранов нефти и РОВ относительное содержание снижается в ряду C<sub>29</sub> > C<sub>28</sub> > C<sub>27</sub> (α- и изостераны присутствуют в близких концентрациях). Состав стеранов битумов 18-б и ш-2001 (в обр. 537-в присутствуют лишь следы стеранов) отличается более высоким относительным содержанием соединений C<sub>27</sub>, а среди изомеров – стеранов изо-строения.

**Алкилбензолы.** Несмотря на малое содержание алкилбензолов в нефти, их состав заслуживает детального рассмотрения. В отличие от обычно наблюдаемого в нефтях разнообразия в наборе изомеров, исследованный образец нефтяного флюида характеризуется подавляющим преобладанием триметил-алкилбензолов – соединений, в молекулах которых имеются по три метильных заместителя и одному алкильному с длиной цепи от 4 (бутил) до 13 (тридецил) (рис. 3). Неравномерность выхода гомологов (непостоянство временного интервала между пиками на хроматограмме), повторяющаяся через 70 а.е.м., а также вид масс-спектров позволяют утверждать, что длинный алкильный заместитель не является n-радикалом, а представляет собой изопреноидную цепочку. Аналогичный набор алкилбензолов присутствует в водах гидрологической скважины, пробуренной в пос. Ши́ра. В остальных образцах состав алкилбензолов представлен более широким набором структур, включающих моноалкилбензолы, алкилтолуолы, диметил-алкилбензолы (алкилсилолы) и т.п. Разнообразие состава алкилбензолов увеличивается в ряду нефть – РОВ – твердые битумы.

Полициклические ароматические УВ. Детально состав ПАУ исследован для твердых битумов (Обр. 18-б, рис. 4).

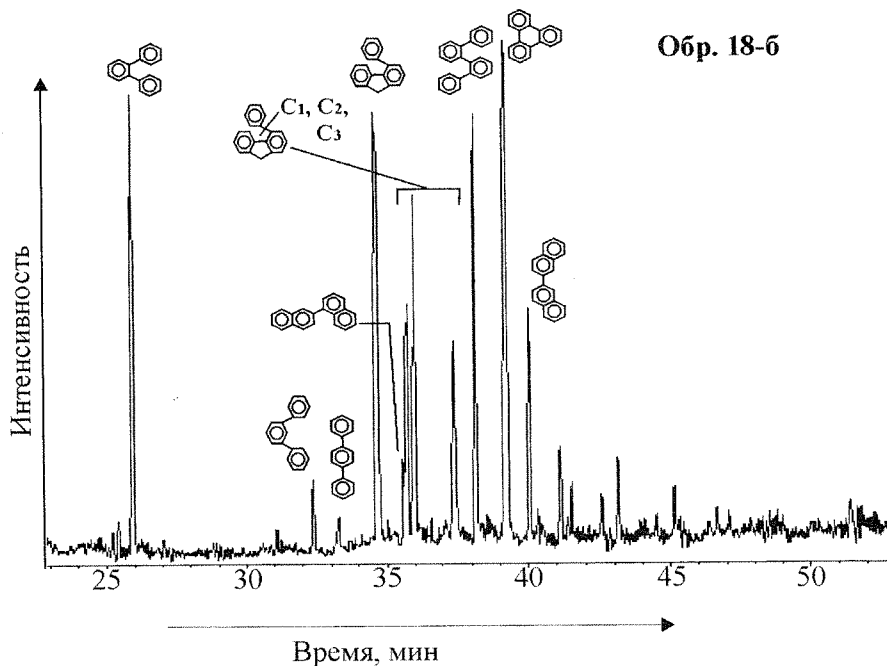


Рис. 4. Хроматограммы фракций полициклических ароматических углеводородов

Основными среди ПАУ твердых битумов являются полифенилы – ПАУ с неконденсированными ароматическими ядрами. Недавно такой набор соединений был обнаружен в РОВ палеозоя юго-восточной части центральной Польши в зоне сочленения Восточно-Европейской платформы и варисской складчатости [7].

В исследованной нефти мы наблюдаем совершенно иную картину (Флюид, рис. 4). В высокомолекулярной области хроматограммы наблюдается не разделяющийся на отдельные пики максимум. Анализ масс-спектров отдельных зон этой хроматограммы показывает, что высокомолекулярная область представлена соединениями, содержащими в составе молекул как ароматические фрагменты с несколькими конденсированными кольцами, так и несколько насыщенных углеводородных циклов. Картина дополнительно усложняется за счет алкилирования как ароматических, так и насыщенных колец.

Совокупность полученных данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Состав углеводородов нафтидов, присутствующих в трещиноватых и миндалекаменных базальтах нижнего девона Северной Хакасии, характеризуется многообразием отличительных признаков, которые могут являться следствием специфических условий образования и источника нафтидов этой территории.

2. Близость состава УВ нефти в базальтах и РОВ алевролитов нижнего девона на нефтепроявлении "Сохокул" отражает генетическое единство присутствующего в них ОВ.
3. Идентичный набор алкилбензолов в нефти и воде из удаленной от нефтепроявления гидрогеологической скважины указывает на широкое площадное распространение нефтеносных горизонтов.
4. Полученные данные свидетельствуют о высоких перспективах обнаружения залежей УВ в девонских отложениях территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов В.А., Макаренко Н.А., Родыгин С.А. // Вопросы геологии Сибири. Вып. I./ Под ред. А.И. Гончаренко. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1992. С. 155–160.
2. Геология и полезные ископаемые Северной Хакасии/Под ред. В.П. Парначёва. Томск: Изд-во Томского ун-та; 1998. С. 97.
3. Русанов А.В. //Вестн. ЗСГУ. 1939. № 3. С. 10–17.
4. Федосеев Г.С. //Опыт, проблемы и перспективы геологического образования. Сб. статей. Вып. 1. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1995. С. 14–19.
5. Нефтегазоносность Южно-Минусинской впадины./Под ред. А.А. Трофимука. Новосибирск: "Наука". 1966. 280 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. II. Серия Минусинская. Лист №-45-ХVIII (Шира). СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000.
7. Marynowski L., Czechowski F., Simoneit B. R. T. //Org. Geochem. 2001. V. 32. P. 69–85.

УДК 551.8: 553.98 (571.16).

## РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОМАНИКОВОГО ТИПА

Н.Ф. СТОЛБОВА

*Отложения доманикового типа являются нефтематеринскими породами. Они обладают высокой ураноносностью и металлоносностью. В работе показаны особенности литогенеза и геохимии захороненного органического вещества в них и дано уточненное определение отложений доманикового типа.*

Развитие органической геохимии последних десятилетий радикально изменило представление о захороненном ОВ. После работ голландского химика, специалиста в области химии полимеров, Д. ван Кревелена /1963/ стало известно, что захороненные в осадочных породах органические вещества есть ни что иное, как естественные полимеры или геополимеры. Они имеют твердое состояние, устойчивое строение, определенный химический состав и закономерные черты эволюции.

Процесс превращения отмерших организмов животного и растительного происхождения в геополимеры имеет три стадии – биохимического разложения, поликонденсации и перехода в твердое состояние [3].

Биохимическое разложение ОВ осуществляется в осадке преимущественно бактериями. Поскольку питание бактерий осуществляется осмотическим способом, окружающий материал, в том числе и органический, должен быть переведен в растворенное состояние и формы, доступные для усвоения микроорганизмами. Выпуская энзимы (ферменты), бактерии разлагают сложные биомолекулы белков и углеводов, гидролизуя их. В результате из биополимеров образуются аминокислоты и углеводы, а в осадке, обогащенном ферментами, появляются мономеры органического вещества. Менее интенсивному разложению подвергаются липиды и лигнин. Слабо поражаются споры, пыльца, семена, т.к. они защищены прочной оболочкой, мало доступной для разложения энзимами микроорганизмов. Сохранившиеся биологические остатки или хемофоссилии могут накапливаться и служить прекрасными биомаркерами тех сред, в которых они формировались.

Поликонденсация – это процесс синтеза геополимеров. Он осуществляется в микробактериальной среде на базе продуктов жизнедеятельности организмов и компонентов вмещающего илового осадка. Процесс протекает параллельно или сразу после биохимического разложения ОВ. Осуществляется он в обводненном осадке по наиболее эффективному способу – поликонденсации в растворе. Роль катализаторов процессов синтеза геополимеров могут выполнять энзимы микроорганизмов, а также, что очень важно, переходные металлы, находящиеся в поровых растворах иловых осадков [4].

При поликонденсации образуются сначала жидкие, а позднее вязкие продукты реакций органического синтеза. В этом процессе образуются фульвовые и гуминовые кислоты, частично гумины. Они имеют пластичную консистенцию и буроватый цвет. В их состав входят биофильные металлы: железо, кобальт, ванадий, медь, никель и др. В результате процессов органического синтеза геополимеров образуются керогены.