

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ МИРА В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ

В. И. СТАРОСТИН

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

RAW MINERAL RESOURCES OF THE WORLD AT THE III MILLENNIUM

V. I. STAROSTIN

Taking into consideration the raw mineral potential ensuring for the world economics, the entire range of mineral resources can be divided into three groups: 1) practically inexhaustible resources (iron, copper, zinc, gold, platinoids, etc.); 2) resources that need substitution (oil and gas for coal, oil shales, radioactive materials, and others); 3) resources that need replacement of the mining technology (open pits are replaced by underground mines).

Весь комплекс полезных ископаемых с учетом потенциальной обеспеченности минеральным сырьем мировой экономики и технологического развития горной промышленности можно разделить на три группы: 1) практически неисчерпаемые (железо, медь, золото, платиноиды и др.); 2) те, для которых потребуется замена одного вида сырья на другой (нефть и газ на уголь, горючие сланцы, радиоактивные элементы и другие варианты); 3) полезные ископаемые, для которых по соображениям экологической безопасности необходима смена способов отработки месторождений, обусловленная экологическими проблемами (открытые разработки-карьеры заменяются подземными). www.issep.rssi.ru

ВВЕДЕНИЕ

Понятие “минерально-сырьевые ресурсы” включает весь набор природных минеральных образований, который в качестве исходного сырья используется в различных сферах хозяйственной деятельности. Все развитие цивилизации тесно связано и в значительной степени обусловлено освоением человечеством природных минеральных образований.

На различных этапах исторического процесса шла жестокая борьба за обладание минерально-сырьевыми источниками. Со времени менялись только формы этой борьбы. Сначала были захватнические колониальные войны, которые затем сменились экономико-политическими методами обладания минеральными богатствами.

Особенно активно извлечение полезных ископаемых из недр Земли происходило в XX веке. В связи с этим ученые и производственники серьезно озабочены проблемой истощения минеральных ресурсов в ближайшей исторической перспективе. В обсуждение данного вопроса уже более четверти века вовлечены крупные ученые, руководители промышленности, известные политики, журналисты, поскольку от наличия или отсутствия многих видов минерального сырья зависит в той или иной степени судьба каждого жителя нашей планеты.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К началу третьего тысячелетия роль минеральных ресурсов в создании оптимального уровня жизни и стабильного мира на нашей планете существенно возросла по сравнению с предшествующими историческими эпохами [1–5]. Даже небольшие колебания в поставках на мировой рынок некоторых видов минерального сырья создают в экономике государств кризисные ситуации. Только за последнее столетие валовой мировой продукт вырос с 60 до 20 000 млрд долларов США в год. Сейчас ежегодно в мире добывают 300 млрд т сырья, не считая воды, или около 53 т на каждого жителя планеты.

Таблица 1. Добыча и потребление минерального сырья в различных группах стран, % от мирового объема (по [1])

Группы стран	Население	Добыча		Потребление	
		всего	на 1% населения	всего	на 1% населения
Развитые	16	37(35)	2,31(2,19)	53(52)	3,31(3,25)
Развивающиеся	52	36(37)	0,69(0,71)	22(21)	0,42(0,40)
Остальные страны (в том числе с бывшей плановой экономикой)	32	27(28)	0,84(0,88)	25(27)	0,78(0,84)

Примечание. Показан общий объем минерального сырья; в скобках – топливно-энергетические ресурсы.

Однако картина распределения и потребления минерального сырья по странам с различным уровнем экономического развития крайне неравномерная (табл. 1, 2).

Из табл. 1 следует, что развитые страны (США, Англия, Германия, Франция, Япония), на долю которых приходится 16% населения Земли, используют более половины добываемых в мире полезных ископаемых. Картина для отдельных видов сырья еще более впечатляющая. Развитые страны потребляют более 80% урана, около 77% меди, 72% свинца, 59% цинка, 67% никеля, от 50 до 80% олова, вольфрама, молибдена, более 50% фосфатного сырья.

Велика роль неметаллических полезных ископаемых в мировой экономике. Они широко используются в строительной индустрии, агропромышленном, агрохимическом, металлургическом и топливно-энергетическом комплексах и обеспечении экологической безопасности.

В мире лавинно растет потребление агрохимического сырья, обеспечивающего стабильные урожаи всех сельскохозяйственных культур. По объему наиболее важным среди них является фосфатное и калийное сырье. В настоящее время ежегодно производится более 170 млн т концентратов фосфорных руд, которые содержат 55–60 млн т P_2O_5 . Около половины этого количества приходится на долю США (45 млн т) и России (35 млн т). Крупными производителями и экспортера-

ми фосфатного сырья являются также страны Северной Африки (Марокко, Тунис, Алжир, Египет), Ирак, Иран и острова Тихого океана (Науру, Оман, остров Рождества).

Помимо фосфоритовых и апатитовых руд для приготовления удобрений широко используют шлаки (отходы) металлургической переработки фосфористых железных и марганцевых руд. На поля Западной Европы ежегодно вносится около 9 млн т таких шлаков. Многие страны и даже континенты (Западная Европа, Англия, Канада, Япония, Австралия, Индия) практически лишены этого вида минерального сырья и вынуждены импортировать его во все возрастающих объемах. Добыча и потребление фосфатов – наиболее динамично развивающаяся отрасль мирового хозяйства. Общий объем получаемых концентратов удваивается через каждый 10–15 лет. С 1937 года отмечено пятикратное возрастание объемов добычи фосфатного сырья.

Вторым по значению и объему добычи агрохимическим видом сырья являются калийные соли. В мире ежегодно из них производят 17–20 млн т K_2O , из которых 95% используется для приготовления удобрений. Лидерство в калийной индустрии занимают пять стран: Канада, Германия, Россия, Франция и США, на долю которых приходится почти 85% мировой добычи этого вида сырья.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА РОССИИ

Россия в настоящее время является крупнейшей минерально-сырьевой державой мира [1–5]. Стоимость разведанных и предварительно оцененных запасов на ее территории составляет 29 трлн долларов США, а прогнозируемые запасы оцениваются в 140 трлн долларов (рис. 1). На долю России в мировых запасах приходится: нефти 12–13%, газа – 32, угля – 11, железа – 26, свинца – 10, цинка – 15, калийных солей – 31, кобальта – 21%. По запасам стратегических видов полезных ископаемых (никеля, золота, серебра, платиноидов, алмазов) Россия занимает 1–3-е места в мире.

Даже сейчас, в условиях экономического спада, из недр нашей страны извлекается около 30% мирового объема природного газа, 10% нефти, 12% железной

Таблица 2. Запасы и относительные темпы добычи нефти (по [1])

Страна, континент	Запасы (в % от мировых)	Обеспеченность (лет) Запасы/годовая добыча
Россия	13,9	71
Европа (без РФ)	1,9	9
Азия (без РФ)	62,6	74
Африка	6,6	28
Америка	14,6	27
в том числе США	1,9	9,4
Австралия	0,4	16
Мир	100	48,3

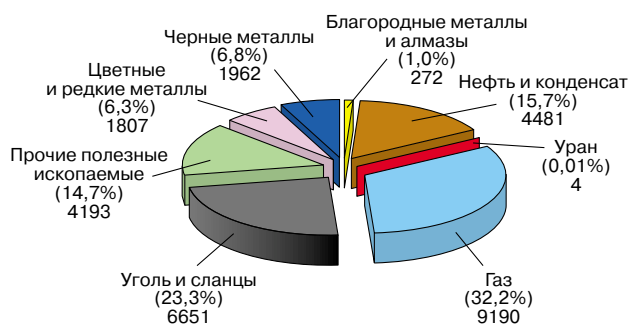


Рис. 1. Общая потенциальная стоимость запасов полезных ископаемых России, млрд долларов США (по [2])

руды, 22% никеля и кобальта. Структура разведанных запасов нефти, газа, углей, цветных и благородных металлов в целом благоприятна для освоения. Около 70% их сосредоточено в крупных и уникальных месторождениях.

В недрах России сосредоточено большое количество неметаллических полезных ископаемых (строительные материалы, агрохимическое сырье, сырье для химической промышленности), превышающее по суммарной стоимости уже выявленные руды металлов и алмазов. Российский минерально-сырьевой комплекс представляет собой фундамент жизнедеятельности государства. Прежде всего он обеспечивает необходимые потребности сельского хозяйства, а также гражданских и военных отраслей промышленности. В течение последнего десятилетия XX века предприятия, входящие в состав минерально-сырьевого комплекса, обеспечивали более 50% валового внутреннего продукта (ВВП) страны. Экспорт природных ресурсов составляет основную массу валютных поступлений. Именно эти поступления способны привлечь иностранные инвестиции в экономику России.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В РАЗВИТИИ МИРОВОГО МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

Уже более 50 лет прослеживается тенденция к общему уменьшению запасов минерального сырья в масштабах мирового хозяйства. Кроме того, отмечается крайне неравномерное по поверхности Земли распределение основных видов полезных ископаемых. Рассмотрим кратко этот вопрос для наиболее широко используемых ресурсов, годовой объем продаж которых превышает 1 млрд долларов США. К ним относятся так называемые горючие полезные ископаемые (нефть, газ, уголь), черные и цветные металлы (железо, алюминий,

цинк, свинец, никель, марганец, титан), драгоценные металлы (золото, платина, серебро) и алмазы (рис. 2).

Горючие полезные ископаемые составляют основу мирового топливно-энергетического комплекса. Нефтяные и газовые провинции крайне неравномерно распределены на нашей планете. Главными производителями их являются страны Персидского залива (30% мировой добычи) и Северной Америки (20%). На долю других регионов, где находятся такие страны, как Россия, Иран, Китай, Норвегия, Мексика, Венесуэла, Англия, приходится по 5–12%. При этом подавляющее большинство стран мира: Австралия, Индия, Южная Африка и многие другие, лишены существенных резервов нефти и газа. Частично этот пробел компенсируется более равномерным распределением углей. Говоря об угольных месторождениях, стоит отметить, что нет ни одного континента, где бы не имелись крупные месторождения углей. Но и этот вид сырья образует аномальные скопления в Китае, США, России, Австралии, Индии, Польше и Южной Америке. Более 50% добычи углей приходится на долю США и Китая. В странах, лишенных нефти и газа, уголь широко используется в качестве основного энергетического сырья, что характерно для Европы, Индии, Австралии и Южной Африки.

Вторую группу важнейших видов минерального сырья составляют металлы и алмазы. Согласно подсчетам А.С. Якобчука (1997 год), общая стоимость только добываемых ежегодно железа, меди, алюминия и алмазов превысила 140 млрд долларов, или 12% от общей стоимости (около 1,2 трлн долларов) всех добываемых твердых полезных ископаемых, включая уголь и строительные материалы.

В мировой экономике в настоящее время главное значение имеют крупные и уникальные месторождения этих полезных ископаемых. Абсолютным лидером среди них является месторождение «Олимпик Дам» в Австралии. В его недрах сконцентрированы уникальные запасы по пяти видам элементов: меди, урана, золота, редкоземельных элементов и железа. Подавляющая масса запасов металлов находится в сравнительно небольшом числе гигантских месторождений. Так, медь установлена в 103 месторождениях, золото – в 99, свинец – в 55, молибден – в 41, сурьма – в 24, олово – в 22. На рис. 3 показано распределение на поверхности Земли планетарных рудных поясов, крупнейших рудных районов, а на рис. 4 отмечены уникальные месторождения золота, серебра, платины и алмазов.

Помимо неравномерного распределения минерально-сырьевых ресурсов по поверхности Земли отмечается и резкая неоднородность в промышленном освоении различных, но близких по минеральному потенциалу территорий. Анализ динамики освоения этих ресурсов

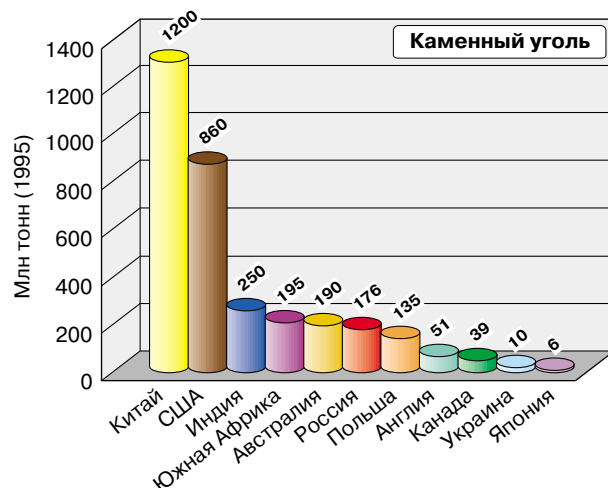
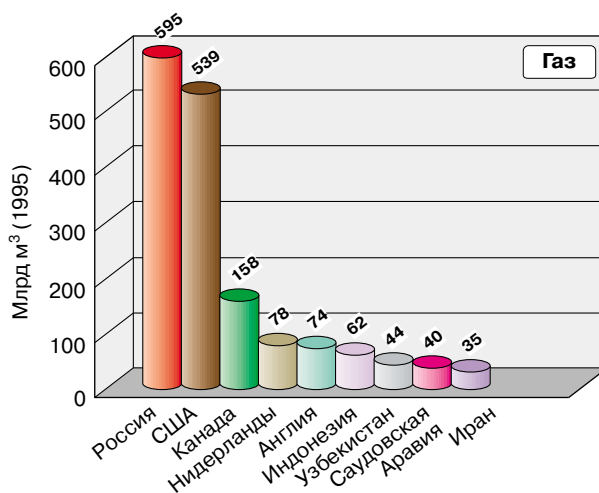
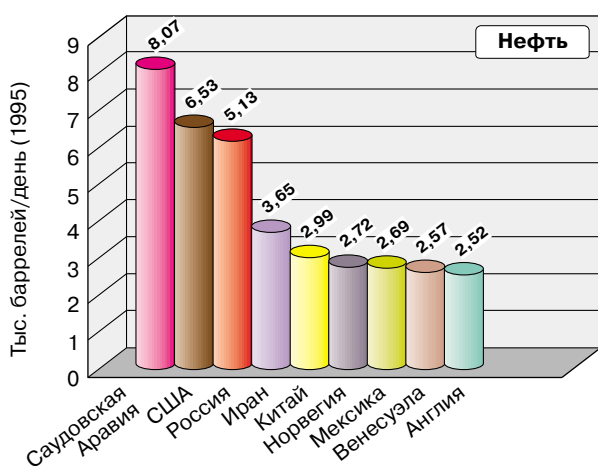
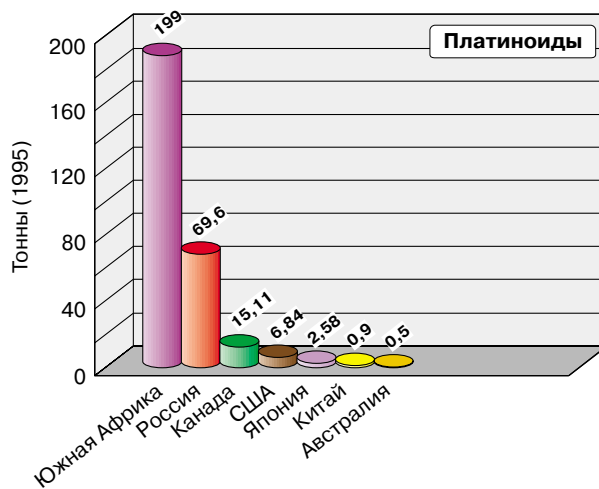
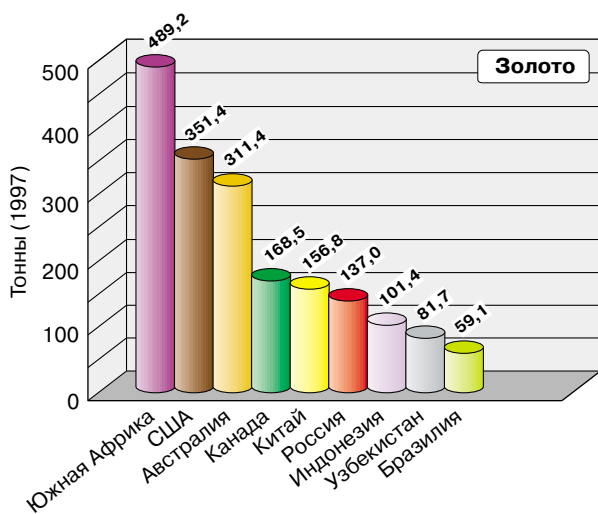


Рис. 2. Годовая добыча некоторых стратегических видов минерального сырья: золота, платиноидов, нефти, газа и каменного угля

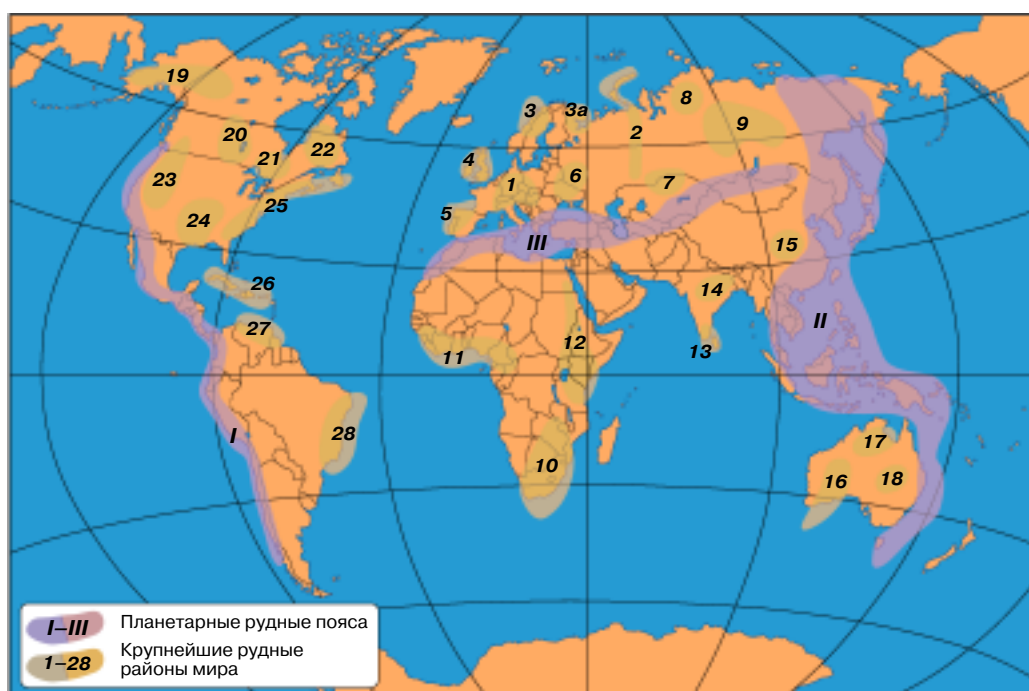


Рис. 3. Планетарные рудные пояса и крупнейшие рудные районы мира: 1 – Центрально-Европейский, 2 – Уральский, 3 – Скандинавский, 3а – Кольско-Карельский, 4 – Ирландско-Великобританский, 5 – Иберийский, 6 – Восточно-Европейский, 7 – Центрально-Казахстанский, 8 – Таймырский, 9 – Алданский, 10 – Южно-Африканский, 11 – Западно-Африканский, 12 – Восточно-Африканский, 13 – Южно-Индостанский, 14 – Северо-Индостанский, 15 – Центрально-Китайский, 16 – Западно-Австралийский, 17 – Северо-Австралийский, 18 – Центрально-Австралийский, 19 – Аляскинский, 20 – Атабаска, 21 – район озера Верхнего, 22 – Лабрадорский, 23 – район Скалистых гор, 24 – Миссисипский, 25 – Аппалачский, 26 – Карибский, 27 – Гвианский, 28 – Восточно-Бразильский. Планетарные рудные пояса: I – Восточно-Тихоокеанский, II – Западно-Тихоокеанский, III – Среднеземноморско-Азиатский

позволил выделить 33 страны, чей вклад в мировую экономику наиболее значителен (около 80% стоимости извлекаемого ежегодно из недр Земли минерального сырья). В свою очередь, по роли каждой страны в мировой экономике, которая оценивается по месту, занимаемому данной страной в устойчивой добыче различных видов полезных ископаемых, выделяются четыре группы (табл. 3).

Первая группа характеризуется широким спектром минеральных ресурсов и включает шесть стран: Австралию, Китай, США, Россию, Канаду, Южно-Африканскую Республику. На их долю приходится более половины (по стоимости) добываемого в мире минерального сырья. Кроме того, они обеспечивают современную промышленность подавляющим большинством различных полезных ископаемых. Это минерально-сырьевые гиганты, потенциал которых активно вовлечен в мировую экономическую систему и является гарантией нормального функционирования всего мирового промышленного производства.

Вторая группа включает страны с высокими потенциальными запасами различных видов полезных ископаемых. Но в отличие от стран первой группы эти резервы еще в слабой степени вовлечены в мировой хозяйственный оборот. К ним относятся Мексика, Бразилия, Индонезия, Индия, Перу, Иран и Венесуэла.

Третья группа объединяет страны, минеральный потенциал которых базируется на одном–трех видах минерального сырья. Это Саудовская Аравия (нефть), Чили (медь), Новая Каледония (никель), Ботсвана (алмазы), Заир (медь, алмазы), Новая Гвинея (золото), Ямайка (алюминий), Англия (нефть, газ, уголь), Нидерланды (газ), Польша (уголь, цинк, свинец), Норвегия (нефть), Марокко (цинк, свинец, серебро) и Узбекистан (золото).

В четвертую группу входят страны с развитой горной промышленностью, выявленные минеральные ресурсы которых в значительной степени отработаны, а новые еще не открыты. К этой категории относятся Япония и многие страны Европы: Швеция, Финляндия,

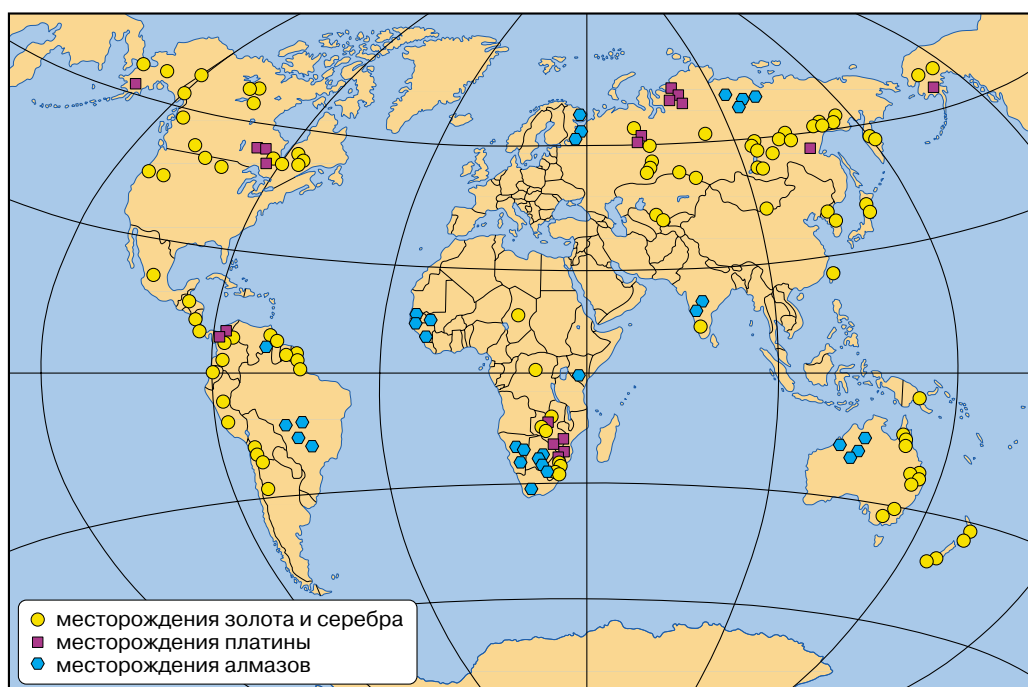


Рис. 4. Расположение крупных и уникальных месторождений золота, серебра, платины и алмазов

Греция, Италия, Австрия, Франция, Германия, Югославия, Испания, Португалия и Украина.

На долю всех остальных стран мира приходится всего около 20% стоимости ежегодной добычи полезных ископаемых. Речь идет о большинстве арабских государств, странах Юго-Восточной Азии и Океании, Карибского бассейна, Центральной Африки, Кавказа,

Средней и Центральной Азии. Эти государства слабо развиты в промышленном отношении и обладают отсталой горнодобывающей отраслью. Кроме того, во многих из них отсутствует разветвленная транспортная инфраструктура, нет политической стабильности и отмечается резкая нехватка национальных геологических научно-технических кадров. В связи с отмеченными

Таблица 3. Группировка стран мира по вкладу в мировой горно-промышленный потенциал (в % от стоимости извлекаемого ежегодно из недр во всем мире минерального сырья)

Первая группа		Вторая группа		Третья группа		Четвертая группа	
Австралия	10,6	Мексика	2,8	Сауд. Аравия	2,6	Украина	0,4
Китай	9,9	Бразилия	2,5	Чили	1,5	Япония	0,3
США	8,9	Индонезия	1,9	Н. Каледония	1,0	Швеция	0,3
Россия	8,3	Индия	1,8	Ботсвана	1,0	Финляндия	0,2
Канада	7,1	Перу	1,8	Заир	1,0	Греция	0,1
ЮАР	6,6	Иран	1,6	Н. Гвинея	1,0	Италия	0,1
		Венесуэла	1,4	Ямайка	0,6	Австрия	0,1
				Венесуэла	0,6	Югославия	0,1
				Англия	0,4	Франция	0,1
				Нидерланды	0,4	Германия	0,1
				Польша	0,3	Испания	0,1
				Норвегия	0,2	Португалия	0,1
				Марокко	0,2		
				Узбекистан	0,2		

причинами на территориях данных стран минеральные ресурсы выявлены недостаточно, а те, что обнаружены, не разрабатываются.

Однако в XXI веке и более отдаленной перспективе по мере истощения дефицитных полезных ископаемых в более развитых в горнопромышленном отношении регионах эти страны будут представлять большой интерес. В их недрах заключены минеральные ресурсы будущего.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ XXI ВЕКА

Геологические службы всех промышленно развитых стран постоянно отслеживают тенденции в развитии мировой минерально-сырьевой базы. Эти прогнозы позволяют рационально вкладывать капиталы в поиски и разведку дефицитных видов полезных ископаемых, обеспечивая таким образом надежную базу для промышленности и сельского хозяйства.

Мировая экономика развивается циклично — кризисы сменяются периодами подъемов. Анализ развития мировой минерально-сырьевой базы показал, что для нее также характерны взлеты и падения. Если в промышленности циклы составляют 20–25 лет, то в горнодобывающей отрасли этот период удваивается, и очередной пик в добыче полезных ископаемых наступает через 40–50 лет.

Прошедший XX век характеризовался исключительно высокими темпами добычи минерального сырья, достигшими к его концу гигантских масштабов. В настоящее время ежегодно из недр извлекается 1100 млн т железной руды, 10 млн т меди, 18 тыс. т серебра, 2500 т золота. В связи с этим геологическая служба обязана не только восполнить запасы отработанного сырья, но и обеспечить необходимый резерв. Сложность этой задачи связана с тем, что наиболее выгодные для разработки крупные и уникальные месторождения в значительной степени уже открыты, наша планета с поверхности достаточно хорошо исследована, и поиск новых месторождений на больших глубинах с каждым годом становится все более дорогостоящим.

В 1997 году расходы на поисково-разведочные работы на твердые полезные ископаемые достигли 5,1 млрд долларов. Затраты на восполнение запасов углеводородного сырья, осуществленные только десятью ведущими нефтедобывающими компаниями мира за 1997–1998 годы, составили 298 млрд долларов. Учитывая высокие темпы отработки большинства видов минерального сырья в настоящее время и на ближайшие 50 лет, возникает вопрос об их истощении и даже о сырьевом голоде. Подобные негативные заключения делаются на

основании интерполяции современной динамики добычи на ближайшую и удаленную перспективу.

Однако опыт развития мировой экономики за последние 200 лет, особенно за вторую половину XX века, показал, что для большинства видов сырья речь идет не об истощении запасов, а об их качественном изменении. Для многих видов (медь, свинец, цинк, олово, платиноиды, железо) существует зависимость между содержанием полезного компонента и общим объемом рудной массы. Понижение содержания в арифметической прогрессии приводит к возрастанию объемов руды в геометрической прогрессии (рис. 5). Так что поиски и разработку подобных месторождений человечество будет вести до тех пор, пока экономически это будет рентабельно, вовлекая в хозяйственный оборот все более значительные массы минерализованных пород с понижающимися концентрациями полезного компонента. Это один вариант.

Другой путь предполагает замену одного вида сырья другим. Наиболее типичным примером могут служить горючие полезные ископаемые: нефть, газ, уголь, горючие сланцы. Современная мировая энергетическая инфраструктура базируется главным образом на нефти. В 2000 году ее потребление достигло 4 млрд т в год. В ближайшие 15–20 лет предполагается увеличивать эту цифру ежегодно на 2,0–2,5%. Если учесть бурно развивающиеся страны, такие, как Китай, Индия, Бразилия, которые в последнее десятилетие резко увеличили свои потребности в энергоносителях, интенсивность добычи нефти будет возрастать в еще большей степени. Однако этому росту есть естественный предел. Из

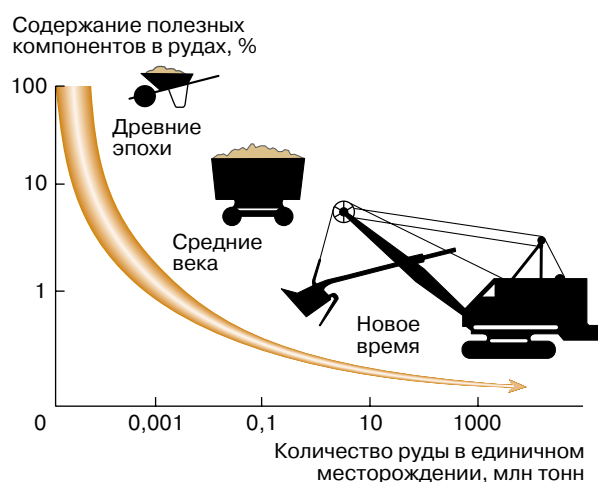


Рис. 5. Соотношение содержаний полезных компонентов в рудах и общей массы руд в разрабатываемых в различные исторические эпохи месторождениях полезных ископаемых

потенциальных нефтяных ресурсов мира (246,5 млрд т) уже добыто 110 млрд т. Ежегодный прирост запасов не восполняет убыль от отработки. Финал ясен. И современная тенденция в росте цен на нефть будет продолжаться и далее. Выход только один – в течение первой половины XXI века постепенно заменить нефть на уголь и горючие сланцы, запасов которых достаточно, по крайней мере на 250–300 лет.

Третий вариант обеспечения мирового сообщества отдельными видами сырья обусловлен возникшими в XX веке экологическими проблемами. Извлечение огромных масс горных пород и руд из недр Земли существенно ухудшает экологическую обстановку. Это относится прежде всего к открытым разработкам – карьерам, в которых добывается большая часть железных, медных и других типов руд. Здесь намечаются два пути. Первый предполагает сокращение масштабов открытых разработок за счет увеличения подземной добычи. И второй путь – частичная замена подобных видов полезных ископаемых искусственными материалами, в частности пластмассами. Для некоторых элементов (U, Hg, Pb), отрицательно влияющих на экологию окружающей среды, ужесточаются меры контроля при отработке содержащих их месторождений. Создаются специальные технологии, ограничивающие попадание данных элементов в окружающие рудные объекты земли и водоемы. В обоих способах решения проблемы охраны окружающей среды при горногеологических разработках стимуляторами и ограничителями масштабов добычи загрязняющих природу видов полезных ископаемых являются все возрастающие потребности промышленного производства в данных типах сырья и все удорожающихся мероприятиях по комплексной охране окружающей среды. Разумное сочетание этих двух главных тенденций возможно только путем установления мирового регулирующего механизма в развитии минерально-сырьевой базы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно отметить, что мировая экономика в настоящее время в целом достаточно обеспечена минеральными ресурсами. Эта ситуация сохранится и на ближайшие годы. Однако жить только за счет минеральных ресурсов человечество не может. Следует иметь в виду, что за редчайшими исключениями минерально-сырьевой комплекс может обеспечить не более 5–10% ВВП. Все остальное создает созидательная деятельность человека – развитие новейших технологий в промышленности и сельском хозяйстве. Наличие же этих ресурсов – подарок судьбы и хороший трамплин в современное общество. Опыт развитых стран показывает, что все они (США, Англия, Япония, Германия, Франция) прежде всего максимально используют собственную мине-

рально-сырьевую базу, а уж затем компенсируют недостающее сырье за счет экспорта. Простой пример: США, имея всего 1,9% мировых запасов нефти и 3,4% газа, ежегодно добывают 325 млн т нефти и 540 млрд м³ газа. В России сосредоточено 13% мировых запасов нефти и 34% газа, а уровень добычи обоих видов сырья в наших странах почти одинаков.

В настоящее время отсутствуют оптимизированные системы использования и развития минерально-сырьевой базы в рамках мирового сообщества. Существующие модели таких расчетов базируются на национальных приоритетах, методически несовершенны, и сделанные на их основе прогнозы практически не подтверждаются. Все они основаны на данных прошедшего времени и современного состояния и не учитывают особенностей грядущих событий. В дальней перспективе к середине XXI века недооценка роли геологии в экономике может привести к серьезным проблемам для всего общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оганесян Л.В.* Минерально-сырьевые ресурсы и экономическое развитие // Изв. секции наук о Земле РАЕН. 1999. Вып. 2. С. 5–11.
2. *Путин В.В.* Минерально-сырьевые ресурсы в стратегии развития российской экономики // Зап. Горного ин-та. 1999. Т. 144 (1). С. 3–9.
3. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 416.
4. *Козловский Е.А.* Минерально-сырьевые проблемы национальной безопасности России. М.: МГУ, 1997. 210 с.
5. *Кривцов А.И., Беневольский Б.И., Минаков В.М.* Национальная минерально-сырьевая безопасность: Введение в проблему. М.: ЦНИГРИ, 2000. 196 с.
6. *Старостин В.И., Игнатов П.А.* Геология полезных ископаемых. М.: МГУ, 1997. 304 с.
7. *Старостин В.И.* Геология: Энциклопедия для детей. 2-е изд. М.: Аванта+, 2000. Т. 4. 688 с.

Рецензент статьи Д.Ю. Пушаровский

Виктор Иванович Старостин, доктор геолого-минералогических наук, профессор, зав. кафедрой геологии и геохимии полезных ископаемых геологического факультета МГУ. Лауреат Ломоносовской премии МГУ I степени. Область научных интересов – геология, поиск, разведка и экономика месторождений полезных ископаемых, металлогения. Автор более 250 работ, в том числе восьми монографий.