ЛИТОСФЕРА, 2012, №4, с. 173–189

УДК 55.553.3.078;528.94.065(470.5)

МИНЕРАГЕНИЯ УРАЛЬСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА И ФЛЮИДНАЯ СУЛЬФУРИЗАЦИЯ МАНТИЙНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА И ЕГО ПЛИТНОГО ОСНОВАНИЯ

© 2012 г. К. К. Золоев*, Д. А. Додин, В. А. Коротеев*, Т. Н. Кривко*****

**Институт геологии и геохимии УрО РАН*
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7
E-mails: secretary@ugse.ru, koroteev@igg.uran.ru
***Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана*
190121, Санкт-Петербург, Английский проспект, 1
E-mails: Davidodin@Bk.ru, VNII@g-ocean.spb.su
****ОАО "Уральская геологосъемочная экспедиция"*
620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55
E-mail: geol3@ugse.ru

Поступила в редакцию 25.04.2012 г.

В статье рассматриваются главные твердые полезные ископаемые Уральского складчатого пояса, генетически и пространственно связанные с жидкими и газообразными углеводородами мантии Земли, приводятся сведения о формах и концентрации благородных металлов и других полезных ископаемых в различных средах вмещающих пород, предпочтительнее в углеродистых толщах. Описывается совместное формирование углеводородов и твердых полезных ископаемых, металлов и неметаллов.

Ключевые слова: *складчатый пояс Урала, редкие земли, благородные металлы, алмазы, другие твердые полезные ископаемые – производные мантийной серы и мантийных углеводородных радикалов; особенности минерагении и основные рудные зоны и месторождения.*

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТА И МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ (МПГ) В УСЛОВИЯХ СУЛЬФУРИЗАЦИИ И ФРАКЦИОННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

При изучении концентраций золота и металлов платиновой группы (МПГ) в черных сланцах вулканогенно-терригенных пород зоны складчатого пояса отмечается весьма постоянная приуроченность микросферулных частиц этих благородных металлов (БМ) и их главных минеральных носителей (халькопирит, кобальтин, сульфоарсениды, Fe, Co-Ni, галенит, герсдорфит, пирит и др.) к такому же микросферульному субстрату, сложенному в основном иттриевыми редкими землями и цирконом. Примером такого субстрата в статье приводится Вагранская площадь обширной Сурьинско-Промысловской минерагенической зоны Северного и Среднего Урала (рис. 1) [10]. В табл. 1 приведены содержания БМ в черных сланцах Ишеримского антиклинория этой зоны. Следует отметить (это важно для интерпретации полученных данных), что в пробе 49 основная масса гравиконцентрата – это сульфиды с сульфоарсенидами, в пробах 52 и К-12/5 преобладают минералы редких земель и цирконы, а сульфиды (и тем более сульфоарсениды) находятся в резко подчиненных количествах. В пробе 49 углеродистое вещество обогащено платиной и палладием по сравнению с хвостом гравиконцентрирования, поэтому углеродистую ее часть также можно считать фазой-концентратом БМ.

Не останавливаясь на подробностях и отсылая интересующегося читателя к [10], остановимся на рассеянных формах БМ в изученных пробах, данные о которых приведены в табл. 1. Рассеянные формы БМ (все, что менее 1–3 мкм) в изученных пробах ведут себя по-разному. В пробе № 49 платина совершенно отчетливо сосредоточивается в гравиконцентрате. Золото не концентрируется, потому что его практически нет, и вся аналитика по золоту в этой пробе находится на уровне порога обнаружения. Эта же тенденция к накоплению отмечается и у палладия, но в значительно меньшей степени. Для платины и для палладия также характерно незначительное присутствие их и в углеродистой части пробы и в хвосте гравиконцентрирования. Где же платина (и, в меньшей степени, палладий) локализуются в гравиконцентрате? Вероятнее всего, в решетках сульфоарсенидов. В этом случае понятно, почему именно платина сконцентрировалась в большей степени: кубические сульфоарсениды с формулой MeAsS (группа кобальтина (Co) – герсдорфита (Ni)) не только часто содержат приме-

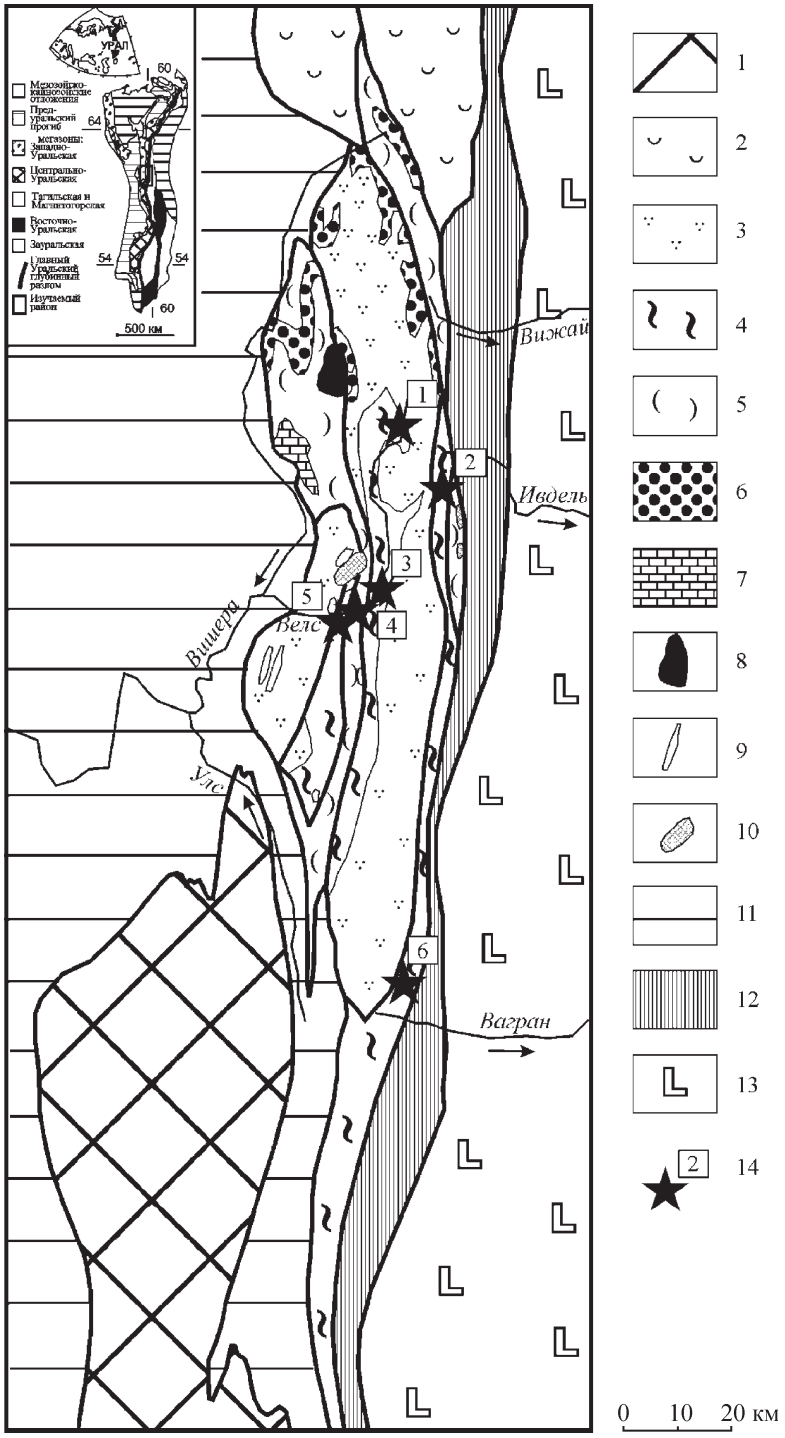

Рис. 1. Геологическая схема Ишеримского антиклинория (составлена с использованием материалов О.А. Кондиайна и В.В. Шалагинова).

1 – верхнерифейские и вендские образования Кваркушско-Каменногорского антиклинория; 2 – то же – Ляпинского антиклинория; 3 – карбонатно-сланцево-терригенные толщи среднего и верхнего рифея; 4 – велсовская свита верхнего рифея: углеродистые сланцы, известняки; 5 – чувальская свита ордовика (?): метавулканиты, метапесчаники, метаалевролиты; 6 – хапхарская свита нижнего-среднего ордовика: конгломераты и песчаники; 7 – щугорская свита среднего-верхнего ордовика – известняки; 8 – вишерский перидотитовый комплекс; 9 – ишеримский и чуральский комплексы: габбро и габбродолериты; 10 – велсовский и мойвинский комплексы: гранодиориты и граниты; 11 – ордовикско-каменноугольные терригенно-карбонатные толщи палеошельфа Восточно-Европейского материка (Бельско-Елецкая структурно-формационная зона); 12 – ордовикские вулканогенно-терригенные толщи палеоконтинентального склона Восточно-Европейского материка (Сакмаро-Лемвинская структурно-формационная зона); 13 – ордовикско-девонские вулканические и интрузивные образования Тагильской структурно-формационной мегазоны; 14 – точки отбора проб (результаты анализов в табл. 3)

Таблица 1. Содержание благородных металлов в черных сланцах

№ пробы	Описание породы	Свита	Содержания (г/т)			
			Au	Ag	Pt	Pd
45	Углеродисто-серицит-кварцевый сланец с обохренным пиритом	Велсовская, R_3 vl, р. Велс	0.023	1.145	0.110	3.195
49	Углеродисто-серицит-кварцевый сланец тонкополосчатый	Велсовская, R_3 vl, р. Велс	0.011	0.857	0.090	2.444
52	Углеродисто-серицит-кварцевый сланец с охристо-кварцевыми жилками	Чувальская O_{2-3}? р. Велс	0.020	2.185	0.227	6.300
К-12/4	Углеродисто-серицит-кварцевый сланец с сульфидно-кварцевыми прожилками	Велсовская, R_3vl, р. Вагран	<0.02	–	0.630	0.560
К-12/5	Углеродисто-хлорит-серицит-кварцевый сланец с сульфидно-кварцевыми прожилками	Велсовская, R_3vl, р. Вагран	5.460	–	0.010	0.041
К-12/6	Углеродисто-хлорит-серицит-кварцевый сланец с сульфидно-кварцевыми прожилками	Велсовская, R_3vl, р. Вагран	0.770	–	1.150	1.230
К-12/15	Углеродисто-хлорит-серицит-кварцевый сланец с сульфидно-кварцевыми прожилками	Велсовская, R_3vl, р. Вагран	0.710	–	0.490	0.430

Примечание. Прочерк – нет данных.

си Ru, Rh, Os, Ir, Pt, но и имеют собственные конечные члены изоморфных рядов – руарсит (Ru), холлингвортит (Rh), осарсит (Os), ирарсит (Ir), платарсит (Pt). Только для палладия не характерно вхождение в решетку сульфоарсенидов, и только палладий из всех платиноидов в сульфоарсенидах не имеет собственного минерала. Возможно, именно потому, что палладий неохотно входит в решетку сульфоарсенидов (в отличие от платины), степень концентрирования платины в гравитационном концентрате пробы № 49 более высока, а сам он состоит из сульфидов со значительной долей сульфоарсенидов Co-Ni.

Эти выводы подтверждаются и тем, что в пробах 52 и К-12/5 гравиконцентраты состоят из минералов редких земель и циркона, а сульфидная и, тем более, сульфоарсенидная части находятся в резко подчиненном количестве. Именно в этих пробах не происходит концентрирования БМ в тяжелом концентрате как по отношению к углеродистому веществу, так и к хвосту гравиконцентрирования. Основная часть БМ локализована в углеродистом веществе, рассеянном в породе.

Резюмируя сказанное выше, можно заключить, что в изученных пробах БМ могут находиться в двух основных рассеянных формах: в составе углеродистой части, и в сульфоарсенидах. Этот вывод представляется, как уже выше указывалось, весьма важным в поисковом отношении. Становится актуальным и вопрос, с чем же связано появление той или иной (иных) форм нахождения БМ в пробах, отобранных на данном участке, что эквивалентно вопросу, какой именно процесс ответственен за переконцентрирование БМ в породах.

Авторам представляется, что такое переконцентрирование БМ в породах можно положительно объяснить приведенной А.Дж. Налдреттом [22] диаграммой (рис. 2), иллюстрирующей изменение растворимости серы при фракционной кристаллизации магмы, предположительно сформировавшей Нижнюю зону Бушвельдского комплекса. Содержания Zr в магме используется как показатель степени фракционирования, поскольку они изменяются линейно с изменением количества серы, растворенной в магме (зависимость обоих этих параметров от степени кристаллизации магмы является нелинейной) (по К. Ли с соавторами [26]).

В пределах характеризуемой Вагранской площади и Сурьинско-Оленевского участка достаточно полно изучен химический состав благороднометалльносодержащих минералов, самородных элементов и интерметаллидов (табл. 2), а также содер-

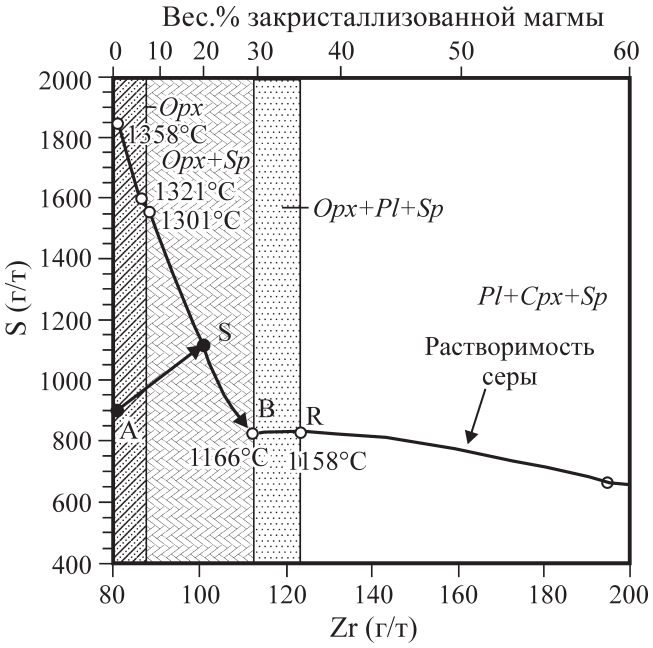

Рис. 2. Диаграмма, иллюстрирующая изменение растворимости серы при фракционной кристаллизации магмы [22].

Таблица 2. Химический состав благороднометальносодержащих минералов и самородных элементов и интерметаллидов Сурьинско-Оленевского участка

Участок	№ пробы	S	Fe	Co	Ni	Cu	As	Ag	Au	Pt	Pd	Сумма
Пирит												
Сурьинский	кс-13–30.1(1)	53.73	45.57	0	0	0.11	0	0	0	0	0	99.41
	кс-13–30.1(1)	52.28	44.68	0	0	0.03	0	0	0	0.09	0	97.09
Оленевский	кс-20–30.5(2)	53.60	47.57	0.03	0.02	0	0	0.02	0.06	0.12	0.01	101.43
Сурьинский	кс-21–74.5(1)	52.98	45.99	0	0	0	0	0	0.06	0.01	0.02	99.07
	кс-21–74.5(2)	52.6	45.57	0.02	1.07	0	0	0	0.04	0	0.09	99.39
	кс-23–45.2(1)	52.35	46.54	0.51	0.64	0	0	0.05	0	0.07	0.02	100.18
	кс-23–45.2(2)	53.87	47.10	0.02	0	0.02	0	0.01	0	0.03	0.01	101.07
	кс-23–45.2(3)	51.89	45.27	0	0	0	0	0	0	0.05	0	97.23
	кс-26–38.1(1-б)	52.6	46.66	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0.04	0	99.34
	кс-26–38.1(2-а)	52.13	44.79	0.22	0.05	0.22	0.02	0.07	0.01	0.03	0.02	97.56
Пирротин и пентландит												
Оленевский	кс-20–74.8	34.83	63.03	0.01	0.31	–	–	0.03	0	0	0	101.43
	кс-20–74.8	30.67	31.4	0.05	34.65	0	–	0.03	0	0.01	0	96.9
Участок	№ пробы	S	Fe	Co	Ni	As	Sb	Ag	Au	Pt	Pd	Сумма
Герсдорфит и кобальтин												
Оленевский	кс-20–74.8(1)	17.85	7.65	2.97	26.65	45.24	0	0.03	0	0.1	0	100.49
	кс-20–74.8(2)	17.97	8.21	0.15	27.78	47.21	0	0.01	0.07	0.04	0	101.44
Сурьинский	кс-23–45.2(4)	18.95	7.46	18.91	10.17	44.92	0	0	0	0	0.01	100.43
	кс-26–38.1(1-а)	18.15	10.07	6.52	18.14	45.82	0	0.05	0	0	0	98.76
	кс-26–38.1(2–3)	18.26	11.04	3.32	21.99	45.2	0	0.04	0	0	0	99.85
	кс-26–38.1(2–4)	18.15	11.45	3.93	20.1	46.44	0	0.05	0	0	0	100.12
Участок	№ пробы	S	Fe	Cu	Zn	Cd	Hg	Ag	Au	Pt	Pd	Сумма
Сфалерит												
Сурьинский	кс-21–74.5	32.21	0.53	0.03	71.17	0	0	0	0	0	0.06	104.01
Участок	№ пробы	S	Fe	Co		Cu		Zn		Ni		Сумма
Халькопирит												
Сурьинский	кс-21–74.5	31.93	30.83	0		35.71		0		–		98.47
	кс-26–38.1(2–4)	35.07	28.63	0.06		33.86		0		0.16		97.78
Участок	№ пробы	Si	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Сумма	
Самородные элементы и интерметаллиды												
Оленевский	кс-20–30.5	3.62	0.56	0.74	0.59	92.66	0.01	0.19	0.29	0.04	98.47	
	кс-20–30.5	1.48	0.36	0.09	0.56	92.83	0	0	0.12	0.07	97.78	
	кс-20–30.5	50.59	0.72	0.2	0.09	46.42	0	0.58	0	0	98.61	
	кс-20–30.5	0.28	91.54	2.02	0	0.11	2.88	0.88	–	–	97.71	

Примечание. Анализы методом РСМА, аналитик В.Н. Ослоповских; прочерк – нет данных.

жания редких и благородных металлов в углеродистых сланцах Ишеримского антиклинория (табл. 3).

Наиболее распространенным эпигенетическим минералом в породах Сурьинской рудоносной зоны является пирит, причем по структурным и морфологическим признакам выделяются три разных его генерации. Все они почти всегда присутствуют в породах вместе, но их соотношения непостоянны.

Пирит I – приурочен к кварцевым прожилкам и жилам, которые часто будинированы, перемяты, катаклазированы. Отличительная особенность такого пирита – наличие крупных зерен (до 2 мм), характерные их формы – кубы и октаэдры. Часто они разбиты трещинами, по которым развиваются другие рудные минералы.

Пирит II – наиболее распространенная генерация пирита. Образует гнездовую вкрапленность в кварцевых прожилках и чаще всего приурочен к перемятым, катаклазированным метасоматически прокварцованным участкам пород. Если для предыдущего типа пирита характерны размеры до 2 мм, то для пирита II они не превышают первых сотых долей мм. Характерны формы как простые, кубические, так и более сложные – пентагондодекаэдрические. Пирит II постоянно находится в ассоциации с герсдорфитом, кобальтином, халькопиритом, сфалеритом, арсенопиритом, галенитом, блеклой рудой.

Пирит III – встречается несколько реже и в гораздо меньшем количестве, чем пирит I и пирит II. Обычно его содержание в породах намного меньше 1%. Он образует тонкие вытянутые прожилковидные, волосовидные выделения толщиной не более 5 мкм, интерстициально развивается между зерна-

Таблица 3. Содержания редких и благородных металлов в углеродистых сланцах Ишеримского антиклинория (г/т)

Элементы	№ анализа					
	1	2	3	4	5	6
Ge	16.91325	13.15800	14.11875	13.48200	16.06725	–
As	11.73375	6.03225	6.85575	6.12675	4.88250	–
Ru	0.02250	0.01800	0.02925	0.01350	0.01575	–
Rh	0.00675	0.00900	0.01125	0.00450	0.00675	< 0.005
Pd	3.19500	1.36350	2.58300	6.30000	2.46375	1.97
Ag	1.14525	0.49275	0.86175	2.18475	0.86400	–
Cd	0.17325	0.07200	0.10800	0.10125	0.13725	–
In	0.07875	0.02475	0.05850	0.07650	0.06525	–
Sn	3.73950	1.65600	2.76975	3.35700	3.06225	–
Sb	0.09450	0.15525	0.11250	0.34425	0.06525	–
Te	0.05400	0.03600	0.03600	0.04500	0.04725	–
Pa	0.03375	0.17550	0.05625	0.06975	0.02700	–
Os	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	–
Ir	0.01800	0.00900	0.01800	0.04500	0.01575	–
Pt	0.11025	0.05400	0.09450	0.22725	0.09225	1.74
Au	0.02250	0.00450	0.01350	0.02025	0.01575	3.08
Hg	0.07875	0.10125	0.05175	0.05175	0.04275	–
W	1.41525	1.91925	0.93825	0.97200	0.66150	–
Re	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	–
Tl	0.70650	0.13050	0.40500	0.74475	0.65025	–
Pb	9.18225	3.75525	8.24175	6.94575	13.92075	–
Bi	0.16425	0.04050	0.14400	0.11925	0.22725	–
Th	0.03375	0.17550	0.05625	0.06750	0.02700	–
U	5.24025	6.14475	2.06325	2.28825	2.64825	–

Примечание. Анализы 1–5 выполнены методом ICP MS в лаборатории ИГиГ УрО РАН, аналитик Ю.Л. Ронкин, 6 – пробирно-атомно-абсорбционным методом в лаборатории ЦНИГРИ; места взятия проб см. рис. 3; прочерк – нет данных.

ми нерудных минералов. Пириты эти – по сути наночастицы.

В работе О.А. Богатикова [2] приведены интересные данные о неорганических наночастицах. Главным источником их в атмосфере является минеральная пыль, выдуваемая ветром из почв, а также частицы морской соли, образующейся над океаном. Наиболее крупные поставщики наночастиц – высокие слои атмосферы – это вулканы (вулканическая пыль), при этом концентрация их в атмосфере даже в одном месте сильно изменяется во времени, что может свидетельствовать о соответствующем их переходе на более высокий ионно-молекулярный уровень. О.А. Богатиков [2] приводит сведения о том, что вспышки формирования наночастиц совпадают со временем высокой солнечной активности. Наночастицы содержащих серу минералов – элементной серы (Л.Н. Овчинников большую роль в одной из своих работ придает SO_4), барита, ангидрида, переносятся на огромные расстояния не растворяясь в морской воде. Наиболее показателен факт сохранности металлов (алюминия, хрома, цинка, титана и др.) в самородном виде в морской воде, что было показано нами выше на уральских примерах. Наночастицы в гидросфере образуются большей частью в вершинах жерл “черных курильщиков”; соединяясь с холодной морской водой (а их температура около 400ºС) они преобразуются в обнаруживаемые видимые частицы [2]. Нефтяникам-геологам известно, что соленые среды – благоприятная для углеводородных залежей “подстилка”, т.е. благоприятствует нафтагенезу. В тоже время в местах разгрузки флюидно-гидротермальных горячих источников формируются рудные месторождения (рудные “холмы”). Кроме месторождений медноколчеданных руд к ним относятся крупнейшие золоторудные с платиноидами месторождения мирового значения – Сухой Лог в Забайкалье (Россия) и Мурунтау (Узбекистан); сравнительно крупные, т.н. “черносланцевого типа” месторождения благородных металлов весьма часты и на Урале (например, Золотая гора в Челябинской области, упомянутая нами выше Вагранская площадь и многие другие объекты, которые могут отрабатываться новыми высокорентабельными технологиями (химическое и биологическое выщелачивание, подобные применяемым на месторождении “Олимпиада” (Енисейский кряж).

НАФТАГЕНЕЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

К выходу в свет в 1973 г. Геологического словаря [4] были учтены последние на то время данные и “представления, …советских и зарубежных исследователей, … связанные как с практикой поисково-

съемочных и разведочных работ, так и весьма широким кругом теоретических и практических вопросов [4, стр. 5]". В статье "карбиды" первого тома словаря указывается, что "в выдвинутой Менделеевым (1877) гипотезе неорганического происхождения нефти образование углеводородов связывается с воздействием воды на карбиды железа и никеля, предположительно присутствующими в глубоких недрах Земли [4, т. 1, стр. 305]". Через 25 лет в важной для нашего российского геологического сообщества энциклопедической публикации А.И. Мелуа под редакцией академика Н.П. Лаверова [21, стр. 613], приводятся подробные данные о деятельности Д.И. Менделеева – изучении им работы Бакинских нефтепромыслов и разностороннем использовании нефти как химического сырья. За 10 лет, последующих за этой публикацией в нашей российской печатной информации буквально произошел революционный переворот – из плоскости концептуальных и гипотетических предположений в области нафтагенеза и нафтометаллогении наша отечественная наука уверенно перешла на фундаментальное решение вопросов единства взаимосвязи нефтеобразования и формирования твердых полезных ископаемых. Ниже кратко разберемся в этом вопросе на примере Западно-Сибирской плиты, лучше изученной с этой точки зрения.

В начале XX в. В.И. Вернадский впервые указал на тесную связь нефте- и рудообразования. А.Д. Щеглов обратил внимание на связь рудных месторождений с газово-нефтяными и рудного вещества – с битумами. Д.И. Горжевский многие годы плодотворно исследовал парагенезисы разных генетических типов рудных месторождений и углеводородов (краткое сообщение находится в настоящее время в подготовке к печати в "Докладах РАН").

Формирование углеводородов и твердых полезных ископаемых (ТПИ) рассматриваются К.К. Золоевым [8, 9], К.К. Золоевым, Д.А. Додиным, В.А. Коротеевым [11], К.С. Ивановым и др. [14] и А.Ю. Кисиным [15] в виде единой хемогенно-энергетической системы в глубинных разломах, где главную роль играют альпинотипные офиолиты и их релаксация в земной коре. При гидратации офиолитов образуются серпентин, магнетит, вода и кислород – гидротермальная (флюидная) часть упомянутой единой системы. Метан, проникая из мантии по тем же разломам в кору, вступает в реакцию с кислородом, частично образуя углерод, и выделяет также воду ($CH_4 + O_2 = C + H_2O$) – вторую часть той же флюидной системы. Углерод отлагается в окружающих породах в виде алмаза (при высоких давлениях), графита, совместно с метаном и другими элементами (германием, гафнием и др.) в бурых и каменных углях, других твердых каустобиолитах и т.п. Модель совместного формирования углеводородов и ТПИ (сульфидов, других руд, металлов и неметаллов, производных нефти) предложена К.К. Золоевым [8, 9] и является синтезом продуктов указанной выше дегазации верхней мантии в виде сернистых солей сероводородной кислоты (H_2S) в комплексе с углеводородными радикалами согласно известной формуле: $R–S–R_1$ [4, Т.2, стр. 287], где S – сера мантийная, R и R_1 – углеводородные радикалы мантийные. В нефти, газах и битумах соответственно возникают высокие концентрации Fe, V, Ni, Cu, Mo, Hg, U, лантаноидов и других элементов, образующих сульфиды, сульфосоли, благородные, редкие и редкоземельные металлы.

Нами установлено [8–10], что для черносланцевых пород, как и образований современных океанов и морей (курильщиков), характерны наносферулные проявления перечисленных выше металлов, включая группу благородных элементов (золото, МПГ), которые, как показал О.А. Богатиков [2], проявлены в этих структурах в самородно-металлической форме на атомарном, молекулярном и минеральном уровнях. Этому способствуют высокие содержания кислорода, возникающие при серпентинизации офиолитов и формировании глубинных флюидов, находящихся в основании курильщиков, а также дисульфидная сульфуризация по А.А. Маракушеву с коллегами [20], способствующие, как и мы считаем [7, 8], генерации углеводородов. Последние сорбируют все металлы, неметаллы, битумы и другие нафтоминералы, что и составляет фундаментальную основу новой парадигмы формирования комплексных рудных полей – продуктов дегазации верхней мантии Земли в виде сернистых соединений в комплексе с углеводородами, по вышеприведенной нами формуле[1]. При этом, все это происходит путем разбавления в сфере рудоотложения, по Н.С. Бортникову [3], высококонцентрированного флюида (возможно, выше 30 мас. % NaCl + KCl) слабоминерализованным флюидом, контрастным по химическому и изотопному составам, как в САХ, Красноморском, Калифорнийском и других хребтах [8]. При проникновении в такие флюиды бактерий формируются гелево-коллоидные коагуляты, характерные для многих полезных ископаемых [1, 12].

Расширение флюидной сульфуризации в условиях глубинного развития габбро-гипербазитового магматизма "порождают" восходящие трансмагма-

[1] Классическим примером является крупный бальнеологический курорт на Урале – Усть-Качка (вблизи г. Перми), основанный на базе разных битумов и парафинов, а рядом добывается нефть крупного Осинского месторождения. При этом, вблизи находится крупное разрабатывающееся Сарановское месторождение хромитов, несомненно возникшее в симбиозе с месторождением нефти, о чем говорилось выше (на рис. 2 они не приведены, так как находятся в Приуралье, за западной рамкой рисунка, а точнее – на окраине Русской плиты Восточно-Европейской платформы, то есть, в обстановке, характерной для всех аналогичных месторождений мира).

тические растворы, являющиеся агрессивными к гранитному слою коры, что служит причиной образования по А.А. Маракушеву обширных депрессий [19]. Образование депрессий сопряжено с встречным воздыманием мантийного субстрата (“обращенность рельефа”), которую можно использовать для поиска не вскрытых эрозией рудных тел с помощью геофизических исследований.

Железисто-кремнистые и железисто-магнезиальные образования – конечные продукты гелево-коллоидных коагулятов колчеданно-сульфидных, медно-никелевых, железорудных джеспелитового (железистые кварциты) и других типов, а также золото-платиновых и многочисленных асбестовых месторождений – составляют четкую (и часто встречающуюся в природе пару, а вернее тройку) симбиоза существенно рудных и силикатных с углеводородами парагенезисов этих месторождений. При отсутствии нефтегазовых месторождений метан для образования сульфосолей вовлекается в симбиоз за счет дегазации каменных углей (например, для месторождений железных руд нашей российской Курской магнитной аномалии, а также Донбасса и Кривого Рога Украины) или других каустобиолитов (горючих сланцев, торфов и др.). Аналогичные объекты симбиоза месторождений нефти с другими ТПИ есть в России и за рубежом.

Студневидные гели кремнезема при “старении” (термин Н.Р. Аюповой и др. [1], имеющих в виду последовательный ряд – коллоиды, золи, гели) дают начало образованиям со сплошной скрытокристаллической структурой (халцедон, кремни, опал, крокидолит, “тигровый глаз”, “кошачий глаз” и т.д.). На более поздних этапах литогенеза в колчеданном рудном поле, например, Бабарыкинском, как наблюдалось Н.Р. Аюповой с коллегами [1, стр. 129] происходит собирательная перекристаллизация минералов с появлением относительно крупных хорошо ограненных кристаллов андрадита, гематита и кварца. Вместе с тем, в госсанитах (в отличие от джасперитов)[2], отличающихся, как и на других колчеданных месторождениях Урала, высокими содержаниями породообразующих компонентов и специфичных элементов цветных металлов – скв. 5864, 5890), отмечаются локальные скопления трубообразных образований, диаметром 10 мкм. В ассоциации с ними часто фиксируются спутано-волокнистые нитевидные образования (нами – К.З., они называются “ленточными”) гематит-кварцевого состава, в которых при больших увеличениях просматриваются длинные цепочки из бактериальных комочков. Эти структуры бактериального состава, по Н.Р. Аюповой и др., “обволакивают или проникают внутрь обломковидных обособлений гематит-кварцевого состава” [1, стр. 130].

В местах скоплений гематит-кварцевых обособлений указанными авторами наблюдались ячейки в разной степени подвергшиеся влиянию бактерий. Главная роль бактерий в процессах формирования железисто-кремнистых осадков заключалась, вероятно, в образовании микрочастиц Si-Al-Fe геля. Отмеченные Н.Р. Аюповой с коллегами бактериоморфные структуры во многих железисто-кремнистых породах Бабарыкинского рудного поля могут также свидетельствовать о концентрировании церия в морской воде путем бактериального окисления [28].

В радикалах минеральной решетки любых асбестов содержится некоторое количество летучих компонентов – Na, K и др., что **значительно активизирует минерало- и рудообразующие системы флюидов в объектах парагенезиса (симбиоза)** [3, 8, 9].

Месторождения антофиллит- и хризотил-асбеста, играющие часто главную роль в ассоциации с рудными месторождениями, размещаются в фанерозойских и более древних подвижных поясах; такую же позицию занимают месторождения тремолит-актинолит- и режикит-асбеста. В симбиозе с ними чаще выступают колчеданные и сульфидные меднорудные месторождения. Асбестоносные поля крокодолит-асбестов (и связанных с ними коллоидно-гелевых продуктов со сплошной скрытокристаллической структурой кремнезема (тигровый глаз и др.) расположены исключительно в структурах платформ и древних щитов (Курская магнитная аномалия; платформенная часть Великих озер, США; Оутокумпу, Финляндия; Балтийский Щит) или в окраинах платформ – в областях межгорных впадин (Аспагаш в России, родуситы в Чили, крокидолиты Индостана, Западной Австралии и др.).

Из приведенного фактического материала следует, что нефтеобразование происходит, как и предполагал Д.И. Менделеев, в глубоких недрах Земли при ее дегазации в зонах разломов. Вместе с тем, процесс этот, без сомнения, по приведенным нами данным, усложнялся значительной орогенной составляющей, вследствие “брожения”, вызываемого окислительно-восстановительным бактериальным сульфат-редуцирующим процессом, существенно увеличивавшим общий объем нафтогенного вещества – жидких и газообразных углеводородов, битумов, парафинов и др., а также сопровождающих их твердых полезных ископаемых, сформировавшихся в парагенетическом симбиозе с ними.

В целом, крупнейшие месторождения твердых и жидких углеводородов рассматриваемой части Уральского региона, действительно, гиган-

[2] В цитируемой статье “джеспилиты” – знакомый термин, согласно Геологическому словарю [4], переименован в “джаспериты”, этимологически несоответствующий своему значению (jasper – яшма – ничего не значащий термин для железистых кварцитов, тем более насыщенных повышенными содержаниями металлов цветных руд).

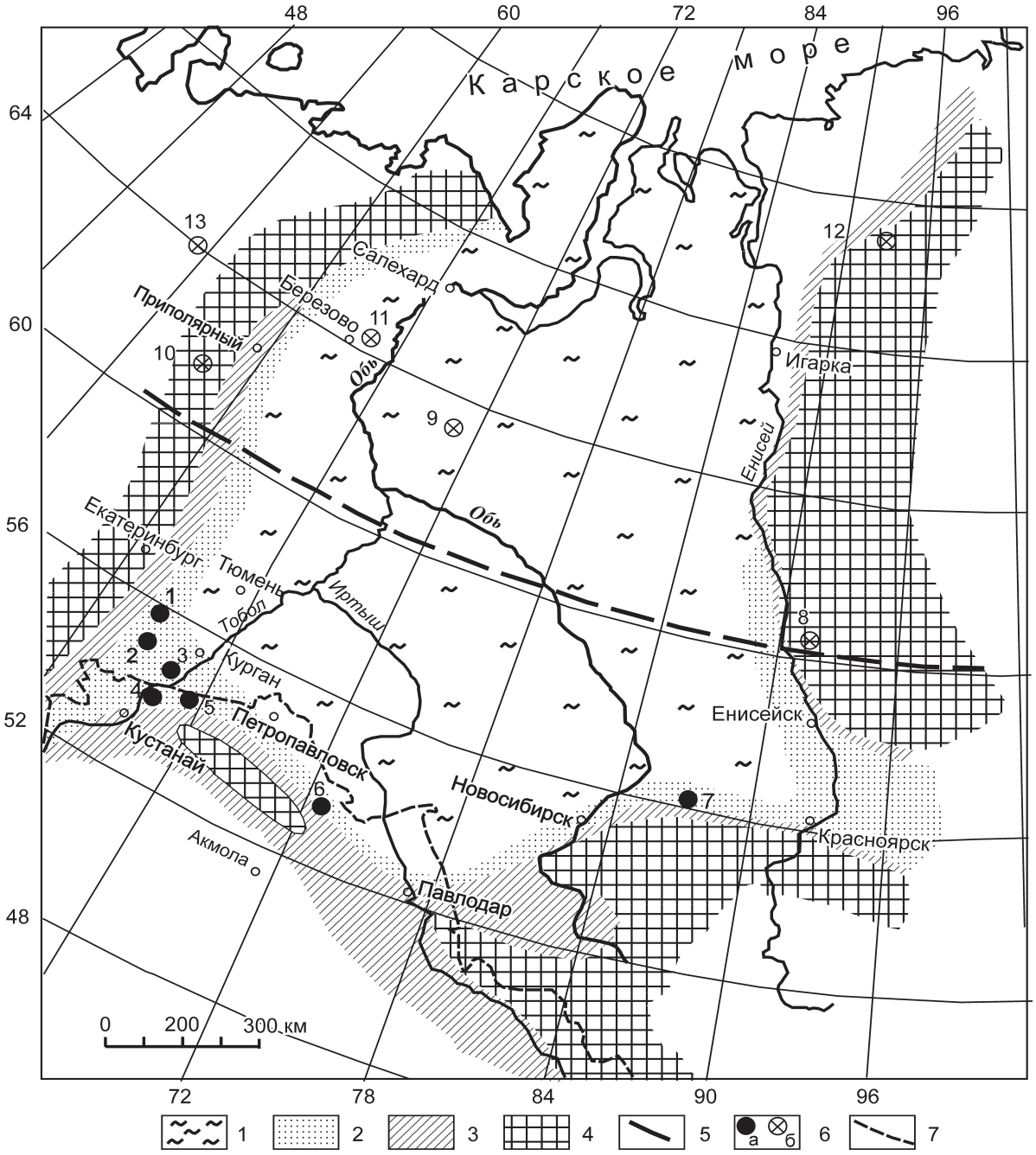

Рис. 3. Размещение месторождений урана далматовско-семизбайского типа относительно основных палеогеоморфологических элементов бат-берриасского времени (по И.Л. Лучинину, 1995 [18] с изменениями и дополнениями по [10, 16]).

1 – морской бассейн; 2 – прибрежная аллювиальная равнина; 3 – опущенная денудационная равнина; 4 – приподнятая равнина и горные массивы; 5 – палеоклиматическая граница семиаридной (на юге) и гумидной (на севере) зон; 6 – генетические типы месторождений: а – гидрогенные (по [16]), б – гидротермально-метасоматические (по [10]): 1 – Далматовское, 2 – Хохловское, 3 – Добровольное, 4 – Тобольское. 5 – Сенжарское, 6 – Семизбайское, 7 – Малиновское; гидротермально-метасоматические: 8 – Олимпиадинское; 9 – Медвежье (уникальное месторождение газоконденсатов в симбиозе с предполагаемым золото-платино-палладиевым оруденением); 10 – полигенное Маньхамбовское уран-ториевое месторождение типа “несогласия” и “Неизвестное” золото-платино-палладиевое оруденение, находящееся в одной структуре с Тыкотловской рудной зоной (Au, asb, Pb, Cu, Nb, Mo, Zn, U) Приполярного Урала; 11 – Березовское месторождение газоконденсатное и крупное Рогожниковское нефтегазовое месторождения в симбиозе с Прикожимско-Маньхамбовской рудной зоной (Au, Nb, Ta, TR, Zr, U); 12 – Талнахское медно-никелевое пикрит-габбродолеритовой (трапповой) формации месторождение, парагенетически связанное с нефтегазовыми месторождениями восточной части Енисейско-Анабарской нефтегазоносной провинции в симбиозе с золотом палладистым, серебром, медью, ртутью, мышьяком, теллуром и висмутом; 13 – Ярегское гигантское уникальное месторождение нефти с титаном и благородными металлами; 7 – граница РФ.

ты и супергиганты (Ярегское, Медвежье и многие другие) не имеют аналогов в Урало-Оманo-Южноафриканской минерагенической суперпровинции [9, 10] по своей масштабности и уникальности содержания в нефти многих тяжелых элементов и ценных рудных полезных ископаемых, примером которых служит уникальное суперкрупное Ярегское месторождение нефти с промышленными запасами в ней титана (рис. 3) и других ценных элементов.

УРАЛ – КРУПНЕЙШАЯ ПРОВИНЦИЯ МИРОВОЙ СИСТЕМЫ ПОДВИЖНЫХ ПОЯСОВ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ УНИКАЛЬНЫХ И СУПЕРКРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Подвижные пояса – это крупные структурные элементы тектоносферы нашей планеты, среди которых различаются внутриконтинентальные (Урало-Монголо-Охотский, Средиземноморский и др.), обрамляющие океаны (например, Тихоокеанский) и пояса, находящиеся внутри последних (Атлантический, который совпадает со Срединно-Атлантическим хребтом и др.). На поверхности Земли подвижные пояса фиксируют протяженные области разрядки магматических масс мантийного вещества, проникающего в ее верхние горизонты по зонам глубинных разломов. Важным определением их сущности являются и минерагенические аспекты возникновения и развития этих грандиозных структур.

Урал – не только типовая провинция и металлогенический пояс фемического (уральского) типа, но, являясь, прежде всего крупным сегментом Урало-Монголо-Охотского геотектонического (по определению Ю.А. Билибина) пояса, включает в себя обширные структуры, также типовые для фемическо-сиалического (тяньшаньского) и щелочно-фемическо-сиалического (таймырского) типов провинций.

Для тяньшаньского типа провинций характерны структуры с преобладающим или весьма существенным развитием образований поздних и, главным образом, конечных этапов или периодов активизации, каковым является Главный гранитный пояс Урала, что показательно для подвижного пояса полного геодинамического цикла развития литосферы. Для таймырского же типа провинций характерны образования терригенных и карбонатных морских формаций начальных, ранних и средних этапов, а также пестроцветные угленосные и вулканогенные (трапповые) формации поздних и конечных этапов перикратонного развития, присущие структурам всего Предуральского прогиба. На севере провинции структуры Байдарацкого опускания Свальбардской плиты включают территории п-ва Таймыр и южной оконечности Западной акватории Карского моря с Норильско-Талнахским рудным районом Циркум-Арктической (по Д.А. Додину и др.) металлогенической частью северной оконечности подвижного пояса Уральской провинции.

Из рис. 4 видно, что на западном склоне Урала распространены структуры активизированного края Русской и Тимано-Печорской плит Восточно-Европейской платформы (1), обширный Предуральский краевой прогиб (2) и примыкающая к нему с востока Западно-Уральская мегазона внешней линейной складчатости (3).

Минерагенические зоны активизированного края Русской и Тимано-Печорской плит на обширных площадях приурочены к палеошельфовым ее участкам, среди них отмечается Тиманское поднятие с палеошельфом района Ярегской нефтяной скважины на 62° с.ш. Кепрок района этой скважины приурочен непосредственно к толще Ti-Zr россыпей. Нефть Ярегского месторождения содержит промышленные (извлекаемые) концентрации Ti. В палеошельфе здесь находятся также промышленные залежи бокситов, кстати, образованные при процессах подводного выветривания (гальмиролиза), зафиксированы алмазы, ниобиевое и редкоземельное оруденение. Южнее, в зоне тектономагматической активизации Русской плиты, расположены Кудымырская и Камско-Бельская структуры и Татарский свод, в которых также распространены нефтяные месторождения, медистые песчаники, урановые месторождения и проявления, алмазы и молибден, редко- и благороднометалльное оруденение.

Восточнее активизированного края Восточно-Европейской платформы расположены металлогенические мегазоны Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской внешней складчатости, приуроченные к протяженным впадинам (2, 3) с крупнейшими Воркутинским и Верхнепечорским бассейнами каменных углей, уникальными Верхнекамским и Соликамским бассейнами супергигантских калийно-магниевых и натриевых солей, содержащих в терригенных пропластках золото-платиноидную минерализацию в промышленных концентрациях, бром, йод и многие другие элементы. На юге цепь эвапоритовых и углеводородсодержащих месторождений завершается Стерлитамакской металлогенической зоной, переходящей в Волго-Уральскую, Астраханскую и Северо-Кавказскую газово-нефтяные провинции. Перечисленные выше впадины и бассейны являются компенсационными по отношению к весьма протяженным мощным мафит-ультрамафитовым поясам диапироидного магматизма, что показано на рис. 4. Пояса эти протягиваются на тысячи километров и, кроме эвапоритовых, углеводородных и каменно-, буроугольных месторождений, часто сопровождаются также бокситами, фиксирующими периоды пенепленизации (с предварительным гальмиро-

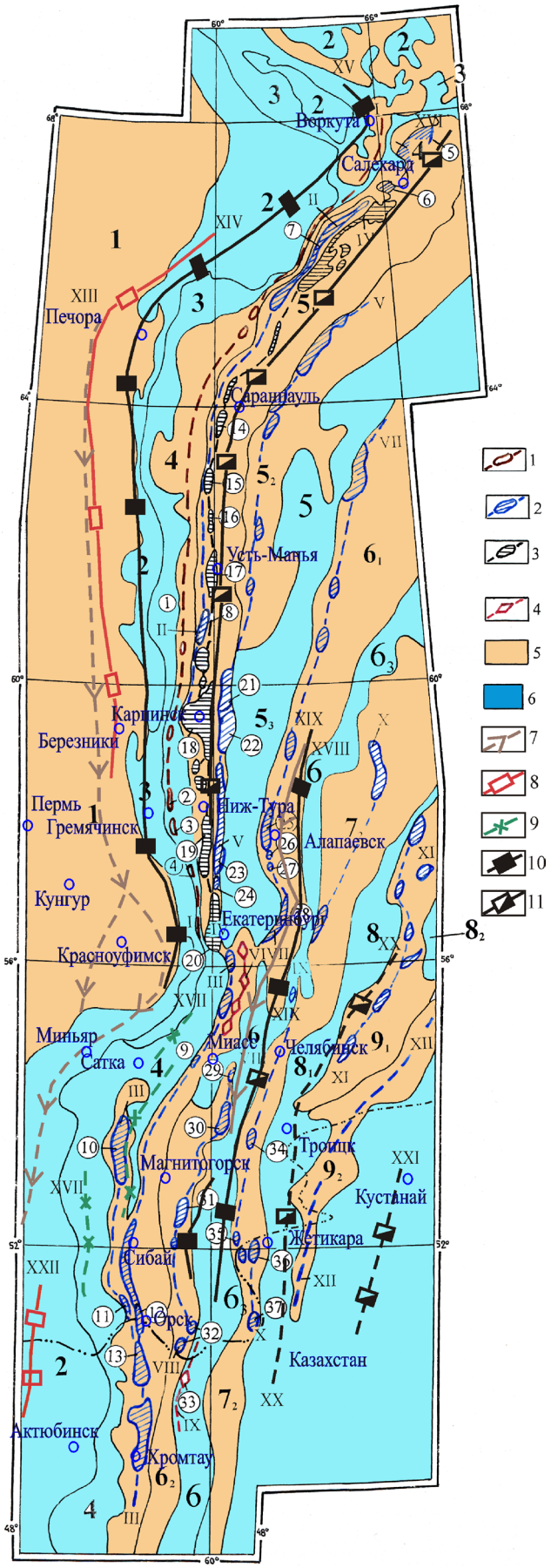

Рис. 4. Схема распространения поясов базит-гипербазитового диапироидно-мантийного магматизма и связанных с ними компенсационных впадин, м-б 1 : 10 000 000.

Основные структурно-тектонические зоны и их номера: 1 – Восточно-Европейская платформа; 2 – Предуральский краевой прогиб; 3 – Западно-Уральская внешняя зона складчатости; 4 – Центрально-Уральское поднятие; 5 – Тагильская мегазона: 5_1 – Западно-Тагильская зона, 5_2 – Восточно-Тагильская зона, 5_3 – Северо-Восточная зона; 6 – Магнитогорская мегазона: 6_1 – Западно-Магнитогорская зона, 6_2 – Восточно-Магнитогорская зона, 6_3 – Мугоджарско-Челябинская зона; 7 – Восточноуральская мегазона: 7_1 – Таборинско-Камышловская зона, 7_2 – Варненская зона; 8 – Зауральская мегазона: 8_1 – Тюменская зона, 8_2 – Ялуторовская зона; 9 – Курганско-Кустанайская мегазона: 9_1 – Глубочинская зона, 9_2 – Валерьяновская зона.

Условные обозначения: 1–4 – Мафит-ультрабазитовые комплексы: 1 – “стратиформные” железистых перидотитов (сарановского типа), пироксенит-перидотитовые (мойвинский комплекс), габбро-верлитовые; 2 – дунит-гарцбургитовой ассоциации; 3 – дунит-клинопироксенит-габброноритового комплекса (зональные); 4 – вторичных гипербазитов (регенерированные); 5–6 – области относительного увеличения (5) и уменьшения (6) гравитационного поля; 7–11 – полезные ископаемые: 7 – гипс, ангидрит; 8 – калийные и каменные соли; 9 – магнезиты; 10 – каменный уголь; 11 – бурый уголь.

Базит-гипербазитовые пояса и основные массивы гипербазитов): I – Мойвинско-Сарановские (R_3), массивы (цифры в кружках: 1 – Мойвинский, 2 – Сарановский, 3 – Журавлик, 4 – Ашка; II – Войкарско-Салатимские (O_{1-2}), массивы: 5 – Сыум-Кеу, 6 – Рай-Из, 7 – Войкаро-Сыньинский, 8 – Салатимский; III – Таловско-Нуралинско-Кемпирсайские (O_{1-2}), массивы: 9 – Нуралинский, 10 – Крака, 11 – Медногорский, 12 – Хабарнинский, 13 – Кемпирсайский; IV – Чистопско-Нижнетагильские (O_3-S_1), массивы: 14 – Хорасюрский, 15 – Вольинский, 16 – Ялпинг-Ньер, 17 – Чистопский, 18 – Кытлымский, 19 – Нижнетагильский, 20 – Ревдинский; V – Серовско-Невьянский (O_{1-2}), массивы: 21 – Лобвинский, 22 – Серовский, 23 – Восточно-Тагильский, 24 – Верх-Нейвинский; VI – Сысертско-Ильменогорские (R_3), (Сысертская группа, Калмацкое, Савелькульское и др.); VII – Алапаевско-Асбестовские (O_3–S_1), массивы: 25 – Алапаевский, 26 – Останинский, 27 – Режевской, 28 – Асбестовский; VIII – Куликовско-Киембайские (O_3–S_1), массивы: 29 – Сахаринский, 30 – Куликовский, 31 – Амамбайский, 32 – Киембайский; IX – Олы-Талдыкский (R_3), 33 – Бугетысайская группа массивов; X – Верблюжьегорско-Бурыктальские, (O_3–S_1), массивы: 34 – Верблюжьегорский, 35 – Наследницкий, 36 – Джетыгаринский, 37 – Бурыктальский; XI – Притобольские (O_3–S_1), (Гришинский, Максимовский, Мечетинский и др). массивы; XII – Валерьяновско-Денисовские (мафит-ультрамафиты Валерьяновского ВПП, возможно раннее- и среднекаменноугольного возраста) (C_1), XII – Валерьяновский (C_1).

Пояса эвапоритовых и каменно-буроугольных компенсационных относительно мантийных диапиров бассейнов: XIII – Пермско-Миньярский; XIV – Верхнепечорско-Верхнекамский; XV – Воркутинско-Гремячинский; XVI – Салехардско-Усть-Маньинский; XVII – Саткинский; XVIII – Монастырский; XIX – Артемовско-Челябинский; XX – Шумихинский; XXI – Тургайский; XXII – Соль-Илецкий.

лизом) этих же геологических структур. Здесь на севере расположены крупнейшие бокситовые месторождения североуральско-субровского геолого-промышленного типа. За основу определения границ провинции собственно Уральского подвижного пояса и сопредельных с ним территорий нами принят Урало-Оманский линеамент, или точнее, Урало-Африканская ступень аномального геопотенциала (рис. 5). Наличие тектонической структуры, приуроченной к этой ступени и впервые охарактеризованной Р. Фюроном, отрицается Ю.Г. Леоновым [17], в чем он, конечно, совершенно прав, что мы отмечали в более ранней публикации, если принять во внимание наши представления о совмещении этой сложной в историческом плане развития и становления структуры [18] и современной позиции единого громадного тектогена, связывающего восточную часть древнего докембрийского африканского материка и территории Урала и Тетиса альпийского времени. В геофизических полях современной территории, характеризуемой Урало-Африканской ступени аномального геопотенциала четко различаются выделяемые нами трансконтинентальные секторы (трансекты) по отношению к изолинии поля описываемого геопотенциала, совпадающей с зоной Главного Уральского глубинного разлома – ГУГРа. На рис. 5 видно, что ГУГР трассируется от Западно-Пайхойского поднятия и Байдарацкого опускания Свальбардской плиты на севере, проходя далее от юга российского Оренбуржья (включая часть Мугоджар) вдоль северо-западной границы с Республикой Казахстан, огибает северо-западный Прикаспий и упирается на границе с Азербайджаном в крайние юго-восточные структуры Большого Кавказа. Здесь, в юго-западном секторе Каспия заканчивается южное ограничение собственно Уральской металлогенической провинции, где ее южная граница совпадает со структурами Тетиса, проходящими на уровне 40° с.ш. и, пересекающими в ВЮВ направлении субмеридиональные структуры Уральской провинции, уходящими в северные области п-ова Индостан и далее на ЮВ.

Восточная граница собственно Уральской провинции на севере ограничивается Арктической металлогенической провинцией, проходя от устья р. Хатанги (и одноименного залива моря Лаптевых) в юго-западном направлении по направлению к ее истокам. Здесь она, огибая восточную, а затем южную границу плато Путорана, совпадает с субширотным направлением его горных хребтов и резко обрывается субмеридионально направленными горными грядами Енисейского кряжа. Далее восточная граница Уральской провинции круто уходит вновь на юго-запад по направлению к г. Сургут. Последний находится на восточной границе собственно Уральской металлогенической провинции, совпадая здесь с изолинией Урало-Африканской ступени аномального геопотенциала, уходящей на г. Курган и фиксирующей восточную “геологическую” границу Уральской провинции, проходящую вдоль оси Валерьяновского вулканно-плутонического пояса, за которым к востоку, в фундаменте Западно-Сибирской низменности, располагаются уже структуры одноименной с нею платформы.

ГУГР фиксирует огромные массы мафит-ультрамафитов Полярного, Северного и Южного Урала с крупными хромитовыми месторождениями на севере (рис. 6) (Сыум-Кеу, Рай-Из, Войкаро-Сыньинское) и гигантским Кемпирсайским месторождением хромитов на юге, в казахстанских Мугоджарах. Здесь оно находится в одноименном мафит-ультрамафитовом массиве, приуроченном к Таловско-Нуралинско-Кемпирсайскому поясу ультрабазитов. Далее, на его простирании к северу, располагается Алапаевско-Асбестовский пояс ультрабазитов и соответствующие ему парагенетические пояса эвапоритовых (гипсы, ангидрит) и каменно-буроугольных компенсационных мантийным диапирам, бассейнов – Монастырского и Артемьевско-Челябинского.

На продолжении трансекта изолинии г. Хромтау, где расположено Кемпирсайское месторождение, в африканской части Урало-Африканской ступени аномального потенциала, в зоне Великих африканских рифтов, находится Великая Дайка расслоенных дунит-пироксенитовых пород с гигантскими залежами хромитов. Здесь же параллельно располагается цепочка антофиллит-асбестовых месторождений, связанных с глубоко метаморфизованными оливин-энстатитовыми породами. На продолжении этой же изолинии геопотенциала, на крайнем юге рассматриваемого Урало-Оманского линеамента, в северной оконечности о-ва Мадагаскар, также отмечаются месторождения хромитов, антофиллит-асбеста, кристаллического графита, обычно, как и антофиллит-асбест, формирующегося в обрамлениях древних гнейсово-мигматитовых комплексов. Здесь же, и на юге Урало-Оманского линеамента его докембрийские структуры с вышеуказанными экзотическими антофиллит-асбестовыми месторождениями, а также крупнейшими месторождениями титано-магнетитовых руд, редкометальных карбонатитовых месторождений, меди, кобальта, полиметаллов, никеля, золота, алмазов, платины и других МПГ, сопрягаются с субмеридиональными металлогеническими и рудными зонами Великих африканских рифтовых структур, переходящих на севере через родопский Тетис в аналогичные структуры российской и зарубежной (Оутокумпу (Финляндия) и др.) Балтии.

Рассматривая геодинамику крупнейшего в Мире Арктического подвижного пояса и сопряженных с ним аналогичных геоструктур, Д.А. Додин и Т.С. Додина [5] пишут: “Глобальные особенности поясов (имеется в виду “подвижных” – *КЗ.),* целостных блоков литосферы – приуроченность к

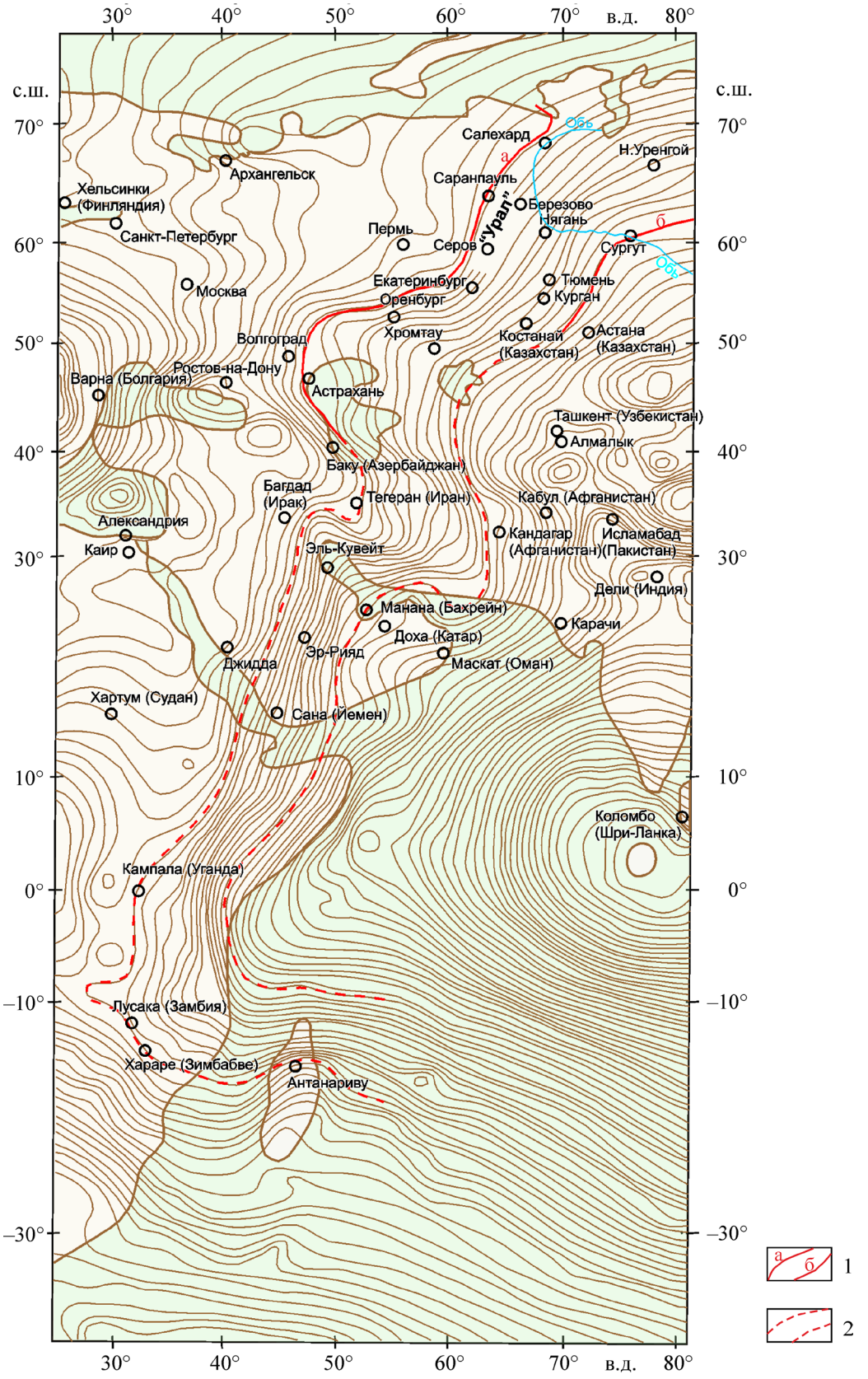

Рис. 5. Урало-Африканская ступень аномального геопотенциала (по [27] с дополнениями по [9]).

1 – Примерное положение Главного Уральского глубинного разлома (а) и оси Валерьяновского вулкано-плутонического пояса, 2 – Условная граница Урало-Африканской ступени аномального геопотенциала.

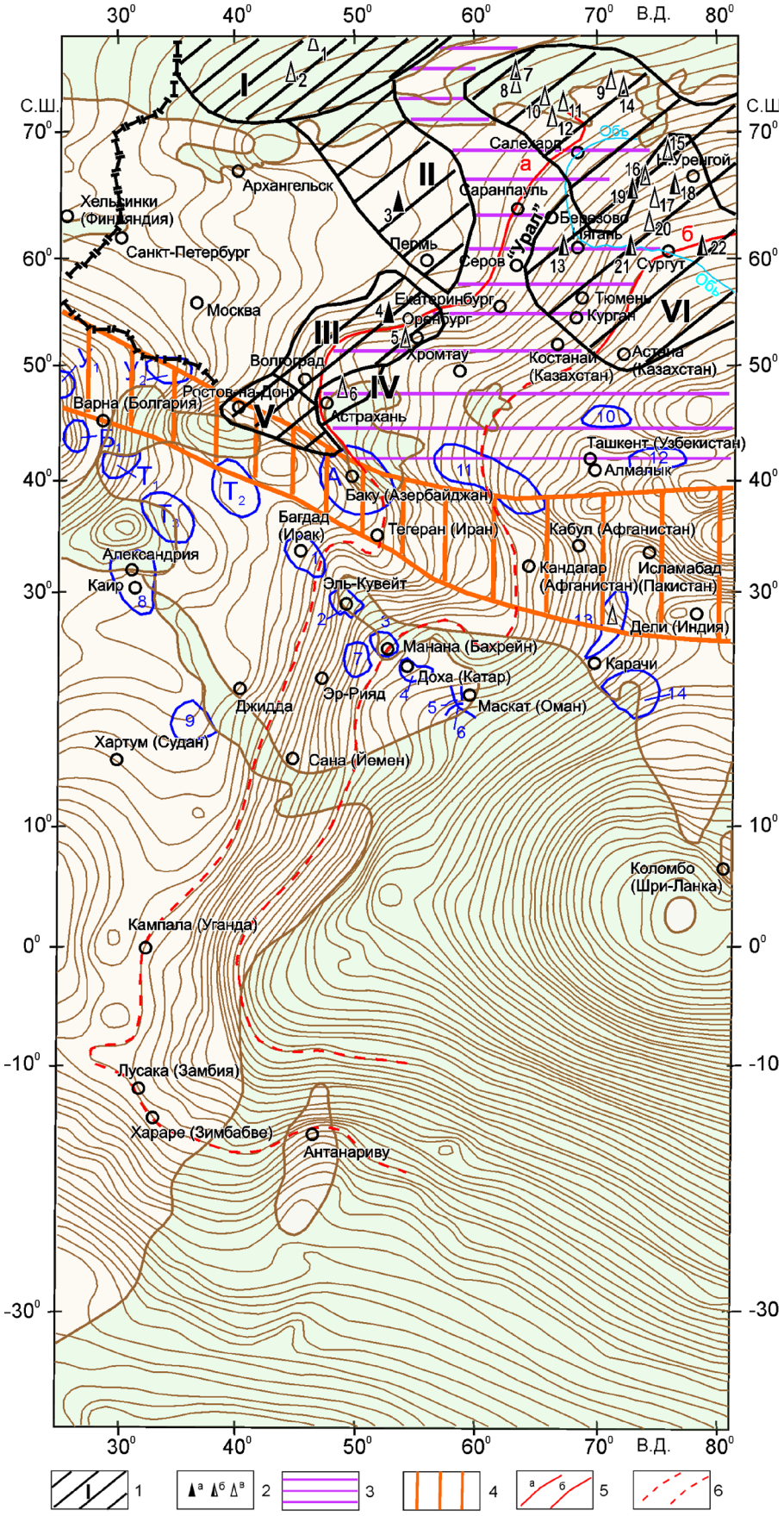

Рис. 6. Нефтегазоносные провинции и области подвижных поясов Евразии, В.Африки, Средней Азии и Индостана [4, 26] и др.

1 – нефтегазоносные провинции: I – Баренцевоморская (Баренцево-Карская); II – Тимано-Печорская; III – Волго-Уральская; IV – Прикаспийская; V – Северо-Кавказская; VI – Западно-Сибирская (Уральско-Западносибирская); 2 – гигантские и суперкрупные месторождения: а – нефти, б – нефти и газа, в – газа, цифры на схеме: 1 – Ледовое, 2 – Штокмановское, 3 – Ярегское, 4 – Ромашкинское, 5 – Оренбургское, 6 – Астраханское, 7 – Русановское, 8 – Ленинградское, 9 – Малыгинское, 10 – Харасавейское, 11 – Бованенковское, 12 – Крузенштернское, 13 – Красноленинское, 14 – Южно-Тамбейское, 15 – Ямбургское, 16 – Медвежье, 17 – Уренгойское, 18 – Заполярное, 19 – Ямсовейское, 20 – Сутормінское, 21 – Лянторское, 22 – Самотлорское; 3 – Урало-Охотский или Урало-Монгольский подвижный пояс; 4 – Средиземноморский подвижный пояс; 5 – границы собственно уральского сегмента Урало-Охотского подвижного пояса: а – положение Главного Уральского глубинного разлома в пределах Урало-Африканской ступени аномального геопотенциала, б – положение оси Валерьяновского вулкано-плутонического пояса – восточной границы Уральского сегмента Урало-Охотского подвижного пояса в указанном поле геопотенциала; 6 – западная и восточная границы суперпровинции газово-нефтяных месторождений Персидского залива, Красного моря и восточной Африки. Буквенные обозначения на схеме: $У_1$ – Львовско-Волынская, $У_2$ – Днепровско-Припятская и Причерноморско-Крымская газонефтяные провинции (Украина); $Б_1$ – Восточно-Родопская газоносная область (Болгария); $Т_1$ – Девекатаги, $Т_2$ – район Шельмо и $Т_3$ – Восточная Анталия (Турция); А – нефтяные камни (Азербайджан); газово-нефтяные провинции бассейнов Персидского залива и Красного моря: 1 – Ирак, 2 – Кувейт, 3 – Бахрейн, 4 – Катар, 5 – ОАЭ, 6 – Оман, 7 – Саудовская Аравия, 8 – Египет (шельф средиземноморья в акватории Александрии и дельта Нила), 9 – Судан (бассейн верховьев р. Нила), 10 – Айрактиканское (Казахстан), 11 – Амударьинская провинция (Туркмения), 12 – Андижанское (Узбекистан), 13 – Карачи (Пакистан), 14 – Вадодара-Кояли (Индия).

глубинным планетарным разломам, переход с суши на шельф и в океан, аномальное строение земной коры, многоэтапность геосинклинальных и активизационных циклов, тектоно-магматических и минерагенических процессов, осложненных или преобразованных явлениями рифтогенеза, раздвига или субдукции, обусловливают длительное геодинамическое развитие названных геоструктур и, как следствие, полигенность, полихронность, полиформационность провинций минерального и топливно-энергетического сырья". К.К. Золоев и Г.Н. Савельева [13] считают, что формирование ряда месторождений происходило в ходе взаимодействия мантийного, ультрамафит-мафитового, и корового материала, которое имело место в широком диапазоне температур при формировании океанической коры и при последующей ее трансформации в разных геодинамических обстановках – от области спрединга-рифтинга до коллизионных и орогенных этапов развития складчатых (подвижных) поясов. Есть много конкретных примеров [24] формирования полезных ископаемых (нефть, газ, алмазы, бокситы, минеральные соли, благородные металлы, сульфидные руды и др.) в зонах перехода срединно-океанических хребтов (желобов трансформных разломов) и материковых хребтов [7–9]. Там же приводятся примеры распространения некоторых полезных ископаемых на современных континентах, а также – в сопоставлении с возможным их размещением в Пангее [7, 17].

На выделяемой нами территории собственно Уральской подвижной металлогенической провинции находятся 15 гигантских нефтяных и газовых месторождений, 12 гигантских и суперкрупных каменно- и буроугольных бассейнов [11, 23], Гигантское Качканарское месторождение титано-магнетито-ванадиевых руд, около десятка высококачественных суперкрупных месторождений скарново-магнетитовых руд, почти такое же количество гигантских и суперкрупных месторождений медноколчеданных золотосодержащих руд, два громадных уникальных бокситоносных района, несколько гигантских (включая гигантское и уникальное по минеральному составу и промышленному содержанию благородных металлов и других полезных компонентов Верхнекамское месторождение) бассейнов минеральных солей, два гигантских (Саткинское и Семибратское) месторождения кристаллических магнезитов, три гигантских (включая Баженовское), крупнейших в Евразии месторождения хризотил-асбеста и многие другие уникальные месторождения. Уральская подвижная металлогеническая провинция по своим гигантским газонефтяным месторождениям закономерно сливается в единую Урало-Оманскую газонефтеносную суперпровинцию, на юге охватывающую страны Персидского залива и Восточно-Африканского континента, объединяющую также гигантские и уникальные месторождения ряда твердых полезных ископаемых.

Детальный анализ размерности (масштабности) месторождений различных полезных ископаемых выполнен нами сравнительно недавно [8]). Здесь следует обсудить эту проблему заново, поскольку появились дополнительные факторы и понятия. К числу последних относится часто принимаемая градация месторождений: гигантское/суперкрупное (крупное/мелкое) и, наряду с этим, такое как "уникальное". Оказывается, к последним для нефтяных месторождений многие исследователи относят те же гигантские месторождения, запасы которых превышают 300 млн. т извлекаемой нефти. Мы предлагаем такие месторождения называть однозначно гигантскими или сверхгигантскими (когда те же нефтяные месторождения по размеру превосходят 300 млн. т вдвое или даже втрое). Термин "уникальное" добавлять только в том случае, если это месторождение отличается присутствием, кроме основного полезного ископаемого, других ценных извлекаемых полезных ископаемых в промышленных концентрациях. Например, Ярегское гигантское месторождение нефти можно называть с добавлением термина "уникальное", так как в нем содержатся извлекаемые промышленные концентрации Ti, а также повышенные концентрации V и Ni или Верхнекамское месторождение с запасами калийных солей в количестве 5412 млн. т, в терригенных пропластках которого отмечаются повышенные количества золото-платиноидной минерализации, а в солях – бром, йод и многие другие элементы, является одновременно супергигантским и уникальным.

На рис. 6 показаны нефтегазоносные провинции Урала и непосредственно прилегающих к нему территорий Западно-Европейской и Сибирской платформ. Баренцевоморская или Баренцево-Карская провинция приурочена к обширной шельфовой зоне Карского моря и включает пять газоконденсатных и газовых месторождений с небольшими количествами нефти. Среди них гигантское Штокмановское и суперкрупные и крупные Ледовое, Лудловское, Мурманское, Северо-Кильдинское и др. Южнее расположена Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция с общими запасами 1209 млн. т нефти, с вышеохарактеризованным гигантским и уникальным Ярегским месторождением и с другими нефтяными месторождениями общим числом 72. Еще южнее расположена обширная Волго-Уральская нетегазоносная провинция с 919 месторождениями и общими запасами нефти 2267 млн. т. Она приурочена к Татарскому и Пермско-Башкирскому сводам и Оренбургскому валу. Среди месторождений (многие из которых уже выработаны) отмечается ряд гигантских и крупных: Бавлинское, Туймазинское, Шкаповское, Орланское, Оренбургское, Ромашкинское и др. В расположенной южнее Прикаспийской провинции находится гигантское Астра-

ханское месторождение. Два других гигантских месторождения этой провинции – Карачаганакское и Тенгизское находятся в Казахстане. В пределах Прикаспийской провинции, кроме гигантских, имеется 27 месторождений преимущественно мелкого и, реже, крупного размера; общие запасы нефти в которых составляют всего 450 млн. т, что незначительно по отношению ко всем ресурсам этой провинции (2267 млн. т).

Нефтегазоносность периферийной территории Восточно-Европейской платформы завершается на ее юге Северо-Кавказской нефтегазоносной провинцией с большим количеством (329) мелких и весьма редко крупных месторождений с общими запасами 157 млн. т нефти. Все перечисленные провинции прослеживаются с севера на юг в основном вдоль Уральского передового прогиба и его главной рифтогенной структуры.

Западно-Сибирская, или точнее Уральско-Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция (поскольку ее большая часть приурочена к Уральскому подвижному поясу, что детально обосновано в недавних наших публикациях [25], является одной из крупнейших провинций мира. Вся рассматриваемая провинция относится к супергигантской, так как запасы нефти в ее недрах – 11 млрд. 120 млн. т [23] составляют 70.8% всех общероссийских запасов и уступают только запасам нефти Саудовской Аравии, Ирака, Кувейта и ОАЭ, опередив многие другие ведущие нефтедобывающие страны. Мезозойско-кайнозойский чехол Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна залегает на позднедокембрийско-раннепалеозойском дислоцированном фундаменте и плавно погружается от бортов плиты к центральным и северным ее районам. Все крупные положительные нефтеносные структуры бассейна приурочены к системе сводов и мегавалов Колтозерско-Уренгойского и др., близмеридионально простирающихся рифтов.

Уральский и Западно-Сибирский экономические районы, занимают видное место в российском потенциале также *по запасами и ресурсам угольных месторождений.* Наиболее крупные из них сосредоточены в обширном Печорском бассейне, на западном склоне Урала. В нем распространены каменные угли, часть которых представлена ценными коксующимися разновидностями (гигантские Воркутинское, Воргашорское, Усинское месторождения), а другая часть – энергетическим углями (Интинское месторождение). Для нового шахтного строительства подготовлено несколько участков с запасами угля 2.4 млрд. т, в том числе с 1.5 млрд. т коксующихся углей. На западном склоне находится также в прошлом гигантский Кизеловский бассейн каменных углей, остаточные запасы которого составляют немногим более 300 млн. т. На восточном склоне распространены как каменно-, так и, в большей мере, буроугольные бассейны. Среди них бесспорно гигантскими являются буроугольные месторождения обширного Сосьвинско-Салехардского бассейна, в одной только южной части которого сосредоточено несколько месторождений с общими запасами 1518 млн. т, (Оторьинское – 864.2 млн. т, Тольинское – 523.2 млн. т). К числу суперкрупных объектов относится Коркинское буроугольное месторождение в Челябинской области (197.9 млн. т остаточных запасов).

Среди других твердых полезных ископаемых на Урале бесспорными супергигантами являются месторождения калийно-магниевых солей, ряда железных и медноколчеданных руд, хромитов, бокситов, золота, асбеста и мн.др.

К супергигантам среди железорудных месторождений относится Качканарское титаномагнетитовое (с ванадием) месторождение с запасами железных руд 11.13 млрд. т и начальным минерально-сырьевым потенциалом (НМСП) – 166.9 млрд. долларов США. Для сравнения, приведем данные В.Л. Заверткина и др. [6], которыми НМСП месторождений железистых кварцитов Курской магнитной аномалии оценивается в 597 млрд. долларов США, при этом наиболее крупное его Михайловское месторождение обладает НМСП в 139.05 млрд. долларов, что близко сопоставимо с Качканаром, а еще два сверхгиганта КМА – Лебединское и Стойленское выделяются своими НМСП соответственно в количестве 4.4 и 6.7 млрд. т. Еще два месторождения железистых кварцитов КМА – суперкрупные Коробковское и Стойло-Лебединское обладают НМСП соответственно в 2.2 и 2.6 млрд. долларов.[3] Все месторождения железных руд Уральского подвижного пояса, кроме вышеуказанного Качканарского, по этим показателям подразделяются следующим образом (НМСП в млрд. долл. США): гигантское Высокогорское, скарново-магнетитовое – 7.3 (в т.ч. только Естюнинское рудное поле – 4.5), также гигантские Волковское, V-Fe-Cu – 6.6 и Гороблагодатское – 4.09, суперкрупные Магнитогорское – 2.71 и Теченское – 1.18 и супергигантское Бакальское, сидеритовые руды – 15.69. Скарново-магнетитовые руды Валерьяновной металлогенической зоны с запасами железа более 1 млрд. т каждое: Соколовское, Сарбайское и Качарское по 20–22 млрд. долларов и Глубочинское месторождение в Курганской области – 19.3 млрд. долларов относятся к супергигантским.

Медноколчеданные месторождения Урала по своему НМСП ранжируются более однородно: гигантское Гайское обладает начальным потенциалом в 11.9 млрд. т и может считаться бесспорным лидером России, все остальные подразделяются следующим образом: суперкрупные месторождения – Учалинское (2.87), Узельгинское (2.20), Подольские (3.23), Юбилейное (3.26), Волковское,

[3] Размеры месторождений КМА взяты по данным ([23], стр. 157, табл. 3.4, НМСП подсчитан авторами).

V-Fe-Cu (3.5), Сафьяновское (1.85); крупные – Левихинская группа (0.680), Молодежное (0.653).

По остальным полезным ископаемым мы отсылаем читателя к нашим работам [10, 11, 25]. Здесь лишь отметим, что бесспорными гигантскими месторождениями Уральского подвижного пояса являются также Саткинское и Семибратское магнезитов, Баженовское, Джетыгаринское и Киембайское хризотил-асбеста, Кемпирсайское хромитовое, сверхгигантскими никелевыми с платиноидами являются месторождения Норильского района. Сверхгигантским является рудный потенциал СУБРа и др. Урал весьма перспективен на золотое оруденение в комплексе с платиноидными рудами. Соответственно могут быть разведаны и оценены крупные и суперкрупные месторождения Au и МПГ сухоложского и воронцовского геолого-промышленных типов [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Палеогеодинамика Уральского подвижного пояса отличалась от многих аналогичных поясов Мира последовательной, ступенчатой во времени и обширной в пространстве регрессией Западно-Сибирского, а возможно более обширного палеоокеана в восточном направлении практически в течение всего палеозоя и мощной, но сравнительно кратковременной трансгрессией в мезозойско-кайнозойский период. Отдельные прослои угленосных отложений и маломощных пластов углей отмечаются еще в низах триаса, но крупные залежи и месторождения в основном бурых углей в огромном Сосьвинско-Салехардском бассейне наследуют каменные угли карбона (на юге бассейна). Возможно, гигантские месторождения углеводородов мезозойско-кайнозойского чехла современной Западной Сибири заложены на палеозойских нефтегазовых ловушках, что существенно расширяет ресурсный потенциал этой гигантской нефтегазовой провинции, а также парагенетически связанных с нефтью многочисленных крупномасштабных твердых полезных ископаемых.

Исследования выполнялись при частичной поддержке гранта РФФИ (11-05-12040-офи-м-2011).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аюпова Н.Р., Белогуб Е.В., Новоселов К.А.* Железисто-кремнистые образования как индикаторы колчеданного оруденения (на примере Бабарыкинского рудного поля, Южный Урал) // Литосфера. 2011. № 3. С. 117–133.
2. *Богатиков О.А.* Неорганические наночастицы в природе // Вестник РАН. 2003. Т. 73, № 5. С. 436–428.
3. *Бортников Н.С.* Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-метасоматических системах в тектонически активных зонах // Геология рудных месторождений, 2006. Т. 48, № 1. С. 3–28.
4. Геологический словарь. М.: Недра, 1973. Т. 1. 486 с.; Т. 2. 456 с.
5. *Додин Д.А., Додина Т.С.* Геодинамика крупнейшего в Мире Арктического подвижного пояса и сопряженных с ним геоструктур // Геодинамика формирования подвижных поясов Земли: мат-лы междунар. научн. конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 90–93.
6. *Заверткин В.Л., Комаров М.А., Оганесян Л.В.* Гигантские и крупные месторождения в минерагеническом потенциале земной коры // Разведка и охрана недр. 2003. № 8. С. 2–6.
7. *Золоев К.К.* Еще раз об Урало-Оманском линеаменте // Геология и минерагения подвижных поясов / Под ред. К.К. Золоева. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. С. 60–69.
8. *Золоев К.К.* Офиолиты, тектогенез и рудообразование подвижных поясов Земли // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование / Отв. редакторы: Н.П. Юшкин, В.Н. Сазонов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 520–529.
9. *Золоев К.К.* Прогнозно-минерагеническое районирование в формате кластерного анализа // Литосфера. 2009. № 6. С. 3–16.
10. *Золоев К.К., Додин Д.А., Коротеев В.А. и др.* Тектоническое районирование и минерагения Урала (аналитический обзор). М.: ГеоКарт, ГЕОС, 2006. 180 с.
11. *Золоев К.К., Додин Д.А., Коротеев В.А. и др.* Тектоника и металлогения Урала на примере территории проектируемого транспортного коридора “Урал Промышленный – Урал Полярный” // Литосфера. 2007. № 1. С. 3–28.
12. *Золоев К.К., Кривко Т.Н.* Роль ленточно-цепочечных структур гелево-коллоидных коагулятов в формировании крупномасштабных колчеданно-сульфидных месторождений и других полезных ископаемых // Вулканизм и геодинамика: мат-лы V Всерос. симпоз. по палеовулканологии. Екатеринбург, УрО РАН, 2011. С. 513–516.
13. *Золоев К.К., Савельева Г.Н.* Некоторые вопросы рудогенеза в связи с образованиями и трансформацией мафит-ультрамафитовых комплексов океанической коры в разных геодинамических обстановках // Геодинамика формирования подвижных поясов Земли: мат-лы междунар. науч. конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 111–114.
14. *Иванов К.С., Кучеров В.Г., Федоров Ю.Н.* К вопросу о глубинном происхождении нефти // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири: мат-лы междунар. академ. конф. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2008. С. 160–173.
15. *Кисин А.Ю.* Закономерности размещения и прогноз месторождений полезных ископаемых на основе модели блоковой складчатости. Дисс. док. геол.-мин. наук. Пермь: ПГУ, 2009. 454 с.
16. *Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н.* Гидрогенное рудообразование (под редакцией А.И. Кривцова и Г.А. Машковцева). М.: Геоинформмарк, 2000. 608 с.
17. *Леонов Ю.Г.* Миф об Урало-Оманском линеаменте // Геотектоника. 1994. № 5. С. 82–84.
18. *Лучинин И.Л.* Перспективы урагоносности Уральского региона // Отечественная геология. 1995. № 9.

С. 39–42.
19. *Маракушев А.А.* Новая модель формирования платформенных депрессий // Проблемы рудной геологии, петрологии, минералогии и геохимии. М.: ИГЕМ РАН, 2004. С. 3–15.
20. *Маракушев А.А., Панеях Н.А., Русинов В.Л., Зотов И.А.* Парагенезисы рудных металлов углеводородной специфики. Ч. II. Сульфурофильные металлы // Известия вузов. Геология и разведка. 2008. № 1. С. 15–22.
21. *Мелуа А.И.* Геологи и горные инженеры. Нефтяники. Т. 2. М–Я. / Ред. Н.П. Лаверов. М.–СПб.: Гуманистика, 2003. 1182 с.
22. *Налдретт А.Дж.* Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. СПб.: СПбГУ, 2003. 487 с.
23. Недра России. Т. 1. / Под ред. Н.В. Межеловского, А.А. Смыслова. СПб.: Горный ин-т, М.: Межрегион. центр по геол. картографии, 2001. 347 с.
24. *Пейве А.А., Савельева Г.Н., Сколотнев С.Г., Симонов В.А.* Тектоника и формирование океанической коры в области "сухого" спрединга Центральной Атлантики (7′10″–5′ с.ш.) // Геотектоника. 2003. № 2, С. 3–25.
25. *Рыльков С.А., Коротеев В.А., Ворожев Е.С. и др.* Минерально-сырьевые ресурсы Урала // 85 лет геол. службе Урала: мат-лы науч.-практ. конф. Екатеринбург: Уралнедра, МПР Свердл.обл., УрО РАН, УГГУ, УКСОГЕН, 2005. С. 9–43.
26. *Li C., Maier* W.D., de Waal S.A. The role of magma mixing in the genesis of PGE mineralization in the Bushveld Complex: Thermodynamic calculations and new interpretations. Econ. Geol. 2001. V. 96. P. 653–662.
27. *Marash J.G., Vincent S.* Global detailed computation model analysis // Geophys. Surv. 1974. № 4. P. 481–511.
28. Noffett J.W. Microbially mediated ceriumoxidation in seawater // Nature. 1990. V. 345. P. 421–423.

Рецензент К.С. Иванов

Metallogeny of the Urals fold belt and fluid sulphurization of mantle hydrocarbons of the West-Siberian sedimentary basin and its plate basement

K.K. Zoloev*, D.A. Dodin, V.A. Koroteev*, T.N. Krivko*****

**Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*
***The All-Russia Scientific Research Institute of Geology and Mineral Resources of the Ocean*
****Urals Geological Survey Expedition*

The major solid mineral resources of the Urals fold belt, which are genetically and spatially associated with the liquid and gaseous hydrocarbons of the Earth's mantle are discussed in the article. The information on the forms of concentration of noble metals and other minerals in various environments of host rocks, preferable in carbon sequences, is done. The model of joint formation of hydrocarbons and solid minerals, metals and nonmetals, is described.

Key words*: the fold belt of the Urals, the rare earths, precious metals, other solid mineral resources – derivatives of mantle brimstone and mantle hydrocarbon radicals; features of metallogeny and the main ore zones and fields.*