

## О НАХОДКЕ ТВЕРДОГО БИТУМА (АНТРАКСОЛИТА) В ПЛАГИОРИОЛИТАХ ТРИАСА НА ГРАНИЦЕ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Ерохин Ю.В.**

Кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

e-mail: [erokhin-yu@yandex.ru](mailto:erokhin-yu@yandex.ru)

**Иванов К.С.**

Доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

e-mail: [ivanovks@igg.uran.ru](mailto:ivanovks@igg.uran.ru)

**Аннотация.** В работе описана первая находка твердых битумов в плагиориолитах р. Синары (Катайский район, Курганская область), входящих в состав раннетриасовой туринской вулканогенно-осадочной серии на границе Урала и Западной Сибири. По данным комплексных аналитических исследований установлена их принадлежность к группе низших антраксолитов. Образование твердого битума в кислых вулканитах р. Синары происходило на поздней стадии становления тела плагиориолитов в момент формирования халцедоновых (агатовых) миндалин и секретий. Затвердевание и выпадение антраксолита из гидротермальных растворов, по всей видимости, произошло при резком преобладании карбонат-иона, т.е. в миндалинах при кристаллизации кальцита, а в краевых зонах брекчирования плагиориолитов – другого карбоната, сидерита. Источником вещества для формирования антраксолита в плагиориолитах р. Синары могли послужить, как вмещающие осадочные породы, так и глубинные (мантийные) углеводородные флюиды.

**Ключевые слова:** антраксолит, халцедон, плагиориолит, туринская серия, ранний триас, Зауралье, Западная Сибирь.

### Введение

Туринская серия раннего триаса, представленная преимущественно кайнотипными породами риолит-базальтового состава с подчиненными прослоями песчаников и алевролитов, широко распространена вдоль восточного склона Урала и в Западной Сибири, где, главным образом, выполняет крупные субмеридианальные грабены в доюрском фундаменте. Разрез нижнемезозойских образований по реке Синара считается одним из опорных (Kirichkova, Kulikova, 2005 и др.) для понимания характера строения и состава туринской вулканогенно-осадочной серии и принимается в качестве парастратотипического для ее нижней (существенно вулканогенной) бичурской свиты (Иванов, 1974; и др.). Значимость этого разреза проявлена в двух аспектах. Прежде всего, это почти единственный разрез серии, образования которой выходят на дневную поверхность, в отличие от других разрезов вулканитов Западной

Сибири полностью перекрытых осадочных чехлом юрских и более молодых отложений. От устья реки Черная на западе до юго-восточной окраины деревни Борисово (Катайский район, Курганская область) на востоке, на протяжении 5 км наблюдается практически непрерывный разрез, где можно наблюдать все члены и петротипы серии и их соотношения друг с другом. Другой значимой чертой разреза является наличие в нем плагиориолитов. В разрезе реки Синары (по обнажениям ее левого северного берега) выявлены и выделены три характерных компонента (с запада на восток): 1) вулканогенно-осадочная толща, мощностью до 300 м, полого падающая на восток; 2) субвулканические тела плагиориолитов, секущие по отношению к этой толще; 3) дайки долеритов, прорывающие все предыдущие компоненты, включая плагиориолиты (Иванов, Расулов, 2006). По особенностям своего минерало-петрографического и химического

состава вулканогенные образования р. Синары (и сама туринская серия в целом) – это типичный представитель континентальной толеит-базальтовой формации, ее контрастного риолит-базальтового типа.

Кроме того, именно здесь вдоль всего вулканогенно-осадочного разреза, фактически на границе Урала и Западной Сибири, обнаруживаются находки углеводородов и битумов. Очевидно, что их скопления могут быть связаны с углеводородными залежами Западно-Сибирского мегабассейна, который являлся и является главным поставщиком нефти и газа в России. О такой находке твердых битумов мы и расскажем в настоящей работе.

### Методы исследования

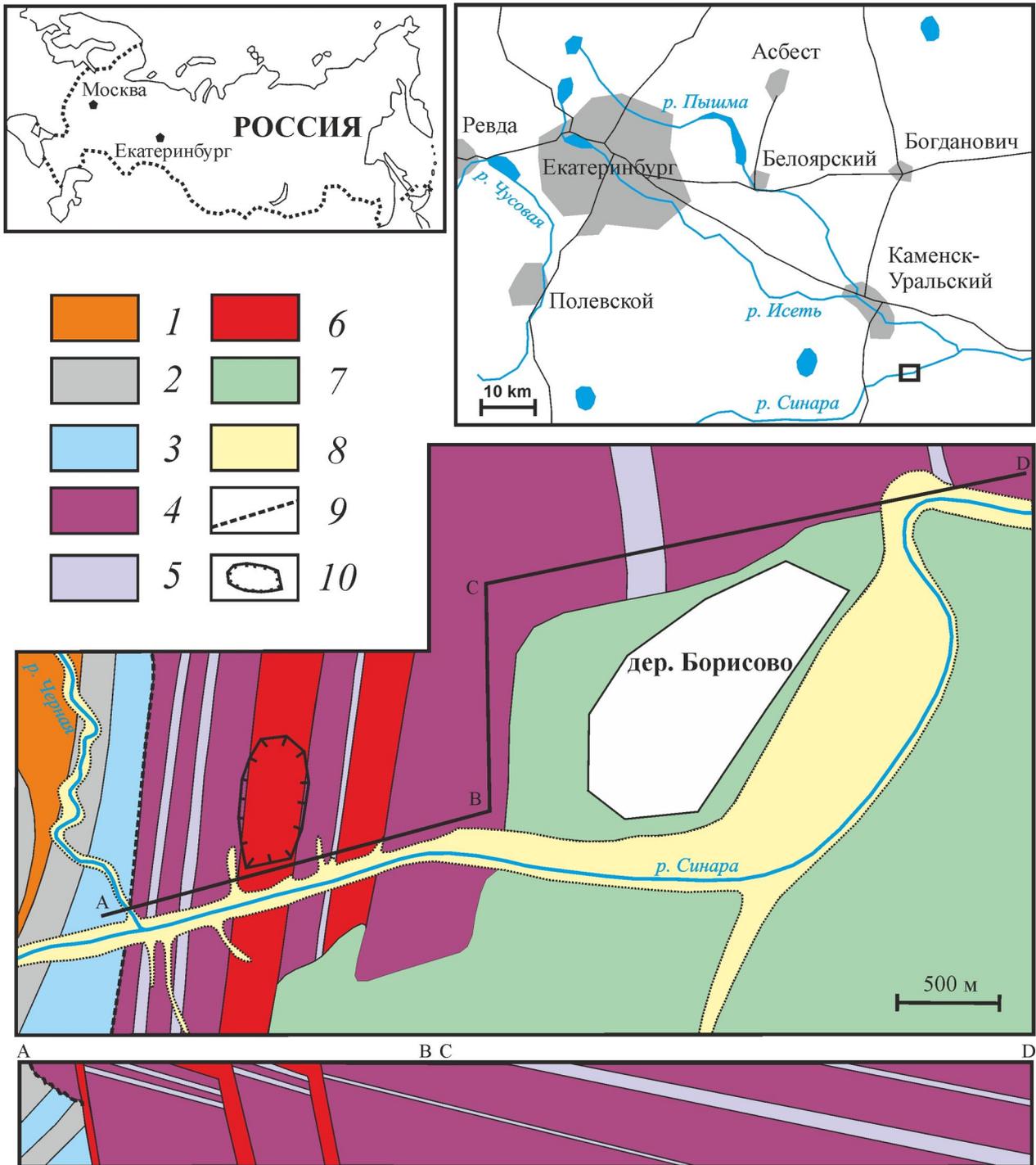
Аналитические исследования проводились в разных научных и образовательных учреждениях г. Екатеринбурга и являются вполне стандартными при изучении твердых углеводородов (Филиппов, 2013). В Уральском государственном горном университете на дифрактометре ДРОН-2.0 (аналитик Н.Г. Сапожникова) проводились исследования рентгенофазового состава твердых битумов и углистых сланцев. Изучение химического состава битума проводилось в Институте органического синтеза (ИОС) УрО РАН (аналитик Ю.Г. Ятлук) с использованием автоматического СНН-анализатора модели РЕ-2400, фирмы "Perkin Elmer", определение С, Н, N проводилось с погрешностью 0,3%. Здесь же в ИОС УрО РАН проба битума изучалась в инфракрасной области спектра на ИК Фурье-спектрометре Spectrum One B, фирмы "Perkin Elmer" (аналитик Ю.Г. Ятлук). В Институте геологии и геохимии УрО РАН проводились микрозондовые исследования на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-5 фирмы "JEOL" (аналитик Е.С. Шагалов) и сделан

дифференциальный термический анализ (ДТА) на дериватографе Q-500D (аналитик В.Г. Петрищева).

### Геологическое положение и возраст плагиориолитов

Изученный разрез расположен в Зауральской мегазоне, которая является самой восточной структурой обнаженной части Уральского складчатого пояса и имеет, по всей видимости, аккреционную природу. В этой мегазоне развиты весьма пестрые по составу палеозойские вулканогенные и осадочные толщи. В поздней перми и начале триасового периода во время ограниченного пост-коллизийного растяжения и суперплюмового магматизма (Ivanov et al., 2013) в Зауральской мегазоне сформировалась система сбросов и молодых грабенов с интенсивным проявлением риолит-базальтового магматизма. По последним изотопным данным, мощный трапповый вулканизм начался практически одновременно на огромной территории от Урала до Центральной Сибири (около 250 млн лет), и продолжался в виде затухающих импульсов еще около 20 млн лет (Reichow et al., 2009b; и др.).

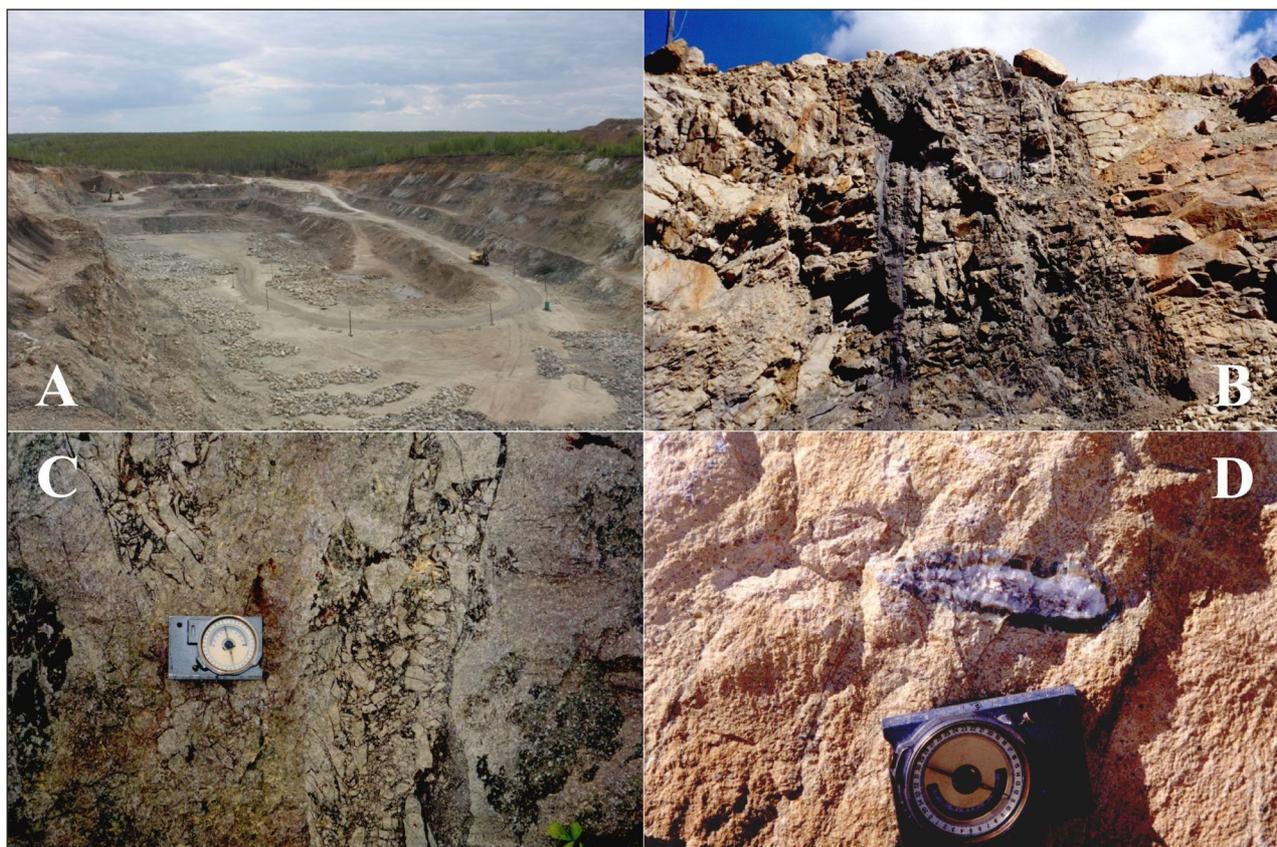
Изученные нами риолиты залегают в породах бичурской свиты триасового периода, которая сложена конгломератами, туфопесчаниками основного состава, песчаниками с прослоями углисто-глинистых аргиллитов и мощными пластами базальтов (Малютин и др., 1977). Вдоль берега реки Синары обнажения кислые вулканы наблюдаются на протяжении 1-1,5 км. Они слагают две крупные экструзии мощностью от 200 до 500 м, контакты с вмещающими породами, как правило, резкие и рвущие. Общее падение риолит-базальтового комплекса и вмещающих пород восточное, с углами 40-50°, породы разреза омолаживаются в восточном направлении (рис. 1).



**Рис. 1.** Место расположения и характер залегания плагиориолитов на р. Синара (по (Иванов, 1974) с упрощениями и дополнениями авторов). Условные обозначения: 1 – гранит-порфиры карбона; 2 – известняки карбона; 3 – глинистые сланцы карбона; 4 – базальты и гиалокластиты триаса; 5 – аргиллиты, алевролиты и песчаники триаса; 6 – плагиориолиты триаса; 7 – покровные отложения мела и палеогена; 8 – современные четвертичные отложения; 9 – тектонические нарушения; 10 – щебеночный карьер.

В самом крупном теле риолитов заложен действующий щебеночный карьер (рис. 2А). Вулканы иногда прорваны дайками диабазов, мощностью до 10 метров, которые хорошо выделяются темной окраской

(рис. 2В). В риолитах отмечаются текстуры течения и зоны дробления, залеченные агрегатом сидерита с включениями твердых битумов (рис. 2С).



**Рис. 2.** А – внешний вид щебеночного карьера близ дер. Борисово на р. Синара, В – дайка диабазов прорывающая тело плагиориолитов, С – раздробленные и брекчированные плагиориолиты с включениями твердых битумов, В – миндалина агата в плагиориолите.

По химическому составу кислые вулканиты относятся к плагиориолитам, иногда переходя в дациты. Плагиориолиты сложены слабоизмененным стеклом с крупными вкрапленниками анортоклаза (до 0,5 см); кроме того, отмечались фторапатит, шамозит-сидеритовые агрегаты (возможно, псевдоморфозы по первичному железистому пироксену), ферроалюминоселадонит и железистый рутил (Иванов и др., 2002).

В плагиориолитах наблюдаются частые агатовые миндалины и секретиции (размером от первых см до 20-30 см), выполненные как чисто халцедоном (рис. 2D), так и карбонат-халцедоном агрегатом. Количество миндалин в плагиориолитах увеличивается к восточному контакту, т.е. к верхней части экструзивного тела, и именно в них нами были обнаружены незначительные скопления твердых битумов. Интересно, что в коре

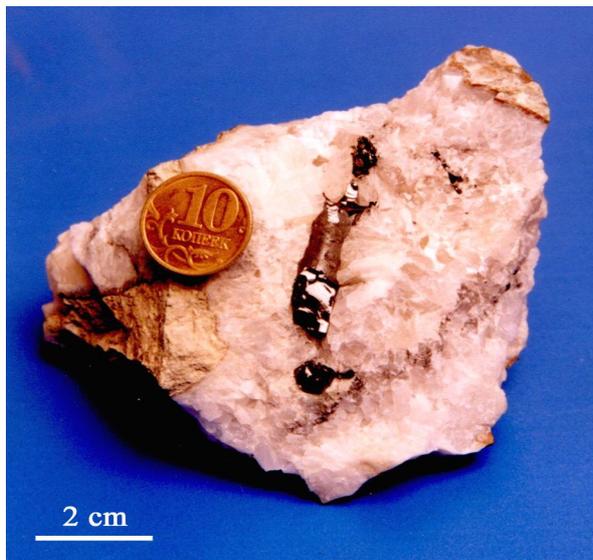
выветривания плагиориолитов располагалось небольшое месторождение агатов, ныне скрытое щебеночным карьером. GPS-координаты места отбора образцов плагиориолитов с битумом – N 56°22.565', E 62°11.202'.

В силу высокой значимости объекта для региональной геологии, обнажающиеся здесь вулканиты неоднократно датировались. К началу 1970-х годов имелось не более десятка К-Аг-определений, главным образом по кислым вулканитам, давших цифры в интервале 235-162 млн лет (Иванов, 1974). Более современная аналитика показала, что Аг-Аг возраст плагиоклаза из толщи базальтов равняется  $244,9 \pm 1,2$  млн лет, а плагиориолиты, датированные U-Pb методом по цирконам, имеют возраст около 250 млн лет (Reichow et al., 2009a; Пучков, 2010). Недавно полученные изотопные U-Pb датировки (SHRIMP-II) цирконов из

плагиориолитов, показали неоднозначные возраста с разбегом от 284 до 229 млн лет и значительной популяцией в области  $235 \pm 2$  млн лет, а также с присутствием явно реликтового зерна с датировкой более 2 млрд лет (Chuvashov et al., 2013). На данный момент в региональных геологических картах возраст риолит-базальтовой толщи принимается как раннетриасовый.

### Результаты изучения твердого битума

В многочисленных миндалинах агата, особенно в карбонат-халцедоновых агрегатах, часто отмечаются черные шарики и эллипсы твердого битума, размером до 1,5 см, иногда вытянутые вплоть до образования червеобразных выделений, достигающих 5 см в длину и 1 см в сечении (рис. 3).



**Рис. 3.** Выделение черного антраколита в карбонат-халцедоновой секреции. р. Синара, дер. Борисово.

Наибольшее их скопление наблюдается на границе халцедона с карбонатом, в котором они слагают тонко рассеянную вкрапленность в виде мельчайших сфероидов, размером в доли мм. Благодаря этому карбонат приобретает серую окраску. В некоторых случаях подобные

выделения наблюдались в краевых зонах экструзии среди брекчированных плагиориолитов (со следами хрупко-пластичного течения) в интерстициях обломков породы. Здесь они слагают ксеноморфные зерна в массе тонкозернистого сидерита. Черное вещество имеет сильный блеск, не просвечивает в тонких сколах, излом раковистый. Твердость около 3 по шкале Мооса. При нагревании не плавится. Рентгенофазовое изучение битума показало наличие двух размытых больших отражений 27,6 и 3,58 (в ангстремах), что позволило отнести их к угольным стеклам, так называемым витринитам. Более всего они подходили к эувитринитам (гелифицированные целлюлозные компоненты каменных углей), но эталонные эувитриниты относятся к легкоплавким материалам в отличие от наших образцов.

ИК-спектр битума показал большое количество полос поглощения ( $\text{см}^{-1}$ ): 3047, 2922, 2853, 1907, 1600, 1496, 1439, 1372, 1211, 1033, 948, 872, 830, 809, 751, 647, 582, 470 (рис. 4).

Расшифровка спектра проводилась нами по справочным данным (Еремин и др., 1980; Химия..., 1988). На спектре отчетливо выделяется полоса поглощения  $3047 \text{ см}^{-1}$ , которая относится к валентным колебаниям ароматических и олефиновых C-H связей, а полосы 872, 809,  $751 \text{ см}^{-1}$  являются деформационными колебаниями этих связей. Область спектра  $2700\text{-}3000 \text{ см}^{-1}$  обусловлена валентными колебаниями алифатических C-H связей с максимумами 2922 и  $2853 \text{ см}^{-1}$ , а полосы 1439,  $1372 \text{ см}^{-1}$  относятся к деформационным колебаниям указанных структур (хотя возможно они вызваны присутствием карбонатного материала). Небольшая область поглощения в  $1907 \text{ см}^{-1}$  обусловлена колебанием группы C=O. Наиболее сильная полоса поглощения расположена в области  $1600 \text{ см}^{-1}$  и чаще

всего относится к валентным колебаниям ароматических C=C связей. Полосы поглощения 1211, 1033, 948  $\text{cm}^{-1}$  характерны для колебаний углерод-кислородных связей в простых эфирных группах, при этом пик при 1033  $\text{cm}^{-1}$

может говорить о наличии групп S=O. Небольшое поглощение в области 3400  $\text{cm}^{-1}$  связывается с колебанием N-H. В целом образец показал стандартный набор полос поглощения характерный для многих углеводов и углей.

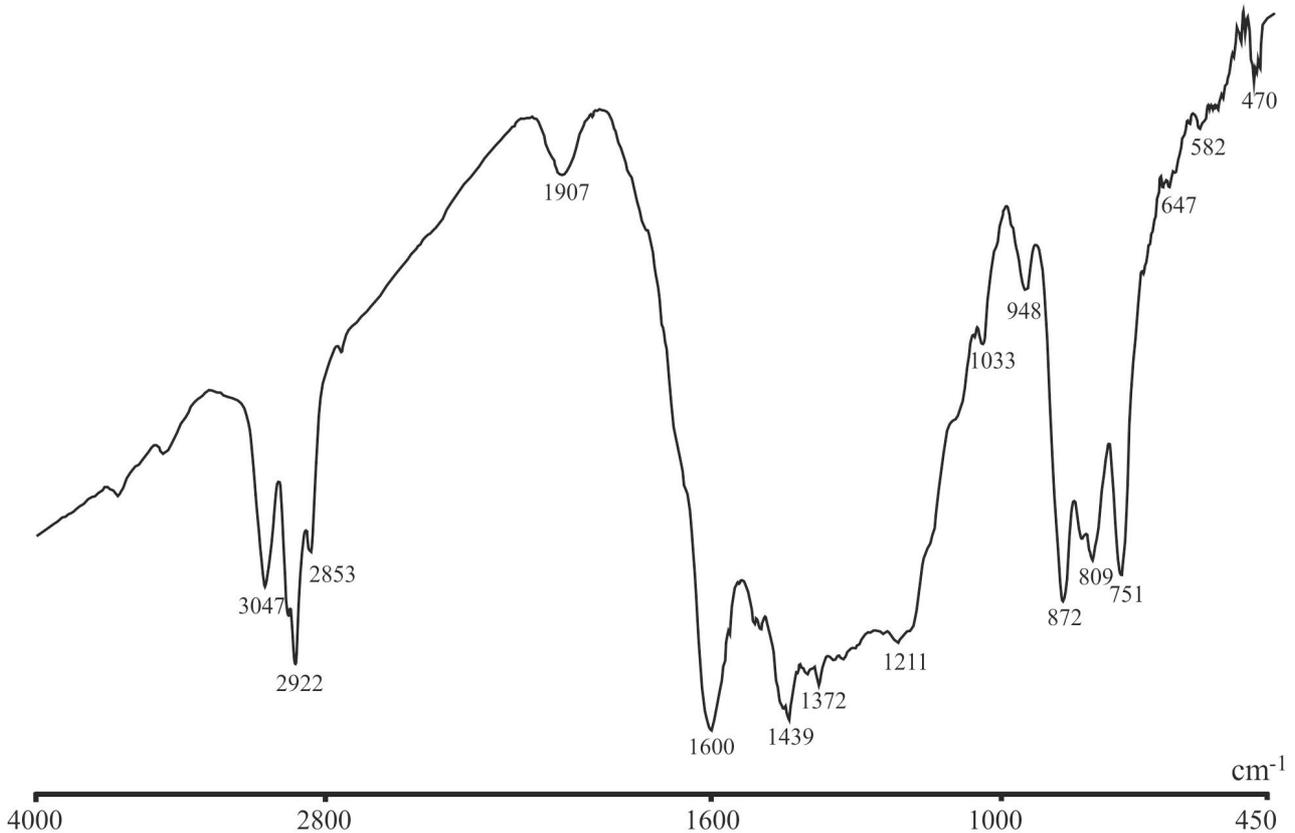


Рис. 4. ИК-спектр антраколита из агатовой секреции в плагиориолитах.

Исследование вещества методом дифференциального термического анализа в одном случае дало хорошо выраженный экзотермический эффект в области 565°C, другом случае более размытый эффект с максимумом в области 580°C, но с большим количеством пиков в интервале 380-630°C (рис. 5), что позволяет относить вещество к керитам или низшим антраколитам (Черевко, 1999). Химический состав битума следующий (по двум замерам): C – 90,06-90,57%; H – 3,98-4,09%; N – 0,99-1,53%. Средний показатель  $(\text{H/C})_{\text{ат}}$  равняется 0,53. Кроме того, микрондовыми исследованиями в нем обнаружены примеси серы на уровне первых процентов (от следов до 2,1 мас.%). По всем выше приведенным

аналитическим признакам, твердые битумы обнаруженные в плагиориолитах р. Синары относятся к антраколитам (Hunt, 1978; Филиппов, 2013; и мн. др.). Причем по количественным характеристикам, в классификации каустобиолитов, они попадают в группу низших антраколитов (Орлов, Успенский, 1936; Филиппов, 2011). При этом сами антраколиты относят к так называемым пиробитумам (Landis, Castano, 1995), а все твердые углеводороды Международный Комитет по Угольной и Органической петрологии рекомендует относить к миграбитумам и помещает их в группу эксудатинита (Филиппов, 2013).

Интересно, что подобные находки твердых углеводородов в кислых

осадочные породы (Stasiuk, 1997 и мн. др.) или гидротермально-сульфидные месторождения (Rasmussen, Buick, 2000 и мн. др.). Наиболее похожая (с изученным нами объектом) ситуация отмечается на медно-сульфидных месторождениях Чили, где риолит-андезитовые потоки мелового возраста переслаиваются с углеродсодержащими осадками и антраксолит встречается

там в гидротермальных карбонатных жилах (Wilson, 2000). Кроме того, отмечаются немногочисленные находки антраксолитов связанные с эффузивными породами (Богемия, п-ов Крым, Урал, Карелия), в которых битумы обычно концентрируются в миндалинах и в межподушечном пространстве (Филиппов, 2013; Jehlička et al., 2003 и др.).

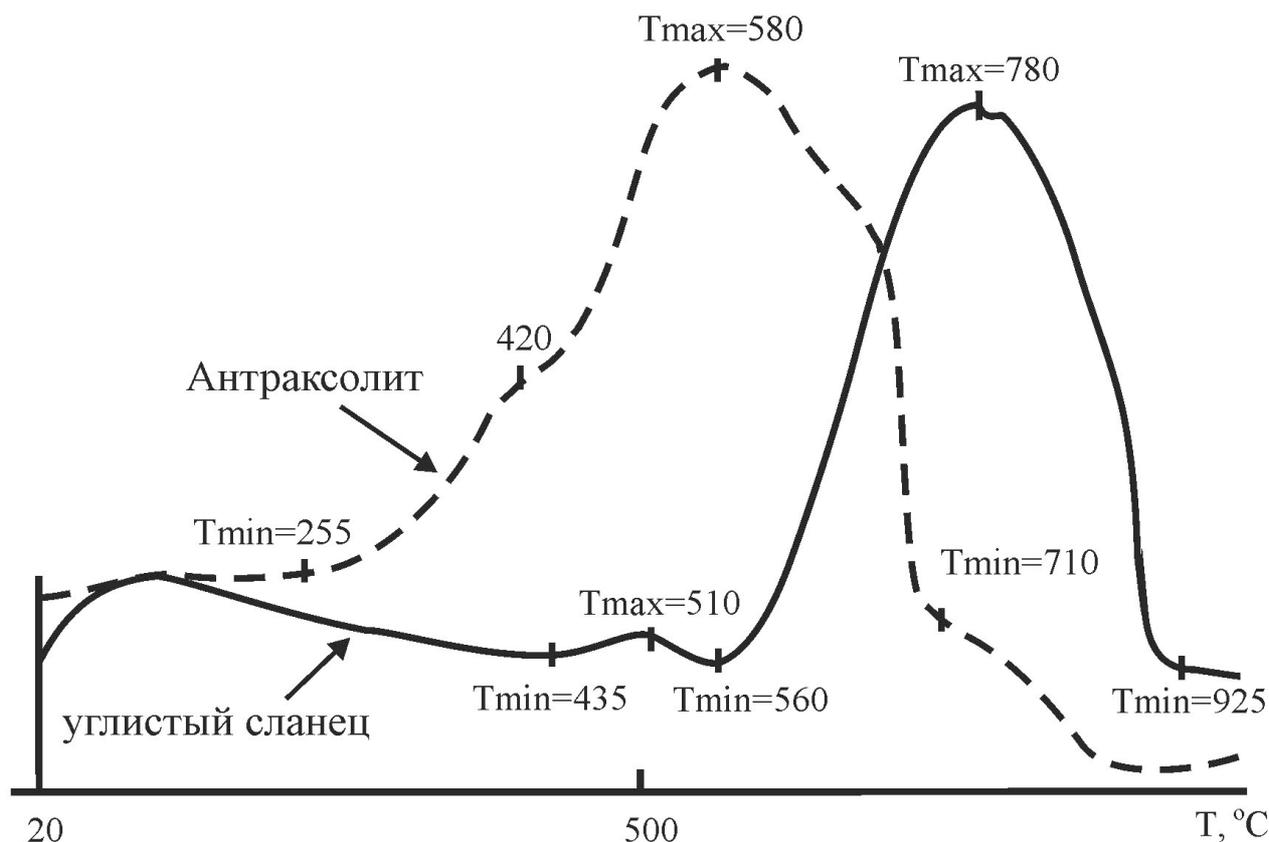


Рис. 5. Термограммы антраксолита и углистого сланца из плагиориолитов.

### Обсуждение результатов

Происхождение твердых битумов в телах плагиориолитов может объясняться двумя, по-видимому, равновероятными гипотезами.

По первой (и наиболее распространенной) гипотезе, субстратом для образования этих битумов послужили вмещающие песчаники с прослоями углисто-глинистых сланцев. В краевой зоне экструзивного тела плагиориолитов нами отмечались ксенолиты углистых сланцев, размером до 5-10 см. Их

минеральный состав по данным рентгеноструктурного анализа не сильно отличается от окружающих их вулканитов: кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз и слюда. Очевидно, что углистые сланцы испытали метасоматические и температурные преобразования в процессе нахождения в кислой лаве. Органическое вещество удалось установить только методом ДТА, его содержание составляет около 1% и экзотермический пик находится в интервале 435-560°C с максимумом в 510°C (см. рис. 5). Эти следы углеводорода можно соотнести с

сланцев. Кроме того, по данным ДТА в углистом сланце содержится 8,5% мелкочешуйчатого (0,001-0,005 мм) графита, видимо часть органического вещества все же подверглась метаморфическим преобразованиям. Вполне вероятно, что при внедрении плагиориолитов прорывались толщи песчаников и глинистых сланцев с органическими остатками, вследствие чего в вулканитах сформировалось большое количество углистых ксенолитов. При прогреве этих ксенолитов (как и вмещающих осадочных пород), часть органического вещества возгонялось и циркулировало с гидротермальными растворами в краевой части плагиориолитового массива, а часть – испытывала метаморфизм, перешло в графит. По всей видимости, углеводороды постоянно находились в гидротермальной системе, но отмечаться они стали только на карбонатной стадии. Скорей всего, при образовании карбоната они резко приобрели твердое состояние в виде антраксолита, а до этого находились в газовой-жидком состоянии, что и объясняет их сферическую форму. Толчком к этому процессу послужило резкое преобладание в гидротермальной системе карбонат-иона; в миндалинах при росте кальцита, а в брекчированных плагиориолитах при образовании тонкозернистого сидерита, т.е. также карбоната.

По второй гипотезе, формирование твердых углеводородов могло происходить за счет глубинных флюидных источников. Если рассматривать риолит-базальтовую формацию Зауральской зоны, как результат влияния мантийного суперплюма, приведшего к формированию грабенов по всей Западной Сибири (Dobretsov, 2003 и др.), то антраксолит мог сформироваться за счет привноса глубинных (мантийных) углеводородов. Теория abiогенного происхождения

нефти и газа в последнее время набирает большое количество сторонников (Кудрявцев, 1973; Kucherov et al., 2002; Glashby, 2006; Ivanov et al., 2010; и мн. др.), в том числе и по данным изучения месторождений Западной Сибири (Fedorov et al., 2007; Тимурзиев, 2014; и др.). Кроме того, abiогенные углеводороды недавно были обнаружены в продуктах современного вулканизма на Камчатке (Силаев и др., 2016).

Какая из представленных гипотез является правильной, сказать достаточно затруднительно. Для уверенного определения источника вещества твердых углеводородов, по всей видимости, потребуется провести дополнительные изыскания в виде изотопии углерода и кислорода.

### Заключение

Таким образом, нами сделана первая находка твердых битумов в плагиориолитах р. Синары (Катайский район, Курганская область), входящих в состав раннетриасовой туринской вулканогенно-осадочной серии на границе Урала и Западной Сибири. По данным комплексных аналитических исследований (химический, ДТА, ИК и рентгенофазовый анализы) установлена их принадлежность к группе низших антраксолитов. Образование твердого битума в кислых вулканитах р. Синара происходило на поздней стадии становления тела плагиориолитов в момент формирования многочисленных халцедоновых (агатовых) миндалин и секретий. Затвердевание и выпадение антраксолита из гидротермальных растворов произошло при резком преобладании карбонат-иона, т.е. в миндалинах при кристаллизации кальцита, а в краевых зонах брекчирования плагиориолитов – сидерита. Источником для формирования синарского антраксолита могли послужить, как вмещающие осадочные породы, так и

глубинные (мантийные) углеводородные флюиды. Находки твердых битумов в кислых вулканитах р. Синара редки и не имеют промышленного значения, но они, благодаря своим крупным размерам, могут являться прекрасным коллекционным и музейным материалом.

### Благодарности

Авторы благодарны всем упомянутым в рукописи аналитикам за выполненные исследования битума. Кроме того, отдельное спасибо мы выражаем нашим коллегам и, к сожалению, ныне покойным друзьям, К.П. Иванову и А.Т. Расулову за помощь в проведенных работах.

Исследования проводятся при поддержке Российского научного фонда (проект № 16-17-10201 "Фундамент Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна: геодинамическая история, оценка перспектив нефтеносности").

### Литература

- Еремин И.В., Лебедев В.В., Цикарее Д.А. Петрография и физические свойства углей. М.: Недра, 1980. 183 с.
- Иванов К.П. Триасовая трапповая формация Урала. М.: Наука, 1974. 155 с.
- Иванов К.П., Расулов А.Т. О фациальной природе тел кислых вулканитов триаса Урала // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 53-56.
- Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Смирнов В.Н., Слободчиков Е.А. Рифтогенез на Среднем Урале (комплексы и структуры растяжения в истории развития Среднего Урала). Путеводитель геологических экскурсий Международной научной конференции "Рифты литосферы". Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 91 с.
- Кудрявцев Н.А. Генезис нефти и газа. Л.: Недра, 1973. 216 с.
- Малютин Н.Б., Смирнов Е.П., Дегтева М.Н. Геологическое строение складчатого фундамента в Среднем Зауралье. М.: Недра, 1977. 223 с.
- Орлов Н.А., Успенский В.А. Минералогия каустобиолитов. М.: Изд-во АН СССР, 1936. 198 с.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
- Силаев В.И., Аникин Л.П., Вергасова Л.П., Васильев Е.А., Мартиросян О.В., Смолева И.В., Чубаров В.М., Петровский В.А. Абиогенные органические полимеры в продуктах современного вулканизма // Вестник Пермского университета, 2016. Серия: геология. Вып. 3 (32). С. 21-33.
- Тимурзиев А.И. Мантийные очаги генерации углеводородов: геолого-физические признаки и прогнозно-поисковые критерии картирования; закономерности нефтегазоносности недр как отражение разгрузки в земной коре мантийных УВ-систем // Горные ведомости, 2014. №4 (119). С. 8-30.
- Филиппов М.М. Актуальные проблемы изучения антраксолитов // Записки РМО, 2011. № 3. С. 109-120.
- Филиппов М.М. Антраксолиты. СПб.: ФГУП "ВНИГРИ", 2013. 296 с.
- Химия и переработка угля. Под ред. В.Г. Липовича. М.: Химия, 1988. 216 с.
- Черевко Н.К. Твердые битумы Европейского Северо-Востока России. Екатеринбург: КомиНЦ РАН, 1999. 101 с.
- Chuvashov B.I., Bochkarev V.S., Sobolev N.N., Larionov A.N. New U-Pb data on the age of rhyolite from Middle Zauralye: evidence for change of crustal geodynamic regimes // Doklady Earth Sciences, 2013. Vol. 451. Part 1. P. 775-778.
- Dobretsov N.L. Evolution of structures of the Urals, Kazakhstan, Tien Shan, and Altai-Sayan region within the Ural-Mongolian fold belt (Paleo-Asian ocean) // Geology and Geophysics, 2003. Vol. 44. № 1-2. P. 5-27. (in Russian)
- Fedorov Yu.N., Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Ronkin Y.L. Inorganic geochemistry of the oil of West Siberia: first ICP-MS data // Doklady Earth Sciences, 2007. Vol. 414. Part 1. P. 634-637.
- Glashby G.P. Abiogenic Origin of Hydrocarbons: An Historical Overview // Resource geology, 2006. Vol. 56. № 1. P. 85-98.
- Hunt J.M. Characterization of bitumens and coals // AAPG Bull., 1978. Vol. 62/2. P. 301-303.
- Jehlička J., Svatos A., Frank O. et al. Evidence for fullerenes in bitumen from pillow lavas of proterozoic age from Mitov // Geochim. Cosmochim. Acta, 2003. Vol. 67. № 8. P. 1495-1506.
- Ivanov K.S., Fedorov Y.N., Petrov L.A., Shishmakov A.B. The nature of biomarkers in oils // Doklady Earth Sciences, 2010. Vol. 432. Part 1. P. 626-630.

22. Ivanov K.S., Puchkov V.N., Fyodorov Yu.N., Erokhin Yu.V., Pogromskaya O.E. Tectonics of the Urals and adjacent part of the West-Siberian platform basement: main features of geology and development // *Journal of Asian Earth Sciences*, 2013. Geological Evolution of Asia. Vol. 72. Pp. 12-24.
23. Kirichkova A.I., Kulikova N.K. The problem of correlation between Triassic continental sequences of Southern Germany, the Timan-Pechera region, and Eastern Urals // *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2005. Vol. 13. № 4. P. 416-429.
24. Kucherov V.G., Bendeliani N.A., Alekseev V.A., Kenney J.F. Hydrocarbon synthesis from minerals under pressure to 5 GPa // *Doklady Earth Sciences*, 2002. Vol. 387. № 6. P. 789-792. (in Russian)
25. Landis C.R., Castano J.R. Maturation and bulk chemical properties of a suite of solid hydrocarbons // *Organic Geochem.*, 1995. Vol. 22. № 1. P. 137-149.
26. Rasmussen B., Buick R. Oily old ores: evidence for hydrothermal petroleum generation in an archaean volcanogenic massive sulfide deposit // *Geology*, 2000. Vol. 28. № 8. P. 731-734.
27. Reichow M.K., Barfod D.N., Condon D.J., Mark D.F., Millar I.L., Puchkov V.N., Saunders A.D., Ardislamov F. The Siberian Traps volcanism and its environmental impact through Permian-Triassic times. Portland, USA, 2009a. Vol. 84: *Volcanism, Impacts, Mass Extinctions, and Global Environmental Change*. 133 p.
28. Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Allen M.B., Andreichev V.L., Buslov M.M., Davies C.E., Fedoseev G.S., Fitton J.G., Inger S., Medvedev A.Ya., Mitchell C., Puchkov V.N. The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implications for the end-Permian environmental crisis // *Earth and Planetary Sci. Letters*, 2009b. Vol. 277. Is. 1-2. P. 9-20.
29. Stasiuk L.D. The origin of pyrobitumens in upper Devonian Leduc formation gas reservoirs, Alberta, Canada: an optical and EDS study of oil to gas transformation // *Marine and petroleum geol.*, 1997. Vol. 14. № 7/8. P. 915-929.
30. Wilson N.S.F. Organic petrology, chemical composition, and reflectance of pyrobitumen from the El Soldado Cu deposit, Chile // *Int. J. Coal Geol.*, 2000. Vol. 43. P. 52-82.

### Reference

1. Eremin IV, Lebedev VV, Tsikaree DA Petrography and physical properties of coals. M.: Nedra, 1980. 183 p.
2. Ivanov K.P. Triassic trap formation of the Urals. M.: Nauka, 1974. 155 p.
3. Ivanov KP, Rasulov AT On the facial nature of the bodies of acidic volcanics of the Urals Triassic //

- Yearbook-2005. Ekaterinburg: IGG UrB RAS, 2006. P. 53-56.
4. Ivanov KS, Erokhin Yu.V., Smirnov VN, Slobodchikov EA Riftogenesis in the Middle Urals (complexes and structures of extension in the history of the Middle Urals). Guide to geological excursions of the International Scientific Conference "Rifts of the lithosphere". Ekaterinburg: UrO RAN, 2002. 91 p.
5. Kudryavtsev NA The genesis of oil and gas. L.: Nedra, 1973. 216 with.
6. Malyutin NB, Smirnov EP, Degteva M.N. The geological structure of the folded basement in the Middle Trans-Urals. M.: Nedra, 1977. 223 p.
7. Orlov NA, Uspensky V.A. Mineralogy of caustobioliths. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1936. 198 p.
8. Puchkov V.N. Geology of the Urals and the Urals (actual issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). Ufa: DesignPolygraph Service, 2010. 280 c.
9. Silaev VI, Anikin LP, Vergasova LP, Vasiliev EA, Martirosyan OV, Smoleva IV, Chubarov VM, Petrovsky VA Abiogenic organic polymers in products of modern volcanism // *Bulletin of Perm University*, 2016. Series: geology. Issue. 3 (32). Pp. 21-33.
10. Timurzиеv A.I. Mantle foci of hydrocarbon generation: geological and physical features and forecasting and search criteria for mapping; regularities of the oil and gas potential of the subsoil as a reflection of unloading in the earth's crust of mantle UV systems // *Mining Vedomosti*, 2014. №4 (119). Pp. 8-30.
11. Filippov M.M. Actual problems of studying anthracolites // *Zapiski RMO*, 2011, No. 3. P. 109-120.
12. Filippov M.M. Anthracolites. St. Petersburg: FGUP VNIGRI, 2013. 296 p.
13. Chemistry and coal processing. Ed. V.G. Lipovich. Moscow: Chemistry, 1988. 216 p.
14. Cherevko NK Solid bitumen of the European North-East of Russia. Ekaterinburg: Kominets RAS, 1999. 101 p.
15. Chuvashov B.I., Bochkarev V.S., Sobolev N.N., Larionov A.N. New U-Pb data on the age of rhyolite from Middle Zauralye: evidence for change of crustal geodynamic regimes // *Doklady Earth Sciences*, 2013. Vol. 451. Part 1. P. 775-778.
16. Dobretsov N.L. Evolution of the structures of the Urals, Kazakhstan, Tien Shan, and Altai-Sayan region within the Ural-Mongolian fold belt (Paleo-Asian ocean) // *Geology and Geophysics*, 2003. Vol. 44. № 1-2. P. 5-27. (in English)
17. Fedorov Yu.N., Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Ronkin Y.L. Inorganic geochemistry of the oil of West Siberia: first ICP-MS data // *Doklady Earth Sciences*, 2007. Vol. 414. Part 1. P. 634-637.
18. Glashby G.P. Abiogenic Origin of Hydrocarbons: An Historical Overview // *Resource geology*, 2006. Vol. 56. № 1. P. 85-98.
19. Hunt J.M. Characterization of bitumens and coals // *AAPG Bull.*, 1978. Vol. 62/2. P. 301-303.
20. Jehlička J., Svatos A., Frank O. et al. Evidence for fullerenes in bitumen from pillow lavas of proterozoic age from Mitov // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2003. Vol. 67. № 8. P. 1495-1506.

21. Ivanov K.S., Fedorov Y.N., Petrov L.A., Shishmakov A.B. The nature of biomarkers in oils. Doklady Earth Sciences, 2010. Vol. 432. Part 1. P. 626-630.
22. Ivanov K.S., Puchkov V.N., Fyodorov Yu.N., Erokhin Yu.V., Pogromskaya O.E. Tectonics of the Urals and the adjacent part of the West-Siberian platform basement: main features of geology and development // Journal of Asian Earth Sciences, 2013. Geological Evolution of Asia. Vol. 72. Pp. 12-24.
23. Kirichkova A.I., Kulikova N.K. The problem of the correlation between the Triassic continental sequences of Southern Germany, the Timan-Pechera region, and Eastern Urals, Stratigraphy and Geological Correlation, 2005. Vol. 13. № 4. P. 416-429.
24. Kucherov V.G., Bendeliani N.A., Alekseev V.A., Kenney J.F. Hydrocarbon synthesis from minerals under pressure to 5 GPa // Doklady Earth Sciences, 2002. Vol. 387. No. 6. P. 789-792. (in English)
25. Landis C.R., Castano J.R. Maturation and bulk chemical properties of a complex of solid hydrocarbons // Organic Geochem., 1995. Vol. 22. No. 1. P. 137-149.
26. Rasmussen B., Buick R. Oily old ores: evidence for hydrothermal petroleum generation in an archaean volcanogenic bulk sulfide deposit // Geology, 2000. Vol. 28. No. 8. P. 731-734.
27. Reichow M.K., Barfod D.N., Condon D.J., Mark D.F., Millar I.L., Puchkov V.N., Saunders A.D., Ardislamov F. The Siberian Traps volcanism and its environmental impact through Permian-Triassic times. Portland, USA, 2009a. Vol. 84: Volcanism, Impacts, Mass Extinctions, and Global Environmental Change. 133 p.
28. Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Allen M.B., Andreichev V.L., Buslov M.M., Davies C.E., Fedoseev G.S., Fitton J.G., Inger S., Medvedev A.Ya., Mitchell C., Puchkov V.N. The timing and extent of the destruction of the Siberian Traps: The Implications for the End-Permian Ecological Crisis // Earth and Planetary Sci. Letters, 2009b. Vol. 277. Is. 1-2. P. 9-20.
29. Stasiuk L.D. The origin of pyrobitumens in the upper Devonian Leduc formation gas reservoirs, Alberta, Canada: an optical and EDS study of oil to gas transformation. Marine and petroleum geol., 1997. Vol. 14. № 7/8. P. 915-929.
30. Wilson N.S.F. Organic petrology, chemical composition, and reflectance of pyrobitumen from the El Soldado Cu deposit, Chile // Int. J. Coal Geol., 2000. Vol. 43. P. 52-82.



## ON THE FINDING OF THE SOLID BITUMEN (ANTHRAXOLITE) IN THE TRIAS PLAGIORHYOLITES ON THE BORDER OF THE URAL AND WESTERN SIBERIA

| <i>Erokhin Yuriy</i>  | <i>Ivanov Kirill</i>  |
|---|---|
| PhD in Geology, Leading Researcher, Institute of Geology and Geochemistry, Ural branch, RAS, Russia | Doctor of Science (Geology), professor, Head of Laboratory, Institute of Geology and Geochemistry, Ural branch, RAS, Russia |
| e-mail: <a href="mailto:erokhin-yu@yandex.ru">erokhin-yu@yandex.ru</a>                              | e-mail: <a href="mailto:ivanovks@igg.uran.ru">ivanovks@igg.uran.ru</a>  |

**Abstract:** This paper describes the discovery of the first solid bitumen in the plagiorthyolites of Sinara River (Kataysky District, Kurgan Oblast), which are part of the Early Triassic Turin volcanic-sedimentary series on the border of the Ural and Western Siberia. According to data provided by complex analytical studies, they were classified as low anthraxolites. It was found that the formation of solid bitumen in acidic volcanic rocks of Sinara River occurred during the late stage of establishment of the plagiorthyolite body during the formation of chalcedonic (agate) amygdales and secretions. Solidification and sedimentation of anthraxolite from hydrothermal solutions apparently took place under a radical prevalence of the carbonate ion, i.e. in the amygdales during the crystallization of calcite, while in the edge zones of brecciation of plagiorthyolite – of another carbonate, siderite. The source of the substance for the formation of anthraxolite in plagiorthyolites of Sinara River could be both the enclosing sedimentary rocks and deep (mantle) carbohydrate fluids.

**Keywords:** anthraxolite, chalcedony, plagiorthyolite, Early Triassic period, Trans-Ural.

© Ерохин Ю.В., Иванов К.С., 2017