

8. Калинин И.Б. Право собственности на сопряженные с водами земельные участки / Правовые проблемы укрепления российской государственности. Ч. 16. —Томск, 2003. С. 270—274.
9. Колбасов О.С. О новом Водном кодексе Российской Федерации // Законодательство и экономика. 1997. № 1—2. С. 15.
10. Комментарий к Водному кодексу Российской Федерации / Под ред. С.А.Боголюбова. —М., 1997. С. 36.
11. Кулешов Е.В. Государственная собственность субъектов РФ как основа их экономической самостоятельности // Государство и право. 2005. № 6. С. 42, 44.
12. Малая Т.Н. Право собственности на животный мир: Автореф. дисс. ... канд. юридич. наук. —М., 1996. С. 25.
13. Малько А.В. Теория государства и права. —М.: Юрист, 2001. С. 216.
14. Мисник Г.А., Мисник Н.Н. Публичные и частные интересы в экологическом праве // Государство и право. 2006. № 2. С. 29.
15. Предпринимательское (хозяйственное) право. Учебник. В 2 т. Т. 1 / Под ред. О.М.Олейник. —М.: Юрист, 1999. С. 507.
16. Скловский К.И. Собственность в гражданском праве. —М.: Дело, 1999. С. 159—166.
17. Степанян В.В. Социальная справедливость и социалистическое право. —Ереван, 1987. С. 82.
18. Шорников Д.В. Природные ресурсы как объекты гражданских прав: Автореф. дисс. ... канд. юридич. наук. —Иркутск, 2005. С. 146.

Энергетические минерально-сырьевые ресурсы

УДК 553.9.04(985)

Коллектив авторов, 2006

Ресурсы углей и горючих сланцев арктической зоны России и перспективы их использования

А.В.ПАВЛОВ, Д.В.ЛАЗУРКИН (ВНИИОкеангеология), В.М.БОГОМАЗОВ, А.Б.ГУРЕВИЧ, Г.М.ВОЛКОВА, А.П.ЗОЛОТОВ, А.Е.МОГИЛЕВ, Г.В.СОКОЛОВА (ВСЕГЕИ)

Стратегия развития угольной и сланцевой промышленности России. Угольная промышленность — важная составляющая топливно-энергетического комплекса страны, обеспечивающая сырьем и топливом энергетику, металлургию и ряд других отраслей [14]. После затяжного периода падения объемов производства в последние три года она постепенно наращивает объемы добычи угля и угольной продукции. Это было предопределено общим подъемом российской экономики и соответствующим увеличением спроса на угольное топливо. Прирост добычи угля произошел в основном в Кузбассе (32,9%), Восточной Сибири (19,8%), а также в Северном (1,7%) и Дальневосточном (4,4%) экономических районах.

К сожалению, газ для электростанций по-прежнему в 1,7 раза дешевле угля, поэтому доля угля в потреблении на тепловых электростанциях снижена до 28,3%, а доля газа составляет 66,6% [14]. Для устранения неэффективного использования природного газа необходимо увеличение цен на газ, введение лимитов на его использование в энергетике, ограничение строительства электростанций, работающих на газе. В обращении Всероссийского съезда угольщиков к Президенту России В.В.Путину от 12 марта 2002 г. (Уголь. 2002. № 5. С. 12) говорится, что в мире уголь обеспечивает в настоящее время почти половину производства электро- и теплоэнергии. Мы же вместо угля в топках сжигаем газ, ценнейшее невозместимое сырье, которое могло бы дать нашей экономике дополнительные валютные поступления.

До середины 1950-х годов в России преобладала стратегия энергохозяйства на основе использования угля, доля его в топливном балансе достигала почти 75% [1]. Последующее 20-летие стало периодом нефти (ее доля превысила половину всего энергетического потенциала), а с 1985 г. наступила так называемая «газовая пауза». В настоящее время по оценкам экспертов при существующем уровне потребления предельное истощение мировых запасов нефти и газа может наступить уже к 2035 г., а мировая потребность в угле вырасти к 2015 г. почти в 2 раза. Это зна-

чит, что в XXI в. уголь как топливо выступает на первый план и становится важнейшим, а затем основным энергоносителем, в связи с чем государственная политика ведущих угледобывающих стран, таких как США, Австралия, Китай, Великобритания, уже сейчас направлена на увеличение добычи угля. Цены на уголь в большинстве стран существенно ниже цен на газ и нефтепродукты. В США на лучших электростанциях стоимость выработки 1 кВт/ч электроэнергии составляет (в центах): на природном газе — 1,4, атомном топливе — 1,35 и угле — 1,02. Уголь в мире — основной источник получения электроэнергии, где в целом его доля 36% [10]. Доля угля при производстве электроэнергии в отдельных развитых странах еще выше (в %): ЮАР — 90, Австралия — 84, США — 56, Дания — 52, Германия — 51, таких странах как Польша, Китай, Чехия, соответственно, 96, 80 и 71, в то время как в России, занимающей после США и Китая третье место в мире по разведанным запасам угля, только 18. Одна из причин диспропорций топливно-энергетического баланса — нерациональное соотношение цен на основные виды топливно-энергетического сырья. Цена на газ в России регулируется государством, а цены на уголь и мазут свободные. В результате в пересчете на условное топливо газ у нас дешевле топочного мазута и угля. В условиях конкуренции искусственно дешевый газ активно вытесняет другие виды топлива, в т.ч. и уголь, что способствует свертыванию угольной промышленности. Например, в 1999 г. в центральной части России 1 т условного топлива стоила (в руб.): в виде газа 263, угля 326 и мазута 424 [10]. По мнению многих экспертов и видных ученых, ранее принятая энергостратегия «газовой паузы» близится к завершению [1]. Уже в настоящее время 80% российского газа добывают на месторождениях с падающей добычей. Общая выработанность запасов газа по ряду важнейших месторождений достигает 80—90%. Для поддержания достигнутого в стране уровня добычи газа необходимо вести разработку новых объектов в Заполярье, на о.Сахалин, шельфах арктических морей и в других сложных экономико-географи-

ческих условиях, а это потребует огромных инвестиций не только в добычу и переработку, но и реконструкцию и постройку новых магистралей транспортировки, одновременно создавая соответствующую современную инфраструктуру. Чтобы не допустить связанных с этим новых экономических кризисных явлений, необходима незамедлительная корректировка стратегии развития топливно-энергетического комплекса. Уже сегодня ОАО «Газпром» предлагает инвестиции для обратного перевода электростанций с газа на уголь, так как по оценке ОАО «Газпром» «газовая пауза» продлится не более 6—7 лет в силу объективного истощения запасов газа. Уже через год цена газа на внутреннем рынке начнет догонять цену на внешнем рынке, а через 5—10 лет она вырастет в 2—3 раза. Поэтому в ближайшее время уголь станет ликвидным продуктом, и замещение газа углем будет происходить более активно. Кроме того, 70% территории с постоянно проживающим населением порядка 22 млн. человек не могут получать энергоресурсы по системе централизованного снабжения, и вынуждены их завозить. Имеются в виду Дальний Восток, Крайний Север, Сибирь и другие регионы, где находятся месторождения угля и реальные возможности решения проблемы энергоснабжения автономными источниками с использованием местного топлива. Уголь как топливо характеризуется рядом очевидных преимуществ: огромные запасы, простота хранения, транспортировки и использования в быту, решаемость проблем высокой эффективности и экологичности на крупных ТЭС. Эти преимущества позволят ему сохранить свое положение, по крайней мере, до 2030—2050 гг. и далее, если не будут найдены другие эффективные решения проблем нетрадиционной энергетики [1].

По мнению Г.И.Грицко [5], главной чертой новейшей фазы следует считать осуществление последовательного наращивания производственных мощностей, сопровождающегося увеличением объемов угледобычи, с тем, чтобы угольная промышленность могла во все большей степени превращаться в ведущую отрасль топливно-энергетического комплекса. Данный этап развития должен сопровождать и обуславливать процесс «свертывания» так называемой газовой паузы в российской энергетике, к окончанию которой именно уголь станет определяющим элементом топливно-энергетического баланса страны.

Наряду с традиционными направлениями использования углей в энергетике, металлургии и коммунально-бытовом секторе все большее значение должно приобретать, по данным работы [7], расширение сферы использования углей и продуктов их переработки в других отраслях экономики — производстве синтетического жидкого горючего, добыче заключенного в углях и угленосных отложениях метана, получении электродных, футеровочных и углеграфитовых материалов, адсорбентов, горного воска, гуминовых препаратов и др.

К горючим сланцам относятся осадочные тонкозернистые карбонатные, кремнистые или глинистые породы, содержащие 15—40% органического вещества (кероген) [7]. Органическое вещество сланцев химически инертно и нерастворимо в органических растворителях, но оно способно выделять сланцевую смолу (сланцевую «нефть») при нагревании до 500 С и выше. Горючие сланцы представляют собой дополнительный источник углеводородов. В настоящее время сланцами удовлетворяется определенная часть потребности в производстве энергии, моторного

топлива и сырья для химической промышленности. Важное направление использования горючих сланцев — получение парафина, электродного кокса, медицинских препаратов. В будущем развитие сланцевой промышленности многих стран будет ориентировано, вероятно, на производство сланцевой смолы — синтетической нефти. Сланцевая зола используется при производстве строительных блоков и панелей, различных типов бетона, силикатных кирпичей, портландцементов, а также для известкования кислых почв в сельском хозяйстве.

Ресурсы горючих сланцев мира оцениваются в сотни триллионов тонн, а содержащейся в них смолы в 550 млрд.т [6]. Основные ресурсы сланцев (более 80%) сосредоточены в США, Бразилии и России. Наибольший расцвет сланцевой промышленности приходился на годы второй мировой войны и первые послевоенные годы. В это время горючие сланцы добывались во Франции, Австралии, Испании, Австрии, ЮАР, Швеции, СССР, Китае и Бразилии. В дальнейшем сланцевая нефть не смогла конкурировать с природной из-за больших затрат (в 1,5—3 раза) на ее получение и во всех странах, за исключением СССР и Китая, предприятия по добыче и переработке сланцев были закрыты. В настоящее время горючие сланцы добываются в Китае (10—12 млн.т в год), Эстонии (около 16 млн.т) и России (3,8 млн.т). Добыча сланцев в России ведется в двух бассейнах: в основном в Прибалтийском на Ленинградском месторождении, и в незначительном объеме в Волжском на Кашпирском месторождении. Для энергетических целей расходуется около 70% добываемого сланца с теплотой сгорания 10 МДж/кг (Прибалтийская ГРЭС, ТЭЦ города Сланцы и Сызрань). Для технологической переработки используются богатые смолой сланцы с выходом смолы: кукерситы Ленинградского месторождения 21—24% и на Кашпирском месторождении 11—13%. Освоение новых месторождений горючих сланцев в России сдерживается из-за низкого содержания смолы, нередко из-за повышенной их сернистости, а также экологическими проблемами, возможными при добыче сланцев [7].

Перспективы развития и освоения угольных и сланцевосных бассейнов арктической зоны России. Арктическая зона России исключительно богата углями, а также горючими сланцами (см. рисунок и таблицу). Здесь полностью или частично расположены такие крупные угольные бассейны, как Печорский, Западно-Сибирский, Сосьвинско-Салехардский, Тунгусский, Таймырский, Ленский, Зырянский, а также значительное число обширных угленосных площадей: Усть-Енисейская, Северо-Таймырская, Нижнеленская, Яно-Омолойская, Уяндинская, Хромская, Нижнеколымская, Омолонская, Анюйская, Чаун-Чукотская, Анадырская, Земля Франца-Иосифа, острова центральной части Карского моря и Новосибирские. Горючие сланцы представлены бассейнами Большеземельским, Ижемским, Яренским и Оленёкским [2, 3]. Угольные объекты на территории арктической зоны России размещены более или менее равномерно, сланцевосные выявлены лишь в западной и центральной частях зоны.

Европейская арктическая зона. В северо-восточной части этой зоны давно открыт и эксплуатируется Печорский угольный бассейн пермского возраста, а в предвоенные и послевоенные годы в районе Северного Тимана было разведано и отнесено в разряд непромышленных Волонгское месторождение угля девонского возраста. Кроме того, здесь расположены горючесланцевые бассейны Большеземельский, Ижемский и Яренский.

Ресурсы углей Арктической зоны России

Номер на рисунке	Бассейн, площадь	Возраст угленосных отложений	Интервал глубин оценки, м	Марка, группа угля по ГОСТ 25543-88	Всего (гр. 7 10)	Ресурсы, соответствующие условиям балансовых запасов, млн.т									
						В том числе					В том числе				
						Запасы, учтенные госбалансом			В том числе по категориям		Запасы, учтенные госбалансом			В том числе по категориям	
						Всего	А	В	С ₁	С ₂	Всего	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Всего
I	Печорский, в т.ч. коксующиеся	P	0—1500	Б—А	191 258 ^x	8532	8120		412	412	175 697	47 325	63 966	64 406	
II	Северный Тиман	D ₃	0—300	Д	2	3331	3280		51	51	20 821	11 468	5230	4123	
III	Сосьвинско-Салехардский	T—J	0—300	2Б—3Б	19 727	954	343		611	611	18 773	1371	10 245	7157	
IV	Западно-Сибирский	K _Z	0—300	Б	100 000						100 000	20 000	30 000	50 000	
V	Усть-Енисейская	К	0—300	Б—Г	21 420						21 420	11 420	10 000		
VI	Земля Франца-Иосифа	K ₁	0—300	Б	11 64						11 64			1164	
VII	Северный Таймыр	K ₁	0—100	2Б	6200						6200		640	5560	
VIII	Таймырский, в т.ч. коксующиеся	P	0—600	Г—А	97 795	89	3		86	86	97 706	278	7316	90 112	
			0—600	Г—ОС (ТС)	23 111						23 111	56	5290	17 765	
IX	Тунгусский, в т.ч. коксующиеся	C ₂ —P ₁	0—1800	2Б—А	193 914	2132	1375		757	757	191 782	843	44 911	146 028	
			0—1800	ГЖО—КС	33 264	244	151		93	93	33 020	120	11100	21 800	
X	Поппигайская	К		Б											
				Б											
XI	Ленский, районы А, Б, Г, Д	J ₃ —K ₁	0—300	Б—К	81 730,9	481,5	278,5		203	203	81 249,4	27 669,7	46 429,7	7150	
XII	Нижнеленская	P	0—300	Б	1733,4	13,4	12,0		1,4	1,4	1720,0	17,0	30,0	1673,0	
XIII	Яно-Омолгойская	K _Z	0—300	Б	14 243	16,0	14,0		2,0	2,0	14 227,0	555,0	1332,0	12 340,0	
XIV	Хромская	P	0—300	Б	652						652,0		48,0	604,0	
XV	Нижнеколымская	K _Z	0—300	Б	2834						2834			2834,0	
XVI	Уядинская	K _Z	0—300	Б	1993,9	9,9	7,0		2,9	2,9	1984,0	78,0		1906,0	
XVII	Западно-Верхоянская	P		СС—Г	88						88			88	

Не подсчитывались

Номер на рисунке	Бассейн, площадь	Возраст угленосных отложений	Интервал глубин оценки, м	Марка, группа угля по ГОСТ 25543-88	Всего (гр, 7 10)	Ресурсы, соответствующие условиям балансовых запасов, млн.т									
						В том числе					В том числе				
						Запасы, учтенные госбалансом					Прогнозные ресурсы				
						Всего	В том числе		Всего	В том числе по категориям					
А	В С ₁	С ₂	Р ₁	Р ₂	Р ₃										
XV/III	Зырянский, в т.ч. коксующиеся	K-K _Z	0—1500	Б—Т	8750	198	171	27	8552	659	5213	2680			
XIX	Омолонская	J ₂ —K ₂	0—600	Д—Г	1371	102	98	4	2607,0	269	1652	686			
XX	Чаун-Чукотская	K ₂ —N ₁	0—300	Б—Т	11 007,8 ^{xx}	0,9	0,9		10 780,2	3100,2	1650	6030			
XXI	Анойская	K ₁	0—100	Д	100				100		100				
XXII	Анадырская, в т.ч. коксующиеся	K ₂ —N ₂	0—600	Б—Ж	46 745 ^{xxx}	648	187	461	45 947	1076	35 101	9770			
XXIII	Новосибирские острова	P		Ж (Г, ГЖ, КЖ)	1780				1780		810	970			
		K ₁ —K _Z		Б, Д	7340				7340	1000	2000	4340			
	Всего по Арктической зоне, в т.ч. коксующиеся				810 015	13 076,7	10 511,4	2565,3	789 532,6	115 391,9	259 030,7	415 110			
					85 016	3677	35,29	148	81 339	11 913	24 082	45 344			
	Российская Федерация, в т.ч. коксующиеся	D—N	0—1800	Б—А	4 144 810 ^{xxxx}	276 694,5	198 076,7	78 617,8	3 816 732	536 183	735 374	2 545 175			
		C, M, Mz	0—1800	ДГ—ТС	446 151,1	48 758,1	40 041,2	8716,9	397 393	144 133	160 723	92 537			
	Ресурсы углей Арктики в % от ресурсов углей РФ, в т.ч. коксующиеся				19,5	4,8	5,3	3,3	20,7	21,5	35,2	16,3			
					19,1	7,5	8,8	1,7	20,5	8,3	15	49			

Включены забалансовые запасы: ^x 7029, ^{xx} 226,7, ^{xxx} 150, ^{xxxx} 51383,5 млн.т.

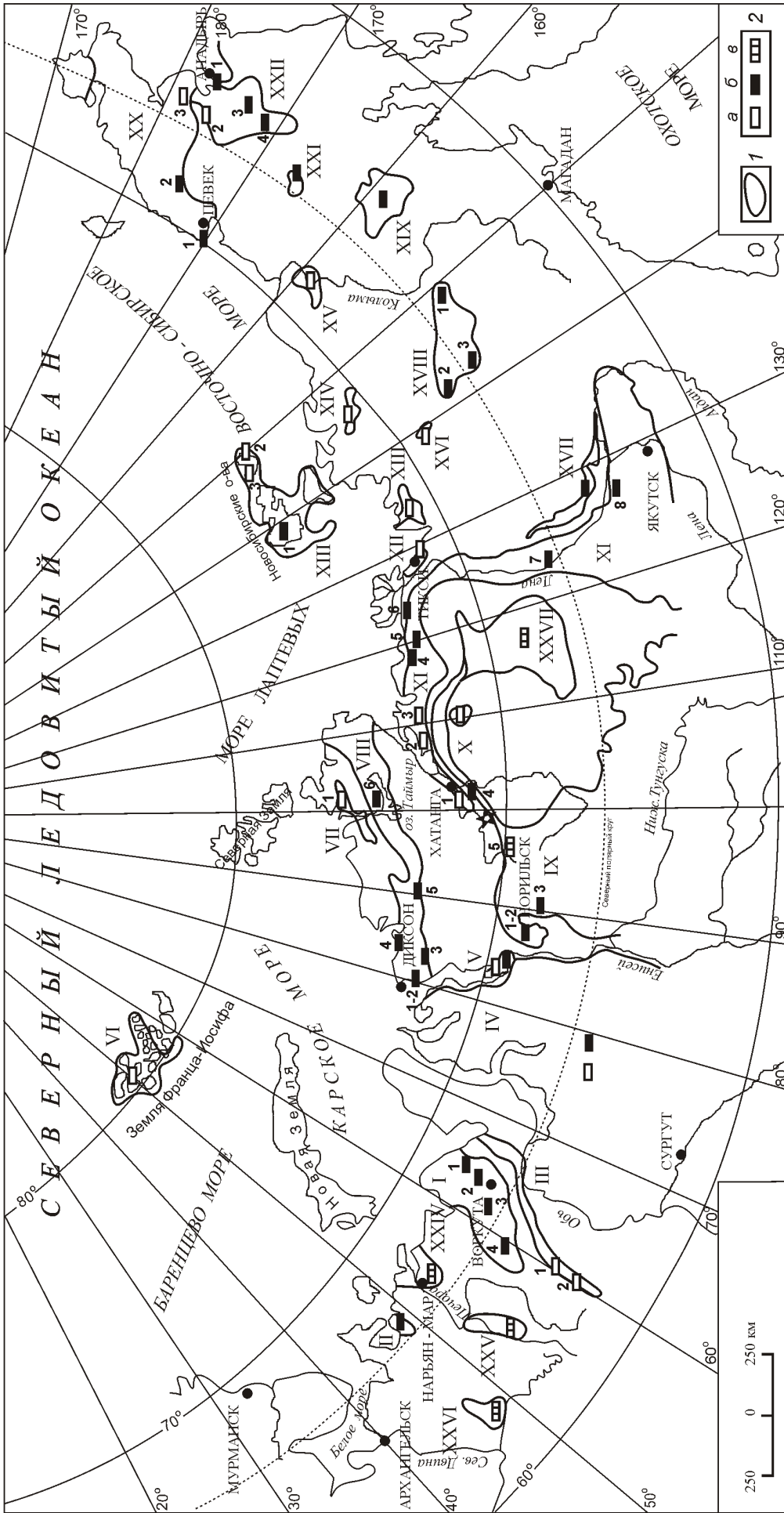


Рис. 1. Схема расположения угленосных и горючсланцевых бассейнов и месторождений арктической зоны России:

1 — угольные и горючсланцевые бассейны; 2 — месторождения: а — бурых и б — каменных углей, в — горючих сланцев; угленосные бассейны и площади (римские цифры), месторождения (арабские): I — Печорский (1 — Памбойское, 2 — Воргашорское, 3 — Сейдинское, 4 — Ингинское); II — Северный Тиман; III — Сосвинско-Салехардский (1 — Лулыинское, 2 — Толлинско-Оторыинское); IV — Западно-Сибирский; V — Усть-Енисейская площадь; VI — Земля Франца-Иосифа; VII — Северный Таймыр (1 — месторождение оз. Цыганское Сердие); VIII — Таймырский (1—2 — Слободское и Крестьянское, 3 — Сарыдасайское, 4 — Озерное, 5 — Тарейское, 6 — Чернойарское); IX — Тунгусский (1—2 — Кайерканское и Далдыканское, 3 — Имандинское, 4 — Каякское); X — Поппигайская площадь; XI — Ленский (1 — Хаганское, 2 — Сындавское, 3 — Южный Тиган, 4 — Чарыканское, 5 — Таймыльское и Турахское, 6 — Чай-Тумусское, 7 — Жиганское и Уатгахское, 8 — Сангарское); XII — Нижне-Ленская (Согинское); XIII — Яно-Омолойская (Куларское); XIV — Хромская; XV — Нижнеколымская; XVI — Уяндинская (Уяндинское); XVII — Западно-Верхоянская; XVIII — Зырянский (1 — Эрозионное, Харангское и Сибик-2, 2 — Краснореченское, 3 — Тихонское); XIX — Омолонская; XX — Чаун-Чукотская (1 — Долгожданное, 2 — Дальнее, 3 — Койнатхунское); XXI — Аноийская; XXII — Анадырская (1 — Бухты Угольной, 2 — Анадырское, 3 — Телеграфическое, 4 — Эльденырское); XXIII — Новосибирских островов (1 — Балыкташское, 2 — мыса Высокий, 3 — Деревяногорское); горючсланцевые бассейны: XXIV — Большеземельский, XXV — Ижемский, XXVI — Яренский, XXVII — Оленёкский; 5 — Атырдыкское проявление горючих сланцев (Тунгусский бассейн)

Волонгское месторождение обладает небольшими запасами каменного угля (2 млн.т, категория С₂) и потому может представлять некоторый интерес для обеспечения топливом поселков, расположенных по берегам Чешской губы.

Печорский бассейн с огромными запасами и ресурсами энергетических и коксующихся углей имеет большое народнохозяйственное значение. В настоящее время в бассейне насчитывается 20 действующих и строящихся шахт, 9 резервных участков подгрупп а и б, 46 частично разведанных участков и 10 поисковых площадей [11, т. I]. Бассейн поставляет коксующиеся угли для Череповецкого металлургического комбината и ряда коксохимических предприятий европейской части страны. Энергетические угли, добываемые в количестве 8—10 млн.т/год, используются в основном для местных нужд на ТЭЦ, ГРЭС, в целлюлозно-бумажной промышленности и производстве цемента. Таким образом, экономическое положение бассейна сейчас более или менее стабильно, он эксплуатируется и продолжает развиваться. Добычу угля в бассейне в настоящее время предполагается сохранить на уровне 22—23 млн.т в год, а в перспективе, учитывая возрастание доли углей в топливно-энергетическом балансе, она может увеличиться до 30—32 млн.т в год. Особое значение придается строительству в бассейне Интинской ТЭЦ на основе сжигания энергетических углей одноименного месторождения и последующей передачи электроэнергии в Единую энергетическую систему [12]. Роль бассейна может также резко возрасти, если будет принято решение об обеспечении печорскими энергетическими и коксующимися углями Урала и Западного Приуралья (до широты г. Челябинск), которые по расчетам специалистов будут дешевле соответствующих углей Кузнецкого бассейна. Однако для этого необходимо строительство новой железной дороги Сыктывкар—Пелес или Троицко-Печорск—Соликамск. Новая дорога окупится за три года [11, т. I].

Пайхойская угленосная площадь, включаемая в последнее время в состав Печорского бассейна, обладает достаточно высокими ресурсами антрацита (порядка 100—350 млн.т, категория Р₃), но изучена она недостаточно. Считается, что антрациты района практического интереса для промышленности не представляют. Их разработка будет малоэффективной и для местных нужд (поселки Амдерма и Кара) [11, т. I], что вызывает некоторое сомнение.

Промышленное значение Большеземельского и Яренского бассейнов горючих сланцев из-за слабой изученности не выяснены, перспективы их освоения пока не ясны. В частности, для подтверждения перспектив Яренского бассейна требуется обосновать выделение площадей с высококалорийными и малосернистыми сланцами. Ижемский бассейн обладает ресурсами горючих сланцев в количестве 13,3 млрд.т, причем, запасы из них составляют 5,5 млрд.т. Поэтому этот бассейн в настоящее время считается наиболее перспективным для освоения.

Арктическая зона Западной Сибири. В этой зоне расположены огромный по площади Западно-Сибирский и Сосьвинско-Салехардский бассейны, а также Усть-Енисейский угленосный район. Глубокозалегавшие мезозойские угли Западной Сибири пока не представляют интереса. Добыча их обычным шахтным способом нереальна. В то же время уже сейчас разрабатываются методы скважинной гидродобычи полезных ископаемых. В скважины под огромным давлением нагнетается вода, которая дробит

горные породы и руды, и полученная пульпа извлекается на поверхность. Метод опробован на месторождениях Курской магнитной аномалии. Применение его для добычи угля может дать определенный эффект [4]. По мнению авторов публикации [15], в отдаленной перспективе метод получения газа при подземной газификации углей, по-видимому, можно применить и для освоения ресурсов угля Западно-Сибирского бассейна. По окраине бассейна все угли, а в его центральных частях самые молодые (палеоген, неоген) расположены не глубоко от поверхности и в случае острой необходимости могут осваиваться для местных нужд.

Промышленному освоению и планомерному изучению Сосьвинско-Салехардского бассейна препятствуют его геолого-экономическое положение в стороне от промышленно освоенных районов и железных дорог. Пока угли бассейна могут использоваться лишь для местных нужд.

Усть-Енисейский угленосный район экономически до сих пор не развит, перспектив дальнейшего изучения и освоения в обозримом будущем не имеет (А.М.Якимов, 2001), несмотря на свое благоприятное географическое положение (р.Обь). Оценка его ресурсов, по-видимому, сильно завышена, поэтому в нашем расчете ресурсы углей снижены в 10 раз.

Арктическая зона Средней Сибири. К этой зоне принадлежат Таймырский, Тунгусский и Ленский бассейны, Северо-Таймырская, Попигайская, Нижнеленская угленосные площади, Оленёкский бассейн горючих сланцев.

Таймырский бассейн — несомненно бассейн всероссийского значения, но серьезных предпосылок для промышленного освоения его недр в виду удаленности от промышленных центров страны, отсутствия сколько-нибудь крупных местных потребителей, неразвитой транспортной и социальной инфраструктуры, малонаселенности, наконец, весьма слабой изученности (запасы менее 0,1% общих ресурсов) в настоящее время не имеется. При возникновении потребности в обеспечении топливом населения Диксонского района Таймырского автономного округа уже в ближайшие годы могут быть вовлечены в эксплуатацию нетиповыми горными предприятиями месторождения Западно-Таймыра Слободское, Пясинское и другие удобные в транспортном отношении. Иные возможные направления использования углей, в частности, коксующихся марок на Сырадасайской площади, смогут быть обозначены в рамках программы развития топливно-энергетического комплекса Таймырского округа и всей страны на среднесрочную и отдаленную перспективу.

Угли Северо-Таймырского района в виду отсутствия в настоящее время потребителей промышленного интереса не представляют. Пока они могут использоваться только для местных нужд. В будущем угли могут быть востребованы в качестве энергоносителей при обнаружении и освоении здесь крупных стратегически важных месторождений других полезных ископаемых.

В северной части Тунгусского бассейна, обладающей значительными ресурсами углей различного качества и назначения, их добыча крайне незначительна, что обусловлено удаленностью от основных промышленных центров страны, слабо развитой транспортной инфраструктурой, отсутствием крупных местных потребителей, конкуренцией природного газа и др. Ожидать появления крупных местных потребителей, во всяком случае в ближайшие годы, весьма проблематично, а вероятный частичный пе-

ревод промышленности и социальной инфраструктуры Таймырского автономного округа на твердое топливо вполне может быть удовлетворен за счет увеличения добычи на Кайерканском углеразрезе (промышленные запасы свыше 58 млн.т), расконсервации шахт «Кайеркан» и «Кайеркан-Новая», наконец, вовлечением в разработку Далдыканского месторождения, запасы которого по категории В С₁ составляют свыше 700 млн.т. По этой причине основные перспективы региона связаны с освоением ресурсов коксующихся углей с целью их поставки в европейскую часть России и на экспорт. В качестве первоочередных объектов предлагаются Листвянско-Вальковское месторождение с ресурсами острodefицитных углей марки КО порядка 100 млн.т по категории Р₁, Микчандинская площадь с прогнозными ресурсами углей марки КС, также острodefицитных, категории Р₂ около 3 млрд.т и восточный борт Норильской мульды с ресурсами углей марок ГЖО и Ж примерно 1,7 млрд.т категории Р₂. Их удаление от транспортной инфраструктуры Норильского промышленного района не превышает 20—40 км. Разработку рационально вести относительно дешевым штольневым способом, вне зоны многолетней мерзлоты горные выработки по аналогии с Кайерканским месторождением могут быть опасны по газу и пыли [2, т. 8].

Другое направление — энергообеспечение отдаленных поселков за счет разработки нетиповыми предприятиями мелких угольных месторождений, расположенных поблизости, что позволит существенно сократить потребление весьма дорогостоящих нефтепродуктов. В частности, рекомендуется организовать добычной участок шахты «Котуй» на месторождении ручья Горный, расположенного в 24 км к югу от Каякского месторождения и вплотную примыкающего к судоходному участку р.Котуй. Его ресурсы длиннопламенных углей высокого качества категории Р₁ составляют 4,4 млн.т, разработку можно вести штольневым способом, вахтовым методом организации работ, в т.ч. сезонно, возможный объем добычи — десятки тысяч тонн в год. Аналогичные условия разработки угольного пласта мощностью 3 м существуют и на участке Кысылка-Юрях в 40 км вверх по течению от Каяка, но до водного пути добытый уголь придется транспортировать по берегу р.Котуй на расстояние примерно 10 км.

Нельзя полностью исключить еще одно возможное направление использования углей — создание энергетической базы для освоения будущих уникальных или крупных месторождений полезных ископаемых, имеющих стратегическое значение для больших регионов и страны в целом, как это имело место при становлении Норильского промышленного района.

В 1982 г. в северной части Тунгусского бассейна был обнаружен пласт горючих сланцев (Атырдякское проявление) мощностью 0,8—1,5 м [6]. Он залегает в терригенно-карбонатной пачке раннего лландовери (силур) и прослеживается по простиранию на 10—12 км. По химико-технологическим показателям эти сланцы не уступают кукерситам Прибалтийского бассейна и пригодны для получения жидкого топлива и химической переработки. Их прогнозные ресурсы были оценены по категории Р₃ в количестве 30 млн.т. Ввиду удаленности и отсутствия постоянного населения это сланцепроявление не имеет в настоящее время практического значения. Вместе с тем, оно может стимулировать поиски на том же стратиграфическом уровне промышленно значимых месторождений горючих

сланцев аналогичного качества в более обжитых и доступных для освоения районах севера Тунгусского бассейна. Угли Попигайской площади имеют лишь местное значение и могут быть использованы для снабжения находящегося вблизи от выходов пластов угля пос.Попигай.

Ленский бассейн — крупнейший угольный бассейн, имеющий всероссийское значение. Пока осваивается его южная часть, где ведется разработка углей открытым и подземным способами на четырех крупных и нескольких мелких месторождениях. Уголь использовался различными организациями и местным населением только внутри Республики Саха (Якутия). По мнению В.И.Подольна [11, т. V, кн. 2], разработка углей Джебарики-Хайского, Сангарского и Белогорского месторождений может обеспечить топливом только северные районы республики. Запасы угля на Кангалакском месторождении позволяют увеличить мощность действующего здесь разреза до 5 млн.т угля в год и строительство новых разрезов мощностью до 12 млн.т, а на Хапчагайском — до 5—7 млн.т угля в год, т.е. общая добыча может составить 22—25 млн.т в год. Большая часть этого угля может быть вывезена за пределы республики, преимущественно в Хабаровский и Приморский края, но для этого необходимо достроить железную дорогу до г.Якутск, что предполагается сделать лишь к 2005—2010 гг. Заслуживает большого внимания и северная часть Ленского бассейна, в частности, Оленёкский район, богатый каменными углями (марки Д и Г), а также обладающий, по-видимому, достаточно большими ресурсами (возможно более 10 млн.т) сапропелитовых углей (богхеды очень высокого качества), которые представляют собой очень ценное сырье для химической промышленности и получения жидкого топлива. Имеются сведения о том, что перегонный завод, поставленный США в СССР по ленд-лизу в годы второй мировой войны, еще сохранился в пос.Тикси и может быть находится еще в рабочем состоянии. Поэтому целесообразно возобновление добычи богхедов на некоторых месторождениях Оленёкского района, естественно, с проведением дополнительных разведочных работ. В северной части бассейна допустимо также освоение в настоящее время Хатангского месторождения (В.В.Гирн, 1994), открытого и разведанного в период 1993—2000 гг. В 1998 г. сотрудниками Красноярского научно-исследовательского института геологии и минеральной сырья (КНИИГ и МС) под руководством Ю.Б.Толкачкикова (1998) была обоснована целесообразность строительства на базе Хатангского месторождения углеразреза проектной мощностью 120 тыс.т угля в год с целью замещения в энергетике и коммунальном хозяйстве местным топливом привозных углей Каякского и Кайерканского месторождений. Испытания, проведенные на местной котельной, показали пригодность бурых углей Хатангского месторождения в качестве топлива для котельных установок района без их переоборудования.

На Нижнеленской площади с 1944 по 1980 гг. находилось в эксплуатации Согинское месторождение. Оно полностью удовлетворяло энергетическим топливом местные промышленные предприятия и хозяйственные организации порта Тикси [7]. Потребителями бурых углей района были, кроме порта Тикси, расположенные в пределах дельты р.Лена и ее нижнего течения заводы по переработке рыбы, районный центр — пос.Кюсюр и другие близлежащие населенные пункты (Кумак-Сурт, Чекуровка, Булун). Быковские угли, по-видимому, целесообразно использовать в химичес-

кой промышленности. Значительный выход битумов из смол этих углей (до 70%) и наличие в битумах около 50% горных восков свидетельствует о возможности получения восков в количестве до 1%. Эти угли могут найти применение также в качестве сырья для перегонки на жидкое топливо. В настоящее время целесообразно возобновление добычи угля для местных нужд на Согинском месторождении с вовлечением в последующем (после дополнительных поисково-разведочных работ) в разработку Быковского и, возможно, Кенгдейского месторождений.

Горючие сланцы Оленёкского бассейна могут иметь значение для развития энергетики в северо-западных районах Республики Саха (Якутия), в которых отсутствуют или недостаточно других видов энергетического сырья (Ю.В.Архипов, М.Н.Лубяновский, Н.П.Поляков, Е.В.Пантелеев, 1979). Возможно, что они представляют интерес для сланцехимической промышленности и получения высококалорийного газа. Следует иметь в виду и то, что горючие сланцы Оленёкского бассейна содержат повышенные концентрации V, Mo, Ni и других металлов и потому они должны изучаться и в дальнейшем. Геологическое изучение бассейна из-за оторванности от возможных потребителей не форсируется и на современном этапе ограничено рекогносцировочными работами [13].

Арктическая зона Восточной Сибири. В эту зону входит Зырянский бассейн и ряд угленосных площадей: Яно-Омолуйская, Хромская, Нижнеколымская, Уяндинская, Западно-Верхоянская, Омолонская, Чаун-Чукотская, Анюйская и Анадырская.

Зырянский каменноугольный бассейн по ресурсам (8,6 млрд.т) также имеет всероссийское значение. В Зыряно-Силяпском районе, на пяти месторождениях (Буоркемюсское, Эрозионное, Харангское, Сибик-2 и Надеждинское) подготовлено 198 млн.т запасов угля, причем, значительная их часть пригодна для открытой разработки. На всех этих месторождениях в разные годы производились и эксплуатационные работы. В настоящее время уголь добывается на Буоркемюсском и Надеждинском месторождениях. На Надеждинском с углями марки Ж продолжается детальная разведка с целью прирезки нового участка к действующему разрезу. Перспективы дальнейшего освоения бассейна связывают с ожидаемым появлением новых потребителей угля (предприятия стройиндустрии в относительной близости к бассейну). Кроме того, намечаются благоприятные условия за счет расширения использования судов смешанного плавания с целью поставки углей на побережье Северного Ледовитого и Тихого океанов, а также на внешний рынок. При этом принимается во внимание и то, что угли бассейна — ценное сырье для коксохимической промышленности. Для увеличения сырьевой базы энергетических и коксующихся углей с ориентировкой на открытую угледобычу в бассейне выполняются поисковые работы на перспективных площадях в междуречьях Зырянка—Силяп и Зырянка—Гонюха и детальная разведка участка Надеждинского с низкочольными жирными углями, пригодными для открытой добычи. Основное количество балансовых запасов находится в Зыряно-Силяпском районе, занимающим благоприятное положение по отношению к р.Колыма, по которой транспортируется уголь потребителям. Здесь же добывается уголь двумя разрезами в ограниченном объеме, связанном с транспортными трудностями при доставке угля.

Яно-Омолуйская угленосная площадь характеризуется наличием значительных ресурсов бурого угля (более

14 млрд.т), причем часть из них представлена запасами (18 млн.т), детально разведанного Куларского месторождения. Угли этого месторождения могут отрабатываться открытым способом для обеспечения топливом пос.Кулар и других поселков Янского района Республики Саха (Якутия).

Нижнеколымская, Анюйская, Омолонская и Хромская угленосные площади изучены очень слабо и обладают в настоящее время только ресурсным потенциалом в количестве, соответственно, 2,8 млрд.т (угли бурые), 100 млн.т и 1,3 млрд.т (угли каменные) и 652 млн.т (угли бурые). Пока угли этих четырех площадей целесообразно изучать и разведывать лишь для местных нужд.

Уяндинская угленосная площадь располагает ресурсами бурого угля в количестве около 150 млн.т и запасами, пригодными для открытой разработки в 9,9 млн.т. Детально разведан Южный участок Уяндинского месторождения, углями которого можно обеспечить нужды пос.Депутатский, а также других поселков Верхоянского района Республики Саха (Якутия). Угли Западно-Верхоянской площади пока не представляют какого-либо интереса, поскольку в характеризуемом районе нет постоянного населения.

В Чаун-Чукотской районе, на основании производственной геолого-промышленной оценки прогнозных ресурсов углей, выделено два объекта, которые считаются перспективными для освоения в ближайшие 20 лет. Это Чаунский и Верхнепегтымельский районы. Увеличив добычу угля в округе, помимо удовлетворения местных потребностей, можно частично решить проблему снабжения углем Охотского побережья Магаданской области и Камчатки.

Анадырская угленосная площадь обладает значительными ресурсами каменных (46,7 млрд.т) и бурых (2,8 млрд.т). Разведанными и оцененными запасами (648 млн.т) при существующей добыче район обеспечен на многие годы. Подавляющая часть этих запасов сосредоточена на месторождениях бухты Угольная и Анадырском, которые находятся в относительно благоприятных транспортных условиях и полностью обеспечивают современные потребности Чукотского автономного округа и традиционных потребителей твердого топлива за его пределами. Вместе с тем, населенные пункты, удаленные от морского побережья ввиду неразвитости дорожной сети целесообразно снабжать углем за счет освоения близко расположенных месторождений и участков. Для решения этой задачи в перспективе предусматривается постановка поисково-разведочных работ на Телеграфическом месторождении и участке Дальнем Марковского месторождения (под открытую добычу). Предварительная разведка участка Совхозный на месторождении бухты Угольная и поиски на Верхнеалькатваамском месторождении исходят из возможности существенного расширения добычи каменных углей, в т.ч. коксующихся (марки ГЖО, Ж, КЖ) для их вывоза в прибрежные районы Магаданской области и Камчатки, а также другие регионы Дальнего Востока.

Острова арктической зоны России. В этой зоне угли известны на архипелаге Земля Франца-Иосифа и Новосибирских островах.

Земля Франца-Иосифа в отношении угленосности изучена очень слабо. Пласты бурого угля кондиционной мощности, по-видимому, имеются только в осадочно-вулканогенной толще раннего мела. Эти угли могут быть использованы при необходимости только для местных нужд [9].

Новосибирские острова богаты минерально-сырьевыми ресурсами, но пока этот регион совершенно не развит в экономическом отношении (Д.А.Вольнов, М.К.Косыко, Б.Г.Лопатин и др., 1999). Ведущим полезным ископаемым здесь является олово. По сумме ресурсов оловоносный Ляховский район составляет половину ресурсов россыпного олова района Северной Якутии и в нем целесообразно в будущем создание крупного горнодобывающего предприятия. В связи с этим, вероятно, возникнет необходимость в разработке выявленных на Новосибирских островах месторождений каменных и бурых углей, а также строительных материалов. Тогда же представится возможной и эксплуатация обоих месторождений мамонтовой кости на островах Новая Сибирь и Бол. Ляховский. Окружающий островной шельф (моря Лаптевых и Восточно-Сибирское) со значительной (до 15 км) мощностью осадочного чехла и нормальной катагенетической преобразованностью пород (по данным сейсмических скоростей установлено присутствие всех трех зон катагенеза: ПК, МК и АК), несомненно, обладает высоким углеводородным потенциалом.

Промышленное значение Большеземельского и Яренгского бассейнов горючих сланцев из-за слабой изученности не определено, перспективы их освоения пока не ясны. В частности, для подтверждения перспектив Яренгского бассейна требуется обосновать выделение площадей с высококалорийными и малосернистыми сланцами. Ижемский бассейн обладает ресурсами горючих сланцев в количестве 13,3 млрд.т, причем, запасы из них составляют 5,5 млрд.т. Поэтому этот бассейн в настоящее время считается наиболее перспективным для освоения.

Горючие сланцы Оленёкского бассейна могут иметь значение для развития энергетики в северо-западных районах Республики Саха (Якутия), в которых отсутствуют или недостаточно других видов энергетического сырья (Ю.В.Архипов и др., 1979). Возможно, что они представляют интерес для сланцехимической промышленности и получения высококалорийного газа. Следует иметь в виду и то, что горючие сланцы Оленёкского бассейна содержат повышенные концентрации V, Mo, Ni и других металлов и потому они должны изучаться. Все же из-за оторванности от возможных потребителей геологическое изучение бассейна не форсируется и на современном этапе ограничено рекогносцировочными работами [13].

В заключение следует отметить, что уголь в течение длительного времени служит энергетическим топливом и технологическим сырьем для многих отраслей промышленности (И.В.Еремин, О.П.Кирсанова, И.П.Крапчин, 1984). Основные потребители углей — электростанции, черная металлургия, промышленные котельные, коммунально-бытовое хозяйство и население. В небольших масштабах уголь используется на газовых заводах и заводах полукоксования, в электродном производстве в качестве углеродистых наполнителей, сульфоугля, горного воска, углещелочных препаратов и некоторых специальных отраслях химической и металлургической промышленности. В перспективе значение угля как энергетического топлива и технологического сырья будет неуклонно расти. Уголь был и останется одним из основных видов топлива для энергетических установок. Растут потребности в углях для производства металлургического кокса. Кроме производства доменного кокса, в перспективе увеличивается производство кокса для недоменных процессов (электротермические производства, производство карбида кальция, фер-

росплавов, цинка, желтого фосфора, меди и др.). Уголь все в больших масштабах будет использоваться для получения широкого ассортимента углеродистых материалов (углеграфит, сажа, адсорбенты и др.), жидкого и газообразного топлива, а также химических продуктов. Для расширения сферы использования углей целесообразно их перерабатывать на основе новых технологических методов: гидрогенизации при давлении 10 МПа, газификации в кипящем слое, переработки сланцев в газогенераторах с использованием твердого теплоносителя. Еще 20 лет тому назад было заявлено: «Ископаемые угли в настоящее время и в перспективе остаются одним из основных энергетических источников, что предопределено их обширными природными ресурсами, существенно превышающими ресурсы других освоенных видов топлива» (А.К.Матвеев, В.С.Борисов, Н.Г.Железнова и др., 1984).

В целом общие (с запасами) прогнозные ресурсы углей арктической зоны России составляют 810 015 млн.т (19,5% от общероссийских), в т.ч. запасы разведанные и предварительно оцененные 13 076,7 (4,8%); коксующиеся угли — 85 016 (19,1%), в т.ч. запасы — 3677 (7,5%) (см. таблицу). Большая часть запасов подготовлена в Печорском бассейне (в млн.т) — 8532 (только балансовые), значительно меньше — Тунгусском (северная часть) — 2132, Сосьвинско-Салехардском — 954, Ленском (северная часть) — 481,5, Зырянском — 198, на угленосных площадях: Анадырской — 648 и Чаун-Чукотской — 0,9. В остальных районах запасы угля невелики (первые миллионы тонн), или они не выделены, поскольку не проводились разведочные работы.

Прогнозные ресурсы горючих сланцев арктической зоны России равны 407,6 млрд.т, что составляет более половины (58,2%) ресурсов общероссийских в основном за счет Оленёкского бассейна (54,2%). Горючие сланцы арктических районов преимущественно характеризуются небольшим выходом смолы полукоксования. Поэтому они могут использоваться только как энергетическое топливо. Исключение — Яренгский бассейн, в котором имеются сланцы с выходом смолы до 21%; они могут использоваться для получения жидкого топлива.

Арктическая зона России обладает огромным потенциалом на твердые горючие ископаемые. Пример разработки Печорского бассейна, который уже многие годы обеспечивает энергетическими углями и ценным коксохимическим сырьем многие предприятия европейской части страны, а также эксплуатация отдельных месторождений Сибири и Дальнего Востока, углями которых удовлетворяются потребности местных предприятий и населенных пунктов, свидетельствуют о целесообразности освоения угольных бассейнов и месторождений Арктики. При благоприятных условиях почти повсюду выгоднее вести разработку местных углей, чем завозить топливо издалека. Тепловые электростанции, располагающиеся вблизи от месторождений с большими ресурсами (запасами) угля, должны переводиться на уголь, а не работать на природном газе.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 03-05-64031.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васянович А.М., Нисковская Е.В.* Роль угольной отрасли в энергетической стратегии России в XXI веке // Уголь. 2002. № 6. С. 43—44.
2. *Геология месторождений угля и горючих сланцев.* Т. 3, 8, 10, 11. —М.: Недра, 1962—1968.

3. *Геология угольных месторождений СССР* / Под ред. А.К.Матвеева. — М.: Изд-во МГУ, 1990. С. 299—308.
4. *Голицын М.В., Голицын А.М.* Угленосность Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // *Разведка и охрана недр*. 1995. № 9. С. 9—13.
5. *Грицко Г.И.* Уголь в топливно-энергетическом балансе: прошлое, настоящее и прогноз на будущее // *Уголь*. 2002. № 6. С. 18—20.
6. *Гуревич А.Б., Волкова Г.М., Гаврилова О.И.* и др. Первая находка горючих сланцев в нижнесилурийских отложениях северо-западного склона Анабарской антеклизы // *Горючие сланцы*. 1984. № 1. С. 329—333.
7. *Евстрахин В.А., Прокофьева Л.М., Кошелев А.П.* Топливо-энергетическое сырье — нефть, природный газ, уголь, уран, горючие сланцы, торф // *Минеральные ресурсы России*. Вып. 2. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997.
8. *Лобанов М.Ф.* Геология и угленосность Приморского края Хараулахских гор. — Л.—М., 1951.
9. *Павлов А.В.* Угленосность, качество и ресурсы бурых углей Земли Франца-Иосифа // *Отечественная геология*. 2005. № 2. С. 14—20.
10. *Прокофьева Л.М.* Уголь в топливно-энергетическом балансе России: его значение и перспективы добычи и потребления // *Геологическое изучение и использование недр*. Науч.-тех. сборник. Вып. 5. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. С. 3—13.
11. *Угольная база России* / Под ред. В.Ф.Череповского. Т. I—VI. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997—2004.
12. *Спиридонов Ю.А.* Республика Коми — одно из ведущих мест минерально-сырьевого потенциала. Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века // *Доклады на пленарном заседании Всероссийского съезда геологов 4 октября 2000 г.* — С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. С. 59—61.
13. *Сумбатов Р.А.* Поиски горючих ископаемых в СССР // *Энергетические ресурсы мира. Доклады XXVII Международного геологического конгресса*. Т. 2. — М.: Наука, 1984. С. 41—49.
14. *Тропко Л.А.* Угольная отрасль — состояние и перспективы // *Уголь*. 2002. № 5. С. 3—7.
15. *Юзвицкий А.З., Фомичев А.С., Бостриков О.И.* Западно-Сибирский угленосный бассейн // *Отечественная геология*. 2000. № 2. С. 25—33.

УДК 553.04: 622.33.012

О.С.Краснов, В.А.Салихов, 2006

Обоснование критериев для геолого-экономической оценки запасов металлов из попутных полезных компонентов на угольных месторождениях Кузбасса

О.С.КРАСНОВ (СНИИГТиМС), В.А.САЛИХОВ (Сиб. гос. индустр. ун-т)

В настоящее время в мире и России отмечается истощение запасов, ухудшение горно-геологических условий разработки и экономико-географических условий эксплуатации многих месторождений металлических полезных ископаемых. В России также наблюдается значительное сокращение объема геологоразведочных работ и прироста запасов. При этом около половины разведанных месторождений с балансовыми запасами в условиях рыночной экономики становятся условно рентабельными и даже нерентабельными для разработки. Эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости комплексного освоения рентабельных месторождений, а также вовлечения в переработку накапливаемых отходов минерального сырья.

Тем не менее, при разведке месторождений далеко не всегда или не в полном объеме проводится комплексная оценка и попутных полезных компонентов [2]. Несмотря на это, к настоящему времени накоплен достаточный объем информации, позволяющий говорить о перспективности использования многих попутных полезных ископаемых и полезных компонентов или одновременно с добычей основного полезного ископаемого, или из отвалов, т.е. из техногенных месторождений.

Особенно много информации накоплено о ценных металлах, являющихся попутными компонентами в комплексных рудных месторождениях. Например, железные руды контактно-метасоматических месторождений Горной Шории и Кузнецкого Алатау часто содержат повышенные концентрации Cu, Mo, Co, Zn, Pb, Au, Ag, редких и редкоземельных металлов [4, 10]. Повышенные содержания этих элементов отмечены и в хвостохранилищах обогатительных фабрик [5]. Пример комплексного использования полезных ископаемых — промышленная добыча ванадия из нефти в Канаде, Венесуэле и США.

Некоторые ценные попутные полезные ископаемые и компоненты можно извлечь и при разработке угольных месторождений. Например, большой интерес вызывает метан угольных пластов. Этот газ используется в промышленных объемах в США и является одним из перспективных видов энергетического сырья России. Перспективна также и глубокая переработка углей, позволяющая получить множество ценных продуктов (горный воск, смолы, термографиты, газообразное и жидкое топливо и др.). В углях, также как и в рудах, отмечаются повышенные концентрации ряда ценных металлов — Ga, Ge, V, W, Sc, Ti, Zr и др. По данным авторов статьи, эти концентрации достигают граммов на тонну, десятков и даже сотен граммов на тонну (Ti, Zr).

Аномальные содержания металлов-примесей в углях могут быть связаны и с биогенным, и кластогенным накоплением, но для угольных бассейнов геосинклинального типа повышенные концентрации металлов чаще всего связаны с эпигенетическими процессами. Многие исследователи отмечают приуроченность аномально высоких содержаний ряда металлов к зонам тектонических нарушений [6, 11, 12], что можно использовать при оценке ценных металлов, содержащихся в повышенных концентрациях в угольных пластах [7].

Известно, что при оценке содержаний ценных элементов-примесей на месторождении (рудопроявлении) их подсчет ведется в следующем порядке. Аномальная концентрация элементов-примесей определяется из соотношения:

$$K_A C_0/C_{\phi}, \quad (1)$$

где K_A — коэффициент аномальности; C_0 — концентрация элементов в ореоле; C_{ϕ} — фоновое содержание элементов.