

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О «НЕТИПИЧНОЙ» ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ БУРЫХ УГЛЕЙ ЮЖНОУРАЛЬСКОГО БАСЕЙНА

В последнее время в литературе появились публикации, посвященные «нетипичной» геохимической специализации углей и находкам в них специфических минералов [Радомская и др., 2003; Середин, 2004]. В связи с этим нами было проведено изучение геохимии южноуральских бурых углей, результаты которого приводятся ниже.

Буроугольные формации южноуральского типа распространены в южной части Предуральского прогиба, где к северу от р. Сакмары расположено более пятидесяти месторождений (рис. 1). Бассейн угленакопления подразделяется на три субширотные зоны (с севера на юг): Ашинско-Стерлитамакскую, Стерлитамакско-Мелеузовскую и Сакмаро-Бельскую, каждой из которых присущ различный характер углепроявлений и разные типы месторождений. Крупнейшие из объектов, в которых сосредоточено

свыше 80% запасов угля — Репьевское, Хабаровское, Тюльганское, Маячное, Бабаевское и другие месторождения, — группируются на территории около 4000 км² в южной части площади, в пределах Сакмаро-Бельского водораздела. Большая часть буроугольных залежей представлена пластообразными или же крупными линзообразными телами переменной мощности (от 2–3 до 110 м), с размерами от десятков и сотен метров до нескольких километров. Время накопления угленосных серий определяется как поздний олигоцен — поздний миоцен включительно [Яхимович, Андрианова, 1959; Яхимович и др., 1970].

Угли бассейна являются типично бурыми, с низкой степенью углефикации. Исключительно низкая степень литификации пород, слагающих угленосные формации, а также состояние самих углей свидетельствуют о том, что эти формации не подвергались воздействию каких-либо факторов метаморфизма.

По данным химического анализа, в среднем в них содержится (на горючую массу): от 57 до 75,5% углерода, от 4,3 до 7,86% водорода, 0,6–0,9% азота, 19–24% кислорода, от 0,1 до 4% общей серы и от 8 до 33% битумов [Яхимович и др., 1970].

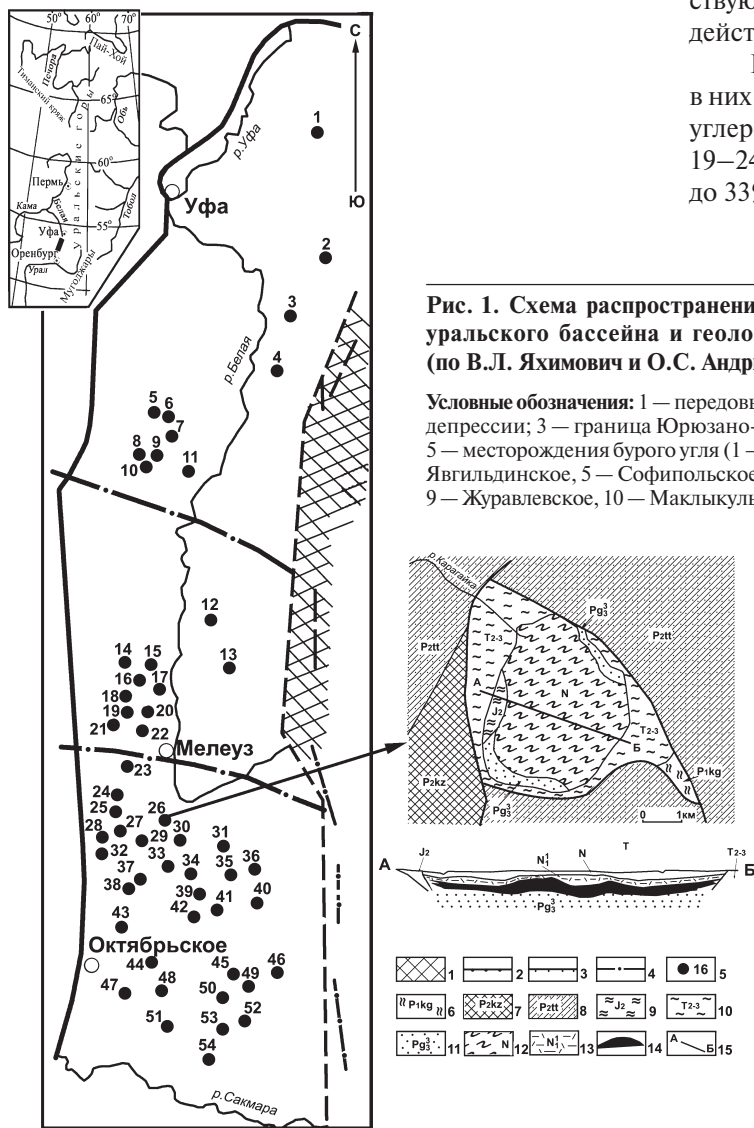
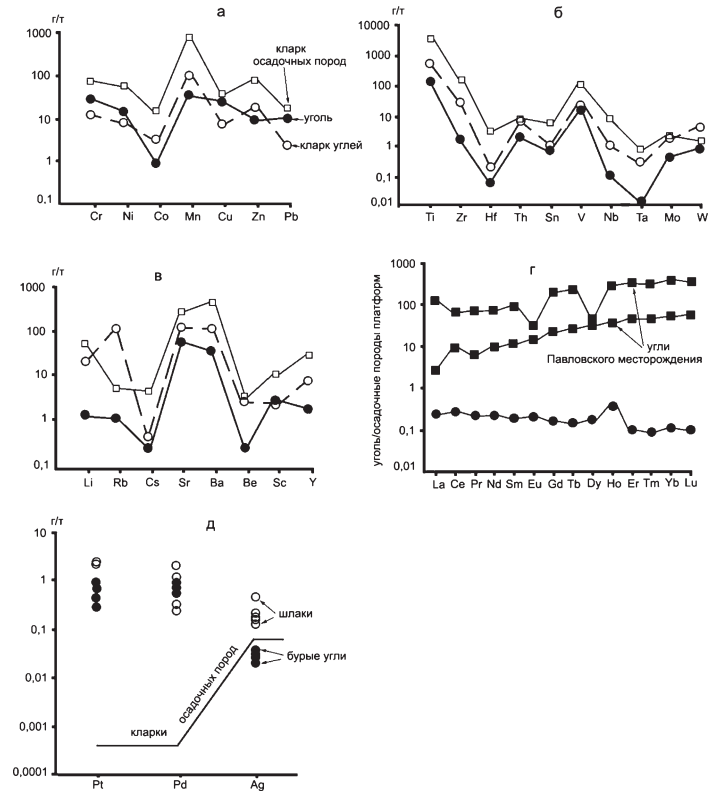


Рис. 1. Схема распространения месторождений бурого угля в пределах Южноуральского бассейна и геологическое строение Бабаевского месторождения (по В.Л. Яхимович и О.С. Андриановой [1959] с упрощениями)

Условные обозначения: 1 — передовые отложения Урала; 2 — западная граница Предуральской депрессии; 3 — граница Юрюзано-Сылвинской депрессии; 4 — тектонические нарушения; 5 — месторождения бурого угля (1 — Тавтимановское, 2 — Николаевское, 3 — Зилимское, 4 — Явгильдинское, 5 — Софипольское, 6 — Ушкатлинское, 7 — Сахановское, 8 — Наумкинское, 9 — Журавлевское, 10 — Маклыккульское, 11 — Талалаевское, 12 — Байгузинское, 13 — Ромадановское, 14 — Сухайлинское, 15 — Семеновское, 16 — Ново-Введенское, 17 — Варваринское, 18 — Ротатбашевское, 19 — Петропавловское, 20 — Тереклинское, 21 — Самородовское, 22 — Старо-Казанковское, 23 — Загребайловское, 24 — Ново-Мусинское, 25 — Шайтанское, 26 — Бабаевское, 27 — Куюргазинское, 28 — Маячное, 29 — Сандинское, 30 — Молокановское, 31 — Пинегинское, 32 — Кривлевское, 33 — Чикановское, 34 — Кунакбаевское, 35 — Филипповское, 36 — Ворошиловское, 37 — Токвановское, 38 — Юшатырское, 39 — Ново-Алексеевское, 40 — Тугустимирское, 41 — Урман-Ташлинское, 42 — Городещкое, 43 — Яман-Юшатырское, 44 — Масловское, 45 — Тюльганское, 46 — Ик-Назаровское, 47 — Свиридовское, 48 — Хабаровское, 49 — Репьевское, 50 — Боклинское, 51 — Тимашевское, 52 — Быковское, 53 — Матвеевское, 54 — Белоглинское); 6–8 — пермские отложения (6 — гипсы кунгурского яруса, 7 — красноцветные отложения казанского яруса, 8 — красноцветные отложения татарского яруса); 9 — среднеюрские континентальные отложения; 10 — пестроцветные отложения среднего и верхнего триаса; 11 — тюльганская свита верхнего олигоцена; 12 — континентальные плиоценовые отложения; 13 — куюргазинская свита нижнего миоцена; 14 — залежи бурого угля; 15 — линия разреза (масштаб разреза увеличен вдвое против плана)

Рис. 2. Геохимические диаграммы для бурых углей Южноуральского бассейна

Кларки осадочных пород и углей на диаграммах а, б и в по Я.Э. Юдовичу и др. [1985]. Угли Павловского месторождения на диаграмме г, по В.В. Середину [2004]



Для изучения геохимии бурых углей были отобраны образцы буроугольного шлама, поступающего на Кумертаускую брикетную фабрику из трех месторождений: Бабаевского, Маячного и Тюльганского. Кроме того, анализировались золошлаковые смеси из отвалов Кумертауской ТЭЦ.

Анализы были выполнены в АСИЦ ВИМС масс-спектральным (ICP–MS) и атомно-эмиссионным (ICP–AES) методами на квадрупольном масс-спектрометре с ICP «Plasma Quad» («VG», Англия) и атомно-эмиссионном спектрометре ICAP–61 («Thermo Jarrel Ash», США). Полученные результаты представлены на серии диаграмм, на которые для сравнения нанесены кларковые содержания элементов в углях и осадочных породах, заимствованные из работы Я.Э. Юдовича с соавторами [1985].

Как видно из диаграмм, изображенных на рис. 2, южноуральские бурые угли обогащены хромом, никелем и медью по сравнению с «угольными кларками» при пониженных количествах всех остальных элементов. Та же ситуация наблюдается и при анализе содержаний редкоземельных элементов: их количества оказываются ниже, чем в осадочных породах платформ и гораздо меньшими по сравнению с «минерализованными» бурыми углями Павловского месторождения (Приморье).

По количеству галлия (1,5–1,9 г/т — угольный шлам и 5,6–9,3 г/т — золошлаковые смеси) и германия (10,0–140,0 г/т и 10–12 г/т соответственно) южноуральские бурые угли занимают промежуточное

положение, характеризуясь пониженным против кларка количеством первого элемента и повышенным второго. В то же время, отличительной чертой южноуральских бурых углей являются присущие им аномальные содержания платины и палладия (и повышенные серебра) при практически полном отсутствии остальных благородных металлов. Сравнительный анализ материалов, приведенных в таблице и на диаграмме (рис. 2 д), показывает, что наблюдается четко выраженное обогащение зольных фракций платиной, палладием и серебром. При этом среднее количество Pt в золошлаковых смесях возрастает в два раза (0,6 и 1,26 г/т), Ag —

Таблица

Содержания благородных металлов в углях и золах южноуральского буроугольного бассейна (в г/т)

№	Pt	Pd	Rh	Ir	Ru	Au	Ag
1	0,71	0,57	<0,004	<0,001	<0,02	<0,001	0,03
2	0,28	0,54	<0,004	<0,001	<0,02	<0,001	0,021
3	0,91	0,90	<0,004	<0,001	<0,02	<0,002	0,036
4	0,68	0,61	<0,004	<0,001	<0,01	<0,002	0,028
5	0,42	0,72	<0,004	<0,001	<0,01	0,0034	0,027
6	0,70	0,32	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,15
7	2,4	1,1	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,15
8	2,2	2,0	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,17
9	1,0	0,55	<0,005	<0,005	<0,08	<0,002	0,55
10	0,66	0,28	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,28
11	0,57	0,24	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,24

Примечание: №№ 1–5 — буроугольный шлам со складов Кумертауской брикетной фабрики; 6–11 — золошлаковая смесь из отвалов Кумертауской ТЭЦ.

на порядок (0,03 и 0,21 г/т), а Pd изменяется от 0,67 до 0,75 г/т. Вероятнее всего обогащение является результатом термической обработки (сжигания), когда под воздействием температуры происходит выгорание углерода, что приводит к избирательной концентрации благородных металлов ввиду их тугоплавкости и слабой способности к образованию летучих соединений в процессе горения.

Для объяснения механизма образования «нетипичной» геохимической специализации бурых углей Южноуральского бассейна следует рассмотреть геологическую ситуацию в регионе, существовавшую в эпоху угленакопления.

Как было установлено ранее проведенными исследованиями В.Л. Яхимович и О.С. Андриановой [1959], угленакопление в бассейне началось в позднем олигоцене (тюльганская свита), достигло максимума в раннемиоценовое время (кунгурская свита) и закончилось в позднем миоцене (ушкатлинская свита). Сам процесс формирования угленосных формаций реализовывался на фундаменте, представленном красноцветными пермскими отло-

жениями уфимского, казанского, татарского ярусов верхней перми и гипсоносными осадками кунгура. В раннем миоцене, в период накопления отложений тюльганской свиты, палеотектонические движения в регионе характеризовались опусканием субмеридиональной полосы предгорий Предуралья на фоне общего воздымания Урала. Средний и поздний миоцен являлся эпохой поднятия территории Южного Урала. На всем временном отрезке формирования угленосных серий основной областью сноса терригенного материала являлась центральная часть Башкирского поднятия, для которой был характерен средне-высокогорный рельеф (рис. 3). Своеобразная геохимическая специализация углей (повышенные количества Cr, Ni, ЭПГ) подразумевает, что одним из источников кластогенного материала, поступавшего в бассейн угленакопления должны быть породы основного — ультраосновного состава, так как именно для этих разновидностей хром, никель и платиноиды являются типоморфными элементами. Такие породы в пределах Башкирского поднятия известны в составе машакской свиты, слагающей

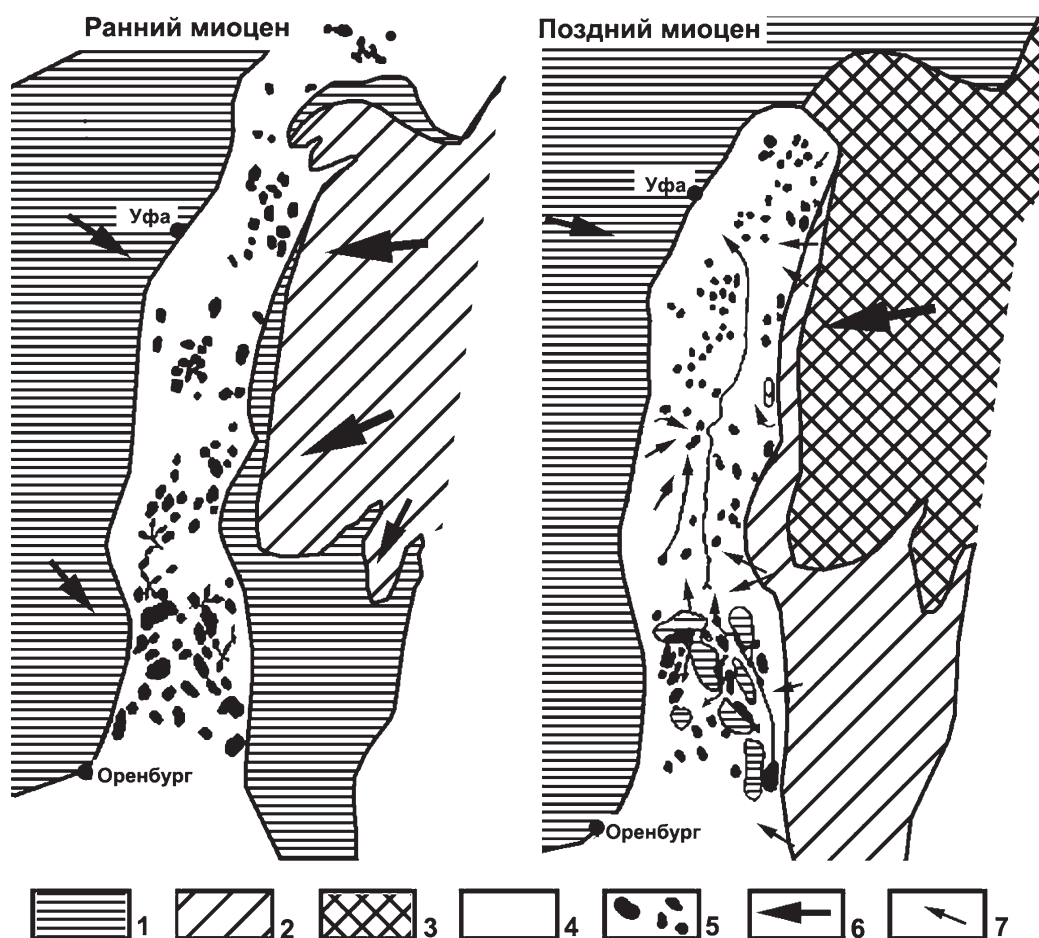


Рис. 3. Схематические палеогеографические карты Предуралья для раннего и позднего миоцена (по В.Л. Яхимович и О.С. Андриановой [1959] с упрощениями)

Условные обозначения: 1 — возвышенная равнина, плато; 2 — низкие горы; 3 — средние и высокие горы; 4 — низменная равнина; 5 — пресноводные озера и болота; 6 — главные направления руслового сноса; 7 — второстепенные направления руслового сноса и плоскостного смыва

хребет Шатак, где нами был описан новый платиноидно-золото-железоокисный тип благороднометалльного оруденения [Ковалев, Высоцкий, 2004], и «западный» пояс гипербазитов, включающий в себя массивы Крака и другие более мелкие массивы Медногорско-Сакмарской зоны. Косвенными доказательствами реальности размыва ультраосновных пород служат не только геохимическая специализация углей, но и присутствие в шлихах угленосных отложений хромшпинелидов, количество которых на Бабаевском месторождении достигает 2–9,5% в отложениях тюльганской базальной свиты и 5% — в угленосной куюргазинской свите [Яхимович и др., 1970]. Здесь же необходимо отметить, что согласно исследованиям Ю.А. Волченко с соавторами [1993] и нашим материалам [Ковалев, Сначев, 1998], тип платинометалльной специализации массивов Крака (как «основного поставщика» кластогенного материала) относится к нероссыпеобразующему, в первую очередь, из-за незначительных (микронных и субмикронных) размеров собственных минеральных фаз платиноидов, что также может рассматриваться как положительный фактор для объяснения процессов формирования «нетипичной» геохимической специализации углей, так как малые размеры МПГ подразумевают их перенос в водном потоке на значительные расстояния.

Поступление кластогенного материала, содержащего в своем составе хромшпинелиды и минералы МПГ, в грабенообразные структуры¹, в которых в условиях озерной и болотной фаций реализовывался процесс угленакопления, способствовало быстрому захоронению последних. Возможно, что в результате избирательной сорбции платиноидов отдельными видами растений [Радомская и др., 2003] происходило их площадное перераспреде-

ние с образованием угленосных пластов, обогащенных платиной и палладием.

Все вышеизложенное позволяет сделать заключение о том, что формирование «нетипичной» благороднометалльной геохимической специализации южноуральских бурых углей обусловлено поступлением в бассейн угленакопления на стадии его образования кластогенного материала, одним из источников которого являлись породы основного — ультраосновного состава, распространенные в пределах Башкирского поднятия.

Литература:

Волченко Ю.А., Коротеев В.А., Золотов К.К., Мардиросьян А.Н. Платиноидное оруденение основных геодинамических режимов развития Уральского подвижного пояса // Ежегодник—1992, Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. С. 89–92.

Ковалев С.Г., Высоцкий И.В. Новый тип оруденения в докембрийских конгломератах западного склона Южного Урала // Докл. РАН. 2004. Т. 395. № 4. С. 503–506.

Ковалев С.Г., Сначев В.И. Гипербазитовые массивы Крака (геология, петрология, металлогения). Уфа, 1998. 104 с.

Радомская В.И., Радомский С.М., Юсупов Ц.В., Моисеенко В.Г. Биоаккумуляция благородных металлов растениями // Докл. РАН. 2003. Т. 388. № 1. С. 93–96.

Середин В.В. Au-PGE-минерализация на территории Павловского буроугольного месторождения, Приуралье // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 1. С. 43–73.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В. Элементы-примеси в ископаемых углях. Л.: Наука, 1985. 239 с.

Яхимович В.Л., Андрианова О.С. Южноуральский буроугольный бассейн // Кайнозой Башкирского Предуралья / Горно-геол. Ин-т БФАН СССР. Т. 1, Ч. 3. Уфа, 1959. 300 с.

Яхимович В.Л., Немкова В.К., Вербицкая Н.П. и др. Кайнозой Башкирского Предуралья. М.: Наука, 1970. Т. II, Ч. 3. 134 с.

¹ Отметим, что эти структуры возникали над карстующимися кунгурскими отложениями в ядрах диапиров (Прим. Ред.).